

Lvo#02

Livros d'Obra

Editor . GEQUALTEC / Cadernos d'Obra
Coleção . Livros d'Obra
Coordenação editorial da coleção . Vitor Abrantes e Bárbara Rangel

LvO#02

Autores . José António Mendes da Silva, Vitor Abrantes

Projeto gráfico . Incomun

Impressão e acabamentos . Cromotema

1.ª edição . 2013

Depósito legal n.º

ISBN . 978-989-98633-0-9

© José António Mendes da Silva, Vitor Abrantes

© GEQUALTEC / Cadernos d'Obra

Rua Dr. Roberto Frias . 4200-465 Porto

<http://www.cadernosdeobra.com>

É proibida a reprodução de artigos, gráficos ou fotografias sem a autorização escrita dos autores. A exatidão da informação, os copyrights das imagens, as fontes das notas de rodapé, bem como a bibliografia, são da responsabilidade dos autores, razão pela qual os editores não podem assumir nenhum tipo de responsabilidade em caso de erro ou omissão.

Lvo#02
Livros d'Obra

**REABILITAÇÃO DE PAREDES
FISSURADAS**

José António Mendes da Silva
Vitor Abrantes

ÍNDICE

LvO#02 PREFÁCIO . 7

1. GENERALIDADES . 9

2. INTERVENÇÕES CORRETIVAS DA FISSURAÇÃO DE PAREDES DE ALVENARIA . 10

2.1. TIPOS DE INTERVENÇÃO . 10

2.2. ELIMINAÇÃO DAS ANOMALIAS . 11

2.3. SUBSTITUIÇÃO DOS ELEMENTOS E MATERIAIS AFETADOS . 11

2.4. OCULTAÇÃO DAS ANOMALIAS . 12

2.5. PROTEÇÃO CONTRA OS AGENTES AGRESSIVOS . 12

2.6. ELIMINAÇÃO DAS CAUSAS DAS ANOMALIAS . 12

2.7. REFORÇO DAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS . 13

3. ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO DE FISSURAS . 14

3.1. ENQUADRAMENTO . 14

3.2. TÉCNICAS BÁSICAS . 14

4. ILUSTRAÇÃO DAS TÉCNICAS DE REPARAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DE FISSURAS E CASOS COMENTADOS . 18

5. EXEMPLOS DE FICHAS DE CADERNO DE ENCARGOS DE REABILITAÇÃO DE FISSURAS . 29

5.1. REABILITAÇÃO DE FISSURAS EM “PONTE” (APLICÁVEL À FICHA A1) . 29

5.2. ESTABILIZAÇÃO LOCALIZADA DE PAREDES DE ALVENARIA COM INSERÇÃO DE ARMADURAS HORIZONTAIS EMBEBIDAS (APLICÁVEL ÀS FICHA A2 E A3) . 31

5.3. ESTABILIZAÇÃO LOCALIZADA DE PAREDES DE ALVENARIA COM “AGRAFOS” METÁLICOS NO PLANO DA PAREDE (APLICÁVEL ÀS FICHA A4 E A5) . 32

5.4. DEMOLIÇÃO LOCALIZADA DE PAREDES DE ALVENARIA COM POSTERIOR RECONSTRUÇÃO COM ALVENARIA ARMADA. . 33

REFERÊNCIAS . 34

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às Dr.^{as} Helena Garcia e Cristina Nunes a tradução e a revisão para inglês deste segundo Livro d'Obra.

LVO#02 PREFÁCIO

A coleção Livros d’Obra surgiu para oferecer ferramentas de trabalho para o dia-a-dia dos agentes envolvidos com a construção e manutenção de edifícios, resultantes de investigações desenvolvidas em âmbito científico sobre tecnologia, gestão e manutenção de edifícios seja em obra ou em serviço. Na primeira edição apresentaram-se os **Métodos Simplificados de Diagnóstico de Anomalias em Edifícios**, uma investigação desenvolvida pelo Prof. Vitor Abrantes e pelo Prof. Raimundo Mendes da Silva, onde se aprende a interpretar as anomalias e a orientar estratégias para a sua reabilitação. O espectro de leitores desta obra alcançou variadas camadas profissionais ligadas à construção, desde projetistas de engenharia e arquitetura, a construtores especializados em reabilitação até mesmo gestores e administradores de manutenção de edifícios e de condomínios. Esta abrangência alargada veio confirmar a urgência e a utilidade destes Livros d’Obra em épocas que à Indústria da Construção quase só resta a manutenção e reabilitação do edificado, e reforçar a necessidade de trazer para o “terreno” estes contributos da investigação científica para a manutenção de edifícios.

Depois de “aprender” a observar e analisar os sinais das anomalias do edifício na edição anterior, apresentam-se agora soluções para resolver um dos problemas mais correntes da envolvente exterior dos edifícios, a fissuração das fachadas. Dando continuidade à Metodologia Simplificada de Diagnostico de Anomalias em Edifícios, organizam-se neste segundo Livro d’Obra, **LVO#02 Reabilitação de Paredes Fissuradas**, as estratégias de reabilitação pela ilustração das várias técnicas para assim estruturar numa forma sustentada o caderno de encargos para a reabilitação destas anomalias. Como hoje em dia, já não é possível encontrar as soluções com os construtores no decorrer da obra, como acontecia não há muitos anos atrás, este apoio à decisão dos vários intervenientes é fundamental para validar e assegurar a qualidade de cada tarefa proposta para o processo construtivo. Neste livro, os autores propõem um conjunto de fichas tipo para a organização do caderno de encargos de reabilitação de fissuras de fachadas, que seguramente serão um excelente apoio na organização documental do projeto de reabilitação de arquitetos, engenheiros, gestores ou promotores imobiliários. Esta síntese operativa é apenas possível quando se consegue cruzar nos mesmos autores, uma vasta prática profissional alcançada na intervenção em inúmeras obras de reabilitação como consultores e projetistas, com um longo envolvimento na investigação

científica sobre a reabilitação, característico do percurso do Prof. Vítor Abrantes e do Prof. Raimundo Mendes da Silva.

Agora, que é cada vez mais escasso o investimento tanto em construção como em investigação, é fundamental que as comunidades científicas voltem a trabalhar para e com as comunidades profissionais, na resolução de problemas urgentes da realidade contemporânea, usando como laboratório as obras para poder validar as hipóteses que vão colocando nas suas secretárias, para que assim, nem morram as obras nem a investigação.

Bárbara Rangel, setembro de 2013

1. GENERALIDADES

A reabilitação de paredes fissuradas pode integrar-se numa vasta intervenção de reabilitação do edifício ou, pelo contrário, reduzir-se à reparação localizada de uma ou várias fissuras. Segundo *Canha da Piedade* [01] é sempre necessário estabelecer quais os requisitos funcionais mínimos pretendidos com uma operação de reabilitação, antes de lhe dar início, sob pena de se atingirem custos e relações custo-qualidade inadmissíveis para o tipo de edifício, tendo em conta o seu estado, a sua função e o seu valor patrimonial. Esta clarificação global das expectativas em relação à reabilitação só tem interesse se for acompanhada, numa fase posterior, por um conjunto de operações técnicas cuidadas, que garantam, não só a reparação das anomalias, mas também a sua durabilidade.

Em muitas operações de reabilitação, incluindo diversas à escala urbana, tem-se verificado que a fissuração é um defeito recorrente. *Calejo* [02] classifica esta situação como “repatologia” e atribui as responsabilidades à inexistência de um projeto de reparação, do qual constem o diagnóstico das causas, a programação das ações e a respetiva especificação técnica, com documentos escritos e desenhados, adaptados criteriosamente a cada obra.

O tema da reabilitação de edifícios, em geral, e das paredes fissuradas, em particular, não só é vasto, como evolutivo, surgindo frequentemente novos materiais e técnicas de reabilitação, quer dirigidos às paredes tradicionais, quer a soluções mais recentes, cujo tratamento exaustivo transcende esta abordagem. É útil recordar e sistematizar a filosofia geral das intervenções sobre anomalias não-estruturais, concretizada, sempre que possível, para o caso da fissuração das paredes de alvenaria. Verifica-se, aliás, que, em muitos casos de reincidência de defeitos de construção, não só não foram seguidas técnicas adequadas à correção do defeito observado, como foram desrespeitadas as mais elementares regras de reabilitação.

2. INTERVENÇÕES CORRETIVAS DA FISSURAÇÃO DE PAREDES DE ALVENARIA

2.1. TIPOS DE INTERVENÇÃO

Perante qualquer anomalia da construção são possíveis diferentes atitudes, que vão desde o total desprezo até à intervenção profunda e radical. Em geral, esta segunda atitude pressupõe, por um lado, custos elevados e, por outro, o conhecimento claro das causas das anomalias, que nem sempre é fácil obter. Os autores dividem-se sobre esta matéria. *Paiva* [03] identifica as atitudes mais eficazes perante cada tipo de anomalia dos edifícios; a partir dessa síntese, construiu-se o Quadro 1, em que só se apresenta a informação relativa à fissuração das paredes não estruturais e dos seus acabamentos.

Quadro 1. Tipos de intervenção corretiva da fissuração não-estrutural de paredes de alvenaria (a partir de [03])

Tipo de intervenção corretiva da fissuração não-estrutural de paredes	Paredes exteriores	Paredes interiores	Acabamentos par. exteriores	Acabamentos par. interiores
Eliminação das anomalias	SIM	SIM	SIM	SIM
Substituição dos elementos e materiais	-	-	SIM	SIM
Ocultação de anomalias	SIM	SIM	SIM	SIM
Proteção contra os agentes agressivos	-	SIM	-	-
Eliminação das causas das anomalias	-	-	-	-
Reforço das características funcionais	-	-	-	-

A opção por um destes tipos de intervenção, bem como a técnica para a concretizar – que adiante se discutem na perspetiva de *Paiva* [03] – pressupõem uma avaliação prévia do tipo de fissuração, segundo diversos pontos de vista [04]:

- _O tipo de causa (defeito de construção, causa intrínseca ao elemento construtivo ou causa externa);
- _A distribuição das fissuras e o seu grau de estabilização (fissuras isoladas ou distribuídas, estabilizadas ou não-estabilizadas);
- _As consequências das fissuras (falta de estanquidade, diminuição da resistência ou estabilidade da obra, degradação acelerada de materiais, defeitos estéticos, inconvenientes psicológicos, etc.);
- _O tipo de parede (parede de fachada, parede interior, parede rebocada, parede com revestimento cerâmico, parede de tijolo à vista, etc.).

2.2. ELIMINAÇÃO DAS ANOMALIAS

Eliminar as anomalias significa, neste caso, reparar as fissuras, sem que obrigatoriamente se proceda à eliminação prévia das suas causas. As fissuras estabilizadas podem ser colmatadas com mastique, de preferência elástico; para as fissuras não-estabilizadas recomenda-se, em geral, um procedimento mais complexo:

- _Tratamento das zonas afetadas mediante a criação de rebaixos nas alvenarias ou nos revestimentos, em correspondência com as fissuras;
- _Aplicação de tiras de papel adesivo ao longo das fissuras, para criar uma “ponte” sobre a fissura;
- _Colocação de bandas têxteis coladas apenas nas faixas laterais exteriores às tiras de papel, servindo de armadura ao revestimento na zona não aderente ao suporte, correspondente à “ponte” criada;
- _Aplicação de revestimento, recobrando as zonas tratadas e assegurando a continuidade com a restante área de paramento das paredes.

Estas operações de eliminação das fissuras, apesar da sua aparente complexidade, são provavelmente as mais simples ações de reparação, porque estas passam a contemplar muitas outras tarefas quando houver outros tipos de manifestação patológica concorrentes (desagregações, eflorescências, bolores, etc.). Existem, no entanto, casos de fissuração muito fina e não evolutiva, cuja reparação se pode fazer por simples decoração (pintura, por exemplo [05]).

A reparação das fissuras tem de ser complementada pela reparação dos revestimentos da parede, estudado, caso a caso, em função dos materiais e das condições de aplicação (reboco hidráulico ou sintético, isolamento térmico pelo exterior, revestimentos cerâmicos de barro vermelho, azulejos e revestimentos afins, pedra, tintas lisas ou texturadas, com ou sem cargas projetadas, estuques, etc.).

2.3. SUBSTITUIÇÃO DOS ELEMENTOS E MATERIAIS AFETADOS

Esta solução é a mais radical, mas a sua utilização em paredes é limitada, em geral, aos revestimentos e elementos complementares (peitoris, grampos, etc.) e à substituição de zonas restritas de paredes de tijolo à vista, quando a fissuração atravessa os tijolos. A demolição e posterior reconstrução integral das paredes só se justifica em situações de fissuração generalizada que, por si só ou em conjunto com outras anomalias, ponha a causa a estabilidade da parede.

Quando se opta pela substituição total ou parcial de materiais ou elementos construtivos para a reparação das fissuras, é fundamental adotar, na conceção e execução desses novos elementos, as medidas preventivas atrás recomendadas para cada situação.

2.4. OCULTAÇÃO DAS ANOMALIAS

A ocultação das fissuras tem apenas um efeito estético e pode ser conseguido com qualquer revestimento ou elemento construtivo colocado sobre elas. Sobre o paramento com fissuração não-estabilizada pode colar-se, por exemplo, um revestimento descontínuo constituído por placas de um material deformável (por exemplo aglomerado de cortiça), com a colocação prévia de tiras de papel adesivo sobre as fissuras. Outras soluções, como painéis (de madeira, de gesso cartonado, por exemplo), tecidos, alcatifas, revestimentos com base de esponja ou papéis de parede espessos, também podem ser usadas, desde que sejam ponderados os efeitos estéticos e mecânicos provocados pelo eventual movimento das fissuras.

Em fissuras não-estabilizadas com geometria muito regular (verticais ou horizontais) pode optar-se pela aplicação de cobre-juntas sobre as fissuras, após transformação destas em juntas de construção.

Todos estes procedimentos são aplicáveis ao caso da fissuração estabilizada, com menores riscos e sem necessidade de separação com tira de papel, para criação do efeito de “ponte”.

2.5. PROTEÇÃO CONTRA OS AGENTES AGRESSIVOS

No caso específico da fissuração das paredes, a proteção contra os agentes agressivos confunde-se, frequentemente, com a eliminação das causas ou com o reforço das características funcionais, mas necessita sempre de ações complementares de reparação das fissuras. Os exemplos usuais são a proteção contra as diferentes formas de acesso da humidade às paredes e a colocação de isolamento térmico. Diminuindo as variações de temperatura e do teor de humidade dos materiais, reduz-se, significativamente, a atividade das fissuras, o que é particularmente importante nos casos em que estas são evolutivas. Neste contexto, este tipo de medidas tem mais interesse numa perspetiva preventiva.

2.6. ELIMINAÇÃO DAS CAUSAS DAS ANOMALIAS

A maior parte dos autores considera esta atitude imprescindível. No entanto, no Quadro 1 não é indicada como uma das mais eficazes, o que pode resultar de alguma ambiguidade na sua própria definição, nomeadamente quando várias causas concorrem para o mesmo defeito, e das dificuldades inerentes à sua concretização plena; recorde-se que além duma causa principal existem, quase sempre, outros agentes que contribuem para o agravamento da anomalia.

Bonshor [05] defende a prévia eliminação das causas em qualquer processo de reparação e considera que nas fissuras de origem química esse objetivo assume particular dificuldade, razão pela qual apresenta algumas sugestões nesse domínio.

A eliminação das causas - que envolve, frequentemente, operações de grande vulto, com custos elevados (drenagem periférica de edifícios, colocação de isolamento térmico em paredes e alteração das condições estruturais de distribuição das cargas, por exemplo) - pressupõe a sua clara identificação e o conhecimento dos mecanismos através dos quais atuam. Com a eliminação das causas, aumenta, francamente, a expectativa do sucesso e durabilidade da intervenção, que tem que contemplar, também, a reparação das próprias fissuras.

2.7. REFORÇO DAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

Não é, em geral, aplicável às alvenarias numa fase corretiva, mas sim preventiva. Aí, na fase de projeto, corresponde à adoção de materiais, ligações e processos construtivos que tenham uma maior resistência às ações a que vão estar sujeitos e sobre as quais se admite não poder haver intervenção: cargas, variações de temperatura e humidade, etc.

3. ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO DE FISSURAS

3.1. ENQUADRAMENTO

A estratégia de reabilitação das fissuras dos paramentos exteriores baseia-se na hierarquização e tipificação prévia das fissuras e na identificação de técnicas básicas de reabilitação que, posteriormente, se combinam entre si, para concretizar a reparação dos diversos tipos de fissuras.

3.2. TÉCNICAS BÁSICAS

3.2.1. REABILITAÇÃO EM “PONTE”

a) Método geral

A reabilitação em “ponte” consiste, basicamente, na substituição parcial do reboco, numa faixa em torno da fissura, com reboco melhorado, não retráctil e armado. Para diminuir as tensões localizadas resultantes do eventual movimento da fissura, aplica-se, sob a nova faixa de reboco, uma banda de dessolidarização, central, que distribui o efeito desses movimentos por uma faixa de 4 a 5 cm. Nos casos em que a estanquidade seja um objetivo relevante estes trabalhos são precedidos pela abertura da fissura e pela sua selagem com mastique.

b) Variante simplificada sem rebaixamento do reboco existente

A tarefa de rebaixamento do reboco existente ao longo de uma faixa com 20 a 25 cm ao longo da fissura pode constituir a tarefa mais cara e difícil de executar, tendo ainda um efeito de destruição local potencialmente prejudicial. Assim, quando o revestimento final corretivo (a aplicar a toda a parede) for espesso, não for deformável no plano transversal à parede e tiver a adequada resistência à tração, pode dispensar-se, em fissuras de abertura e movimento moderado, o rebaixamento prévio do reboco.

c) Variante simplificada sem rebaixamento de reboco e sem selagem com mastique

Nas paredes recuadas, protegidas dos agentes atmosféricos e, em particular, da chuva, poderá dispensar a selagem com mastique e, conseqüentemente, a reabertura da fissura.

d) Aplicação e condicionantes

A reabilitação em “ponte” tem um largo espectro de aplicação, em fissuração com grande desenvolvimento, largura até 2-3 mm, espaçamento de 1 a 3 metros e quando se exija alguma capacidade de movimentação e estanquidade à água.

A reabilitação em “ponte” não deve ser aplicada – ou não é suficientemente eficaz por si só – em diversas situações:

- _Fissuração excessivamente fina (menor que 0,5 mm);
- _Fissuração generalizada, com formação de desenho em malha, como pequena distância entre fissuras (tipicamente resultante de retração hidráulica das argamassas);
- _Fissuração com densidade regular e distância média inferior a 1,00m;
- _Fissuração vertical junto à aresta de cunhais;
- _Fissuração paralela a bordos de laje ou muretes e na sua proximidade;
- _Fissuração resultante de esforços de compressão excessivos, cuja causa não foi eliminada;
- _Fissuração com rotura trespassante das paredes;
- _Fissuração com movimentos muito significativos;
- _Fissuração com deslocamento transversal ao plano da parede e provável evolução deste deslizamento.

Nestes casos, é necessário recorrer a uma das restantes técnicas adiante descritas, eventualmente combinadas com a reabilitação em “ponte”.

3.2.2. ESTABILIZAÇÃO TRANSVERSAL COM GRAMPOS (“AGRAFOS”), NO PLANO DA PAREDE

A estabilização transversal com grampos no plano da parede do tipo “agrafos” destina-se a fissuras com alguma expressão, em paredes sãs e com deterioração localizada, frequentemente não trespassante. Consiste na colocação de agramos, no plano da parede, perpendicularmente à fissura, com distância regular, em que as duas pontas se cravam na parede (de um e outro lado da fissura) e são seladas com resinas epoxy ou equivalentes. Consoante a capacidade de ocultação do revestimento exterior posterior, podem ficar à face da parede ou recobertos, mediante a realização de pequeno rasgo.

A sua utilização não é incompatível com a reabertura e mastigagem das fissuras, nem com os revestimentos armados, mas é difícil de compatibilizar com uma reparação em “ponte” mais formal.

Quando este trabalho for realizado em conjunto com a reabilitação em ponte e rebaiamento de reboco, a colocação dos agramos deve ser feita logo após a reabertura da fissura e respetiva mastigagem, mas antes da colocação do reboco armado de correção, ficando embebidos nesta camada. Quando não estiver previsto rebaixamento de reboco deverá ser feito rasgo transversal à fissura, com a profundidade adequada, para cumprir o recobrimento do agrafo acima indicado. Este rasgo e colocação do grampo deve ser feito na fase de reabertura e limpeza das fissuras e antes da mastigagem, exceto se as condições locais de execução determinarem procedimento alternativo.

3.2.3. ESTABILIZAÇÃO COM INSERÇÃO DE ARMADURAS

Em fissuras singulares, com alguma expressão, quer em largura, quer em comprimento, inclinadas (mais de 45 graus) ou verticais, em que não seja suficiente a reabilitação em ponte (face à largura da fissura, à sua irregularidade ou às cargas aplicadas à parede) e em que não seja encarada a demolição e reconstrução parcial da parede, pode estabilizar-se a parede com introdução de armaduras treliçadas, protegidas contra a corrosão, em rasgos horizontais a executar na parede com espaçamento entre 30 e 50 cm. As armaduras serão fixadas com argamassas de reparação pré-doseadas de elevada resistência e reduzida retração. Estas armaduras devem estender-se de 50 a 70 cm para cada lado da fissura e equivalem a armaduras horizontais de junta que poderiam ter sido colocadas numa parede de construção nova.

De cada lado da fissura, as armaduras devem terminar de forma alternada, com separação mínima de 20 cm na horizontal, para não criar uma linha de concentração de tensões entre a zona armada e a zona não armada.

Cunhais

A aplicação mais genérica desta técnica corresponde à estabilização de cunhais, nomeadamente quando apresentam fissura vertical pronunciada.

Reconstrução parcial

Esta técnica deve ser usada na ligação entre os panos existentes e eventuais zonas a reconstruir após demolição por deterioração excessiva. Neste caso, as armaduras devem ser colocadas nas zonas horizontais da nova alvenaria (com espaçamento de 2 ou 3 fiadas) e serão prolongadas para ambos os lados, com amarração às alvenarias existentes, no seu plano, em rasgos executados nas condições já descritas.

3.2.4. GRAMPEAMENTO DE SUSPENSÃO

O grampeamento por suspensão simples é em tudo semelhante à solução de *“Estabilização transversal com grampos (“agrafos”), no plano da parede”* (já descrita), mas o grampo tem uma maior carga potencial de tração, que implica um reforço das fixações e da sua geometria (mais profundidade e, sempre que possível, ângulo inferior a 90°).

Em paredes simples sãs e situações de fissuração horizontal sobre padieiras, com particular expressão, pode usar-se grampeamento duplo (um grampo em cada face), eventualmente fechado (assumindo, nesse caso, a forma de “U”) que perfura transversalmente a zona inferior e a suspende da zona superior.

Nestes casos, é necessário garantir a adequada estabilidade e resistência da parede superior e o seu eventual reforço com armaduras horizontais.

Limites de aplicação

A técnica de grampeamento por suspensão agora descrita só deve encarada quando se trate de problemas não estruturais, de deformação progressiva natural sem perda de resistência. As situações de patologia estrutural devem ser equacionadas de modo próprio.

3.2.5. DEMOLIÇÃO E RECONSTRUÇÃO

Esta situação verifica-se, por exemplo, quando as paredes apresentam fissuração acentuada e desalinhamento no seu plano igual ou superior a 5 mm.

A estratégia de intervenção, nestes casos, passa pela sua demolição e reconstrução, devidamente amarrada com elementos metálicos à parede confinante.

Nesses casos, é preciso avaliar se a ação de demolição para reconstrução não poderá vir a instabilizar a zona superior. Se assim for, deve optar-se pelo seu reforço com armaduras.

4. ILUSTRAÇÃO DAS TÉCNICAS DE REPARAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DE FISSURAS E CASOS COMENTADOS

Nas páginas seguintes (nas figuras 1 a 5), são apresentadas fichas ilustrativas destas técnicas de reparação de fissuras, que incluem esquemas gráficos elementares e fotografias de situações de obra, onde poderiam e deveriam ser aplicadas.

Cada um destes trabalhos exige uma descrição detalhada em Caderno de Encargos. No capítulo 5 apresentam-se exemplos de Fichas de Caderno de Encargos para este tipo de trabalhos.

A sua leitura e posterior eventual utilização exigem um conhecimento adequado de matérias a montante desta, tal como o domínio das causas de fissuração em paredes de alvenaria, a avaliação da respetiva estabilidade e a capacidade de diagnóstico, sobretudo no domínio da patologia não estrutural.

A consulta das referências e exemplos aqui fornecidos, baseados num caso de estudo não dispensa uma ação de projeto, em toda a sua profundidade e responsabilidade, com a verificação das condições específicas de cada caso.

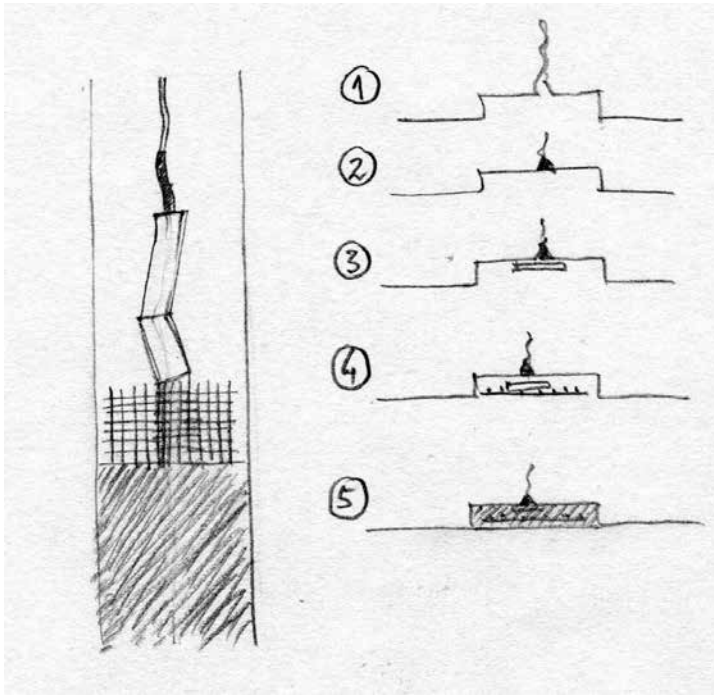
Nas figuras 6 a 10 apresentam-se diversas situações reais de fissuração que se comentam na perspetiva da reabilitação. Escolheram-se, sobretudo, situações que exigem uma atenção particular e que se afastam das soluções gerais anteriormente descritas. Estes exemplos servem também o propósito de familiarizar o leitor que agora se inicia nestas matérias com a diversidade de situações que se encontram no património construído mas não constitui um catálogo de anomalias. Os casos são comentados na perspetiva académica e formativa sem qualquer juízo de valor sobre os projetos ou as intervenções correspondentes.



Exemplo de zona de aplicação



Detalhe da anomalia



1. Rebaixamento do reboco e reabertura da fissura
2. Selagem da fissura com mástique
3. Colocação de fita de papel de dessolidarização
4. Armadura de reforço
5. Argamassa de reparação

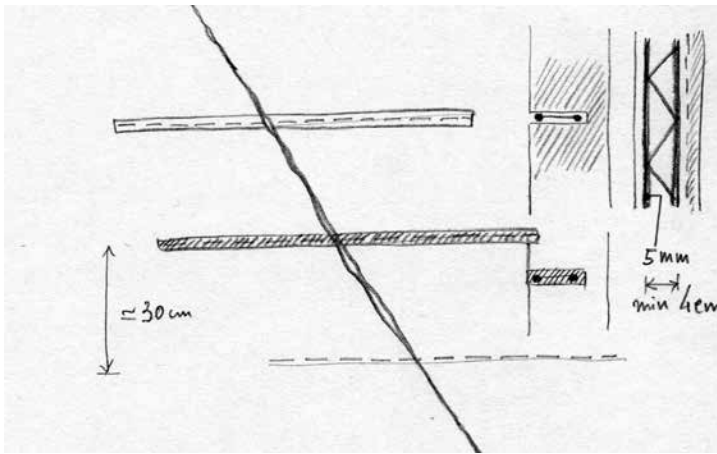
Esquema de reabilitação

Figura 1. Ilustração esquemática de reabilitação de fissuras - Ficha A1.



Exemplo de zona de aplicação

Detalhe da anomalia



Notas:
No caso específico da fotografia, a armadura será colocada na transição entre a parede nova a construir após demolição parcial local e a parede remanescente.

Esquema de reabilitação

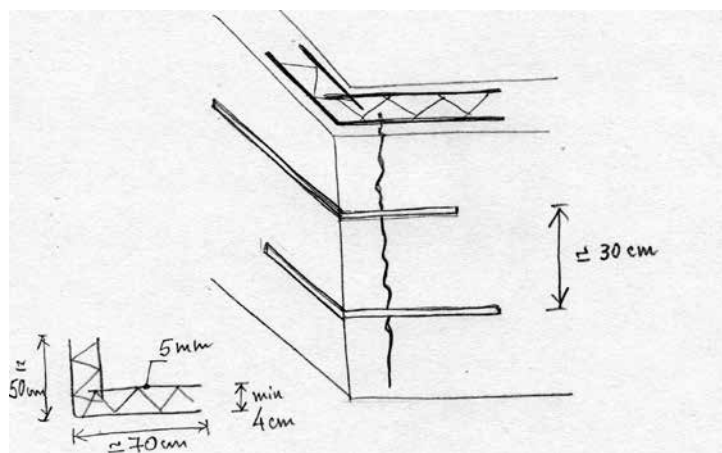
Figura 2. Ilustração esquemática de reabilitação de fissuras - Ficha A2.



Exemplo de zona de aplicação



Detalhe da anomalia



Esquema de reabilitação

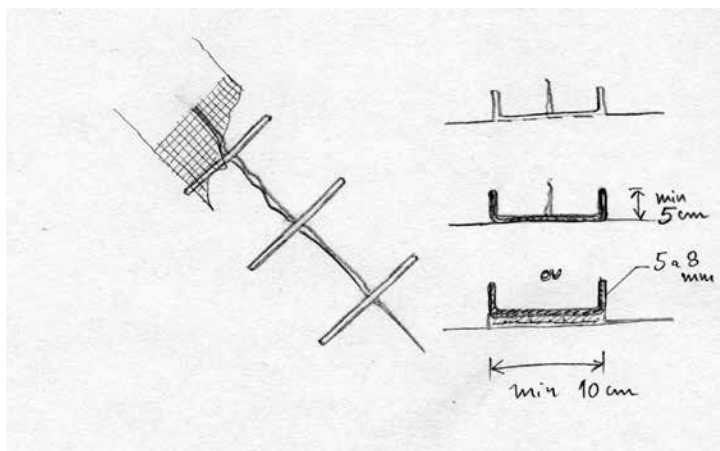
Figura 3. Ilustração esquemática de reabilitação de fissuras - Ficha A3.



Exemplo de zona de aplicação



Detalhe da anomalia



Esquema de reabilitação

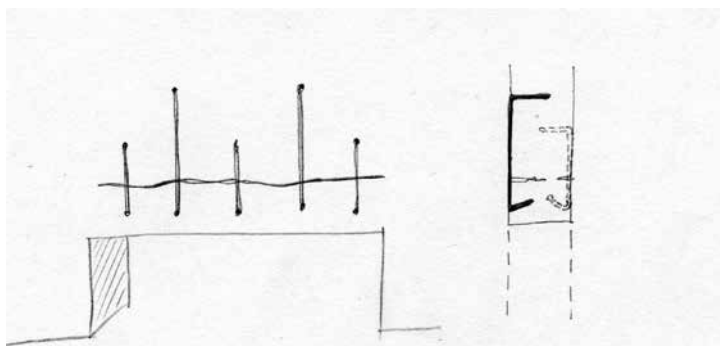
Figura 4. Ilustração esquemática de reabilitação de fissuras - Ficha A4.



Exemplo de zona de aplicação



Detalhe da anomalia



Esquema de reabilitação

Figura 5. Ilustração esquemática de reabilitação de fissuras - Ficha A5.



(I) É difícil estabilizar a fissuração (de origem higrotérmica) que muitas vezes ocorre na ligação entre a estrutura de betão armado e as paredes de alvenaria. A reparação da fissura deve incluir a ligação rígida entre a parede e a estrutura e a reabilitação “em ponte” ou aplicação de revestimento exterior compatível, estanque à água e capaz de suportar pequenos movimentos cíclicos (ex: ETICS, revestimento rígido independente ou equivalente).



(II) Quando o pano exterior da parede dupla se afasta no pano interior, provocando fissuras verticais nas ombreiras e outros elementos de transição, é imprescindível verificar a verticalidade e a estabilidade do pano exterior e ligar os dois panos de parede, através de grampos metálicos, em toda a superfície mas com reforço na zona das janelas. A reparação da fissura deve poder absorver pequenos movimentos cíclicos.

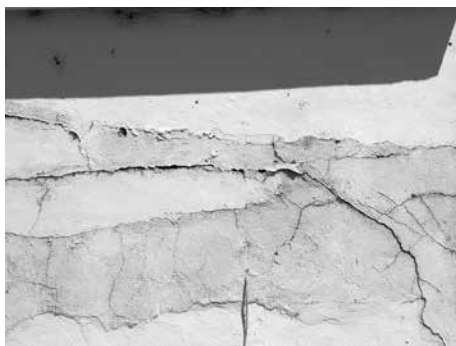


(III) A reparação de fissuras junto aos Cunhais é sempre muito difícil. A situação é agravada no caso de fissuras verticais e, ainda mais, quando existe um desnível entre os dois lados da fissura. Nestes casos, a reabilitação “em ponte” está totalmente desaconselhada. Em muitos casos é necessário demolir parcialmente a parede e reconstruí-la incluindo armaduras metálicas de reforço do cunhal e que garantam a ligação eficaz à parede existente.

Figura 6. Estratégias de reabilitação de paredes fissuradas – casos comentados I, II, III.



(IV) Algumas fissuras de reduzida largura na ligação entre materiais diferentes (como é o caso de uma caixa de estore numa parede de alvenaria) são caminhos fáceis para a entrada da água da chuva. A reparação destas fissuras deve incluir a sua selagem contra a entrada de água. A reabilitação em "ponte", incluindo a reabertura da fissura e a selagem com mástique é, em geral, uma solução adequada nestes casos.



(V) Sempre que a fissuração surge em zonas já anteriormente reparadas é essencial remover todas as argamassas de reparação antes de proceder a nova reparação. Muitas vezes a nova fissura surge apenas num dos bordos da reparação anterior mas isso apenas significa que é esse o ponto mais frágil e que toda a restante zona também deve ser intervencionada, tendo o cuidado de executar uma solução correta e mais eficaz do que a reparação inicial.

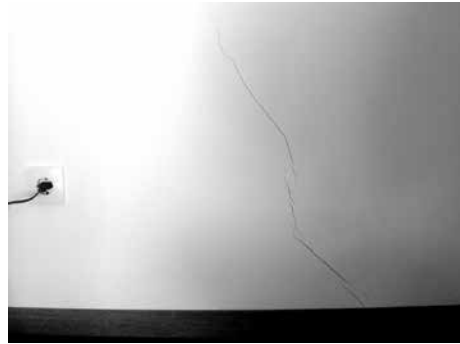


(VI) A reparação de fissuras em paredes revestidas com elementos cerâmicos é sempre difícil porque implica a sua substituição parcial e é necessário garantir que o suporte será estável para que não voltem a fissurar, a descolar e a cair. No caso de pequenos ladrilhos ("pastilha") a reparação de fissuras implica frequentemente um revestimento exterior alternativo ou a substituição integral dos ladrilhos sobre um novo reboco armado e sem fissuras.

Figura 7. Estratégias de reabilitação de paredes fissuradas – casos comentados IV, V, VI.



(VII) Quando a dilatação térmica das estruturas – ou a expansão e contração dos diversos elementos construtivos – é tão intensa que provoca rotura grave dos materiais e deslocamento relativo dos seus componentes é necessário encontrar uma solução de reparação que reponha a sua função original mas, em geral, não é possível evitar totalmente a fissuração. Recomenda-se a criação de juntas e a sua ocultação ou proteção independente.



(VIII) A fissuração das paredes de alvenaria por deformação excessiva do suporte (em geral deformação acentuada das lajes de betão armado) assume diferentes níveis de gravidade e diferentes configurações mas é sempre muito difícil de estabilizar. Como a sua evolução é contínua (apesar de lenta) é frequente o reaparecimento das fissuras (ainda que muito finas) algum tempo após a reparação. É usual a ocultação com revestimento independente.



(IX) Em alguns casos o que está em causa é a estabilidade geral das paredes ou do próprio edifício. Quando tal acontece, a reparação das fissuras só pode ser feita depois da reabilitação estrutural do edifício. Em edifícios antigos, com paredes de alvenaria de pedra, algumas fissuras de grande dimensão – por exemplo de origem sísmica – podem estar estabilizadas e ser suscetíveis de reparação adequada, garantindo a continuidade e a estanquidade da parede.

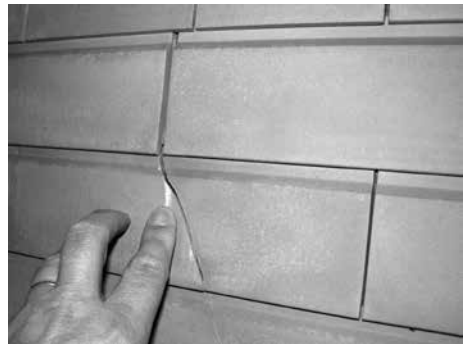
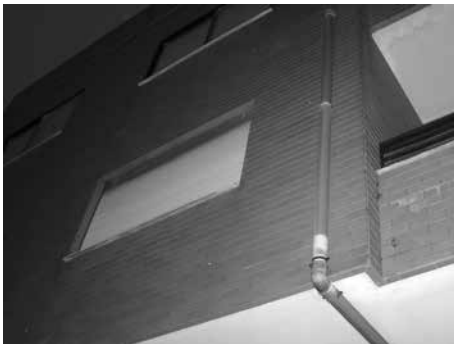
Figura 8. Estratégias de reabilitação de paredes fissuradas – casos comentados VII, VIII, IX.



(X) Em paredes de grande comprimento construídas com tijolo com elevado grau de expansão irreversível, as juntas de dilatação e contração são, frequentemente, insuficientes para acomodar esses movimentos. Quando ocorre a fissuração por esmagamento nas juntas de expansão-contração, é necessário demolir e reconstruir parcialmente a parede e criar o número de juntas adequado tendo em conta o tipo de tijolo e as condições do local.

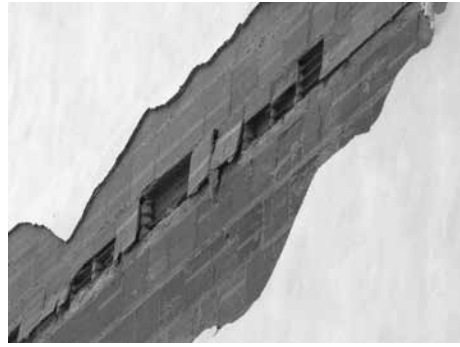
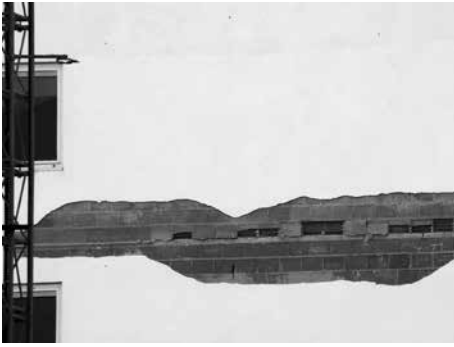


(XI) Quando a fissuração das paredes é generalizada, de muito pequena espessura, e apresenta um padrão regular (em geral sob a forma de alvéolos) não é possível, nem recomendável, fazer a reabilitação "em ponte" de cada uma das fissuras. Nestes casos pode proceder-se à substituição integral do revestimento ou ao seu recobrimento com um revestimento compatível e que oculte as fissuras e as proteja da ação da água.

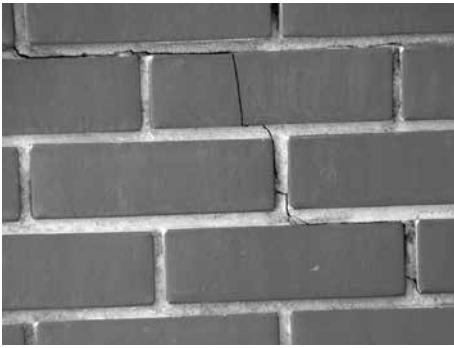


(XII) A reparação de fissuras em paredes revestidas com ladrilhos cerâmicos de média ou grande dimensão implica a criação de uma base estável (e sem fissuras) para aplicação das peças do revestimento cerâmico que vierem a ser substituídas. Quando o suporte é muito deformável (por exemplo nas consolas) a fissuração do revestimento cerâmico pode ocorrer sem fissuração do suporte, uma vez que os mosaicos são muito rígidos.

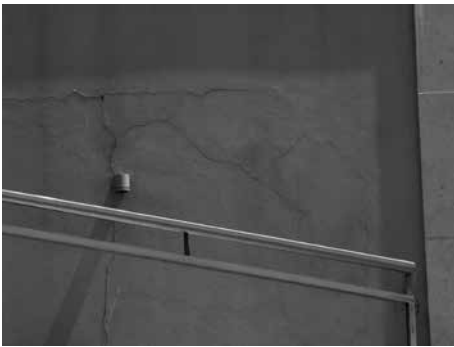
Figura 9. Estratégias de reabilitação de paredes fissuradas - casos comentados X, XI, XII.



(XIII) A correção exterior das “pontes térmicas” tem conduzido, em muitos casos, ao aparecimento de uma fissura horizontal nas fachadas ao longo do apoio da parede na laje. Quando a fissuração é ligeira pode fazer-se a reparação “em ponte”. Se não houver problemas de estabilidade, pode criar-se uma junta elástica estanque à água. Nos casos mais graves (rotura do tijolo, queda de material e instabilidade da parede), exige-se uma abordagem especializada.



(XIV) A reparação da fissuração nas paredes de tijolo “face-à-vista” implica a substituição dos blocos fissurados, a abertura e refecimento das juntas e a inserção de armaduras de ligação entre as zonas novas e as zonas existentes. Estas armaduras devem também garantir o reforço da parede para que esta possa resistir às tensões que provocaram a fissuração inicial. Nos casos de deformação não estabilizada do suporte estas técnicas podem ser insuficientes.



(XV) Nas fissuras mais frequentes em paredes de alvenaria rebocadas e pintadas pode, em geral, ser usada a técnica de reabilitação “em ponte”. Para tal, as fissuras devem estar relativamente estabilizadas, ter um desenvolvimento aproximadamente linear e não devem estar muito próximas umas das outras, nem de pontos singulares da parede. A sua reabilitação “em ponte” permite alguns muito ligeiros movimentos e garante a estanquidade à água.

Figura 10. Estratégias de reabilitação de paredes fissuradas – casos comentados XIII, XIV, XV.

5. EXEMPLOS DE FICHAS DE CADERNO DE ENCARGOS DE REABILITAÇÃO DE FISSURAS

5.1. REABILITAÇÃO DE FISSURAS EM “PONTE” (APLICÁVEL À FICHA A1)

Critério de medição

Medição por metro linear de fissura a reparar.

Descrição do artigo

Encontram-se compreendidos no preço deste artigo todos os trabalhos e fornecimentos necessários à sua boa execução e aplicação, salientando-se de entre os trabalhos e fornecimentos a efetuar, os que abaixo se indicam:

- a) Abertura de fissuras com disco rotativo e limpeza com jato de ar;
- b) Abertura de roços e demolições de rebocos para reparação das fissuras e remoção de todos os produtos de demolição a vazadouro;
- c) Fornecimento e colocação de masticos sintéticos, argamassas com polímeros, argamassas acrílicas, rede de fibra de vidro revestida a poliéster (ou rede de polipropileno), fita de papel ‘Kraft’, no preenchimento das fissuras e revestimento superficial de acordo com as condições técnicas adiante indicadas;
- d) Todos os trabalhos e materiais acessórios necessários à eficaz reparação das fissuras, incluindo posterior cura das argamassas, de acordo com as técnicas adiante indicadas.

Condições técnicas

Entre as várias condições a que deve obedecer o trabalho indicado neste artigo mencionam-se de seguida as que merecem uma referência especial.

a) Tipo de reabilitação genérica de diferentes tipos de fissuras

1. Fissuras inferiores 0,5 mm.

Estas fissuras não necessitam de reabertura; serão limpas com jato de ar e preenchidas à espátula com argamassa fina com polímeros ou com resinas acrílicas, salvo indicação em contrário da Fiscalização.

2. Fissuras de 0,5 mm a 1 mm, com espaçamento médio inferior a 1 metro, em paredes a revestir com reboco sintético delgado armado.

- a. Reabrir da fissura em forma de “V” com disco rotativo, com 5 mm de espessura e 10 mm de profundidade;
- b. Limpar a fissura com jato de ar comprimido;
- c. Colmatação da fissura reaberta com mástico sintético;
- d. Recobrir superficialmente a fissura com fita de papel “kraft” com 5 cm de largura;

- e. Posterior execução do reboco sintético delgado contínuo armado em todo o paramento (incluído em artigo próprio).
- 3. Fissuras de superiores a 0,5 mm a 1 mm, com espaçamento médio superior a 1 metro, em paredes a revestir com reboco sintético delgado armado ou destinadas a receber pintura corrente.
 - a. Remover o reboco numa faixa de 20 cm de largura, centrada com a fissura;
 - b. Reabrir da fissura em forma de “V” com disco rotativo, com 5 mm de espessura e 10 mm de profundidade;
 - c. Limpar a fissura com jato de ar comprimido;
 - d. Colmatação da fissura reaberta com mastique sintético;
 - e. Recobrir superficialmente a fissura com fita de papel “kraft” com 5 cm de largura;
 - f. Aplicação de primário de resina sintéticas para garantir a melhor aderência do reboco de reparação;
 - g. Reparação do reboco (na faixa de 20 cm demolida) com argamassa com resinas acrílicas, armada com malha de fibra de vidro revestida a poliéster ou malha de polipropileno.

b) Remoção de reparações anteriores

Todos materiais usados em anteriores reparações devem ser removidos nas fissuras entretanto reabertas e naquelas em que estes materiais se encontrarem soltos, empolados ou fissurados. Nesses casos, será obrigatória a remoção da faixa de reboco acima indicada, independentemente da largura das fissuras e do seu espaçamento.

c) Materiais

Os diferentes materiais a empregar na reparação das fissuras (mastiques sintéticos, primários de aderência, argamassas com resinas acrílicas ou polímeros, malhas de fibra de vidro ou polipropileno) devem ser previamente submetidos à aprovação da Fiscalização, acompanhados das respetivas fichas técnicas (dispensável para a fita de papel “Kraft”), em que se indique a sua composição, longevidade prevista e condições de aplicação recomendadas pelo fabricante.

As redes a empregar na armadura de rebocos devem ter uma abertura máxima de 4 X 4 mm² (170 g/m²), resistência mínima de 35 daN/cm e serão obrigatoriamente resistentes aos “álcalis” e compatíveis quimicamente com os aditivos a empregar nas argamassas.

As argamassas com polímeros ou resinas devem ter uma retração muito reduzida e as respetivas fichas de caracterização devem indicar qual o grau de humidade e textura ideais do suporte para garantir uma aderência adequada, quer na base, quer nos topos de ligação a rebocos já existentes.

Os primários sintéticos de aderência só devem ser usados quando recomendados pelo fabricante da argamassa de reparação ou seus aditivos e, nesses casos, será ainda provada a sua compatibilidade com essas argamassas.

d) Execução

No rebaixamento dos rebocos e na reabertura das fissuras serão tomados os cuidados necessários para não provocar danos ou mutilações em elementos estruturais confinantes ou subjacentes, nomeadamente armaduras de aço embebidas.

As redes devem ficar perfeitamente embebidas no reboco, qualquer que seja o seu tipo ou espessura, de modo a não serem visíveis após acabamento final.

Quando as reparações a executar tiverem uma espessura significativa, devem ser executadas por camadas de argamassa com espessura não superior a 15 mm; entre as sucessivas camadas serão criadas as necessárias condições de aderência, obtidas, em princípio por criação de textura com “pente” de arame.

A realização dos trabalhos de reparação das fissuras deve ser feita ao abrigo da chuva e da radiação solar direta e não deve ser realizada com tempo demasiado frio ou demasiado quente (de preferência entre 5°C e 30°C).

Todas as argamassas serão devidamente curadas, de acordo com as indicações do fabricante – se estas existirem – ou com humedificação por pulverização com água, durante 3 dias após a execução.

5.2. ESTABILIZAÇÃO LOCALIZADA DE PAREDES DE ALVENARIA COM INSERÇÃO DE ARMADURAS HORIZONTAIS EMBEBIDAS (APLICÁVEL ÀS FICHAS A2 E A3)

Critério de medição

Medição por metro linear (ml) de armadura composta.

Descrição do artigo

Encontram-se compreendidos no preço deste artigo todos os trabalhos e fornecimentos necessários à sua boa execução e aplicação, salientando-se de entre os trabalhos a efetuar, os que abaixo se indicam:

- a) Abertura de rasgos com largura e profundidade adequada à colocação das armaduras treliçadas galvanizadas, espaçados de 0,30m, de acordo com o pormenor;
- b) O fornecimento e assentamento de armaduras treliçadas galvanizadas do tipo (...) de 5 mm e de largura 50 mm, assente com argamassa de reparação do tipo (...), incluindo o acabamento de superfície;

Condições técnicas

Entre as várias condições a que deve obedecer o trabalho indicado neste artigo mencionam-se, como merecendo especial referência, as seguintes:

- a) Abertura cuidadosa de rasgo com largura adequada para colocação de armadura treliçada, a abrir no reboco e no primeiro furo das forras de tijolo, com o espaçamento e comprimento previstos na Memória Descritiva e limpeza de superfícies;
- b) A colocação cuidadosa da armadura de alvenaria, treliçada do tipo (...) de 5 mm e de largura de 50 mm, incluindo corte parcial de nervura interior de modo a permitir a dobragem, e sua colocação no rasgo, tudo a executar de acordo com o pormenor;
- c) A aplicação e refechamento das armaduras com microargamassa do tipo (...), aplicada de acordo com a especificação e norma do fabricante, incluindo acabamento superficial.
- d) A reparação das forras de alvenaria ou rebocos danificados em resultado da abertura dos rasgos descritos em a).

5.3. ESTABILIZAÇÃO LOCALIZADA DE PAREDES DE ALVENARIA COM “AGRAFOS” METÁLICOS NO PLANO DA PAREDE (APLICÁVEL ÀS FICHAS A4 E A5)

Critério de medição

Medição à unidade (quantidade de grampos aplicados).

Nota: Grampo duplo equivale a 2 grampos simples; Grampos de comprimento duplo equivale a 1,5 grampos simples.

Descrição do artigo

Encontram-se compreendidos no preço deste artigo todos os trabalhos e fornecimentos necessários à sua boa execução e aplicação, salientando-se de entre os trabalhos a efetuar, os que abaixo se indicam:

- a) Fornecimento e aplicação de grampos (agrafos) em aço inox, em forma de “U”, com dimensões médias de 100 mm de comprimento, mais duas pontas de 50 mm, com 5 mm de diâmetro;
- b) Execução de furação para aplicação dos grampos, incluindo limpeza e remoção de eventuais detritos;
- c) Execução de rasgo para encastrar os grampos incluindo limpeza e remoção de eventuais detritos;
- d) Fornecimento e aplicação de resina epoxi, para colagem dos grampos;
- e) Trabalhos de proteção e limpeza dos elementos confinantes.

Condições técnicas

Entre as várias condições a que deve obedecer o trabalho indicado neste artigo mencionam-se, como merecendo especial referência, as seguintes:

- a) A execução das furações e dos rasgos para cravar e embeber os grampos será precedida de marcação exaustiva, a aprovar pela Fiscalização; devem distinguir-se os grampos a colocar em zona de reparação de fissuras com rebaixo do reboco

- (evitando o rasgo longitudinal para embeber o grampo) e os grampos a colocar em zonas onde a reparação da fissura não preveja o rebaixamento do reboco (o que obriga ao rasgo para inserção do grampo).
- b) A dimensão dos furos deve ser ajustada à dimensão dos grampos, à facilidade de execução dos trabalhos e à eficácia da colagem. Devem ser feitos testes prévios de modo a determinar o diâmetro do furo mais adequado.
 - c) A face mais exterior dos grampos deve estar sempre 2 a 3 mm abaixo da superfície atual e, portanto, abaixo da zona de colagem do novo revestimento delgado armado; para isso, será realizado rasgo com cerca de 8 a 10 mm de profundidade, para alojamento do grampo. Quando o grampo se aplicar junto a uma fissura cuja reparação tenha, previamente, implicado a remoção de uma faixa de reboco, esse rasgo é desnecessário, ficando o grampo embebido no reboco de reparação da referida faixa.
 - d) Compete ao Empreiteiro, em colaboração com a Fiscalização, a escolha do melhor método de compatibilização entre a aplicação de grampos e a reabilitação de fissuras “em ponte”, nos termos constantes da Memória Descritiva.
 - e) As condições de aplicação das colas e limpeza e preparação dos suportes deverão respeitar integralmente as indicações do fabricante, cuja eficácia deve ser previamente testada no local;
 - f) Os grampos devem ser fixados em zonas sãs e coesas da parede na proximidade da fissura;
 - g) O espaçamento entre grampos não deve ser menor do que 2 vezes o seu comprimento, salvo em situações excecionais devidamente indicadas pela Fiscalização.

5.4. DEMOLIÇÃO LOCALIZADA DE PAREDES DE ALVENARIA COM POSTERIOR RECONSTRUÇÃO COM ALVENARIA ARMADA.

Critério de medição

Medição por metro quadrado de parede a demolir (e reconstruir).

Descrição do artigo

Encontram-se compreendidos no preço deste artigo todos os trabalhos e fornecimentos necessários à sua boa execução e aplicação, salientando-se de entre os trabalhos a efetuar, os que abaixo se indicam:

- a) Demolição de paramento exterior de alvenaria nos locais indicados no projeto, ou em locais a designar pela Fiscalização;
- b) A proteção dos elementos construtivos confinantes e a sua reparação em caso de deterioração provocada pela realização dos trabalhos;
- c) A remoção dos produtos resultantes a vazadouro;

- d) A reconstrução da zona de parede em causa com alvenaria, incluindo armaduras treliçadas nas juntas horizontais, de duas em duas fiadas e seu prolongamento para a parede confinante existente, incluindo o fornecimento de todos os materiais;
- e) O reboco tradicional das zonas reconstruídas, com malha de fibra de vidro, até à cota da superfície do reboco atualmente existente.

Condições técnicas

Entre as várias condições a que deve obedecer o trabalho indicado neste artigo mencionam-se, como merecendo especial referência, as seguintes:

- a) O corte da parede deve ser executado de modo cuidadoso, de modo a não fragilizar as paredes remanescentes, nomeadamente na proximidade da zona demolida;
- b) As armaduras horizontais devem respeitar o estabelecido no artigo “Estabilização localizada de paredes de alvenaria com inserção de armaduras horizontais embebidas”, no que for aplicável;
- c) As armaduras serão prolongadas para a parede confinante, não demolida, de modo a assegurar a sua solidarização. Este prolongamento das armaduras, para um e outro lado da zona reconstruída, é em tudo idêntico ao prolongamento de armaduras para os dois lados de uma fissura descritos no artigo “Estabilização localizada de paredes de alvenaria com inserção de armaduras horizontais embebidas”.

REFERÊNCIAS

- [01] CANHA DA PIEDADE, A. - “Tópicos para uma Política de Conservação e Reabilitação de Edifícios”. Textos de apoio às 4.^{as} Jornadas de Construções Cívicas da FEUP - “Manutenção e reabilitação de edifícios”. FEUP, Secção de Construções Cívicas, Porto, maio de 1996.
- [02] CALEJO, Rui - “Projeto e diagnóstico de patologias em edifícios”. Textos de apoio às 4.^{as} Jornadas de Construções Cívicas da FEUP - “Manutenção e reabilitação de edifícios”. FEUP, Secção de Construções Cívicas, Porto, maio de 1996.
- [03] PAIVA, J. V. et al. - “Patologia da Construção”. 1.º Encontro sobre “Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação”, Documentos Introdutórios. Lisboa, LNEC, junho 1985.
- [04] CATED - «La réparation des fissures». Révue Bâtir n.º 7, pp. 57-64, SARL Le Bâtiment, Paris, octobre 1971.
- [05] BONSHOR, R. B.; BONSHOR, L. L. - “Cracking in Buildings”. BRE, Garston, 1996.

Technical conditions

Among the several conditions indicated in this section the following require special reference,

- a) The cut of the wall must be done carefully, in order not to debilitate the remaining walls, namely in the vicinity of the demolish area.
- b) The horizontal steel reinforcing bar/anchor must respect what is established by the "Local stabilization of masonry walls with insertion of horizontal embedded steel reinforcing bars/anchors" sheet, whenever applicable.
- c) The steel reinforcing bar/anchor will be extended to the confining wall, not demolished, in order to ensure its solidity. This extension of the anchor, to one and the other side of the reconstructed area, is in all manners identical to the extended steel reinforcing bars/anchors to one and the other side of a crack as described in the section "Local stabilization of masonry walls with insertion of horizontal embedded steel reinforcing bars/anchors".

REFERENCES

- [01] CANHA DA PIEDADE, A. – "Tópicos para uma Política de Conservação e Reabilitação de Edifícios". Textos de apoio às 4.^{as} Jornadas de Construção Cívicas da FEUP, Secção de Construção de Edifícios e Reabilitação de Edifícios". FEUP, Secção de Construção de Edifícios". Textos de apoio às 4.^{as} Jornadas de Construção Cívicas da FEUP – "Manutenção e reabilitação de edifícios". FEUP, Secção de Construção de Edifícios". Textos de apoio às 4.^{as} Jornadas de Construção Cívicas, Porto, maio de 1996.
- [02] CALEJO, Rui – "Projeto e diagnóstico de patologias em edifícios". Textos de apoio às 4.^{as} Jornadas de Construção Cívicas da FEUP – "Manutenção e reabilitação de edifícios". FEUP, Secção de Construção de Edifícios". Textos de apoio às 4.^{as} Jornadas de Construção Cívicas, Porto, maio de 1996.
- [03] PAIVA, J. V. et al. – "Patologia da Construção". 1.º Encontro sobre "Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação", Documentos Introdutórios. Lisboa, LNEC, junho 1985.
- [04] CATED – «La réparation des fissures». Revue Bâtir n.º 7, pp.57-64, SARL Le Bâtiment, Paris, octobre 1971.
- [05] BONSHOR, R. B.; BONSHOR, L. L. – "Cracking in Buildings". BRE, Garston, 1996.

Included in the cost of this section are all construction jobs and supplies needed for successful execution and application, pointing out among these, the following:

- a) Demolition of the external masonry wall surface in the areas mentioned in the project, or in the areas designated by supervision.
- b) The protection of confining constructive elements and their repair in cases of deterioration provoked by the executed construction jobs.
- c) The removal of resulting products to the sewer.
- d) The reconstruction of the area of the wall in question with masonry, including latched steel reinforcing bars/anchors on horizontal joints, every two rows and their extension to the existing confining wall, including the supply of all materials.
- e) The traditional plastering of the reconstructed areas, with fiberglass mesh, up to the existing plaster surface.

Article Description

Measurement per square meter of walls to demolish (and reconstruct).

Measurement criterion

REINFORCED MASONRY

5.4. LOCAL DEMOLITION OF MASONRY WALLS WITH SUBSEQUENT RECONSTRUCTION WITH

- b) The dimension of the holes should be adjusted to the dimension of the staples, to ease execution of jobs and for efficient bounding. Tests shall be done previously in order to determine the adequate diameter of the hole.
- c) The most external side of the staple must always stay 2 or 3 mm under the existing surface and, thus, below the sticking area of the new coating; for this, a tear of about 8 to 10 mm in depth should be made to install the staple. This tear is unnecessary when the staple is placed next to the crack whose repair has implicated the removal of a plaster band, maintaining the staple embedded in the repairing plaster of the referred band.
- d) It is of the responsibility of the constructor, in collaboration with supervision/official authorities, that the best method of compatibilization between the application of staples and the "bridging" repair be chosen, as referred in the descriptive and justificatory report.
- e) The conditions of glue application, cleaning and support preparation must fully respect the manufacturer's indications, whose efficacy must be tested on site.
- f) The staples must be placed on healthy and cohesive areas of the wall in the vicinity of the crack.
- g) The spacing between staples should not be less than twice its length, except in exceptional situations, properly indicated by supervision.

reference, Among the several conditions indicated in this section, the following require a special reference,

a) The drilling of a hole and tearing of a wall to embed and impregnate the staples will be preceded by an exhaustive marking, that should be approved by supervisor. The staples that will be placed on areas of cracks repairs with recessed plaster (avoiding longitudinal tears to embedded the staple) and those that will be placed on areas of crack repairs where the lowering of plaster is not provided must be distinguished) (which implies the execution of tears to insert the staple);

Technical conditions

- e) Protection jobs and cleaning of confining elements.
 - d) Supply and application of epoxy resin, to bond the staples;
 - c) Creating a tear to embed the staples, including cleaning and removal of eventual trash;
 - b) Drilling a hole to enforce the staples, including cleaning and removal of eventual trash;
 - a) The supply and application of stainless steel staples, with "U" form, with an average dimension of 100 mm of length, two ends of 50 mm, with 5 mm of diameter;
- Included in the cost of this section are all construction jobs and supplies needed for successful execution and application, pointing out among these, the following:

Article Description

Measurement per unity (number of staples applied).

Note: Double stapling corresponds to 2 simple staples. Staples with double length correspond to 1,5 simple staples.

Measurement criterion

ILLUSTRATION SHEETS A4 AND A5)

5.3. LOCAL STABILIZATION OF MASONRY WALLS WITH STAPLES ON THE WALL PLANE (SEE

- d) The repair of the masonry chafers or damaged plasters, resulting from the tears opening described in a).
- c) The application and re-closing of the steel reinforcing bars/anchors with micro-specifications;
- b) The careful placement of masonry steel reinforcing bars/anchors , latticed, such as (...) of 5 mm and with a width 50 mm, including a partial cut of the inner rib in order to allow for bending, and its placement on the groove, all executed according to specifications;
- c) The application and re-closing of the steel reinforcing bars/anchors with micro-specifications, such as (...), placed according manufacturer specification and norm, including superficial finishing.

d) Execution

When lowering plaster and re-opening cracks all the necessary cares should be taken in order not to provoke damage or mutilation of structural elements (confining or under-lying), namely, embedded steel reinforcing bars/anchors.

The meshes must remain perfectly embedded in the plaster, regardless of type or thickness, in order not to be visible after application of the final finishing.

When the repair to be implemented has a significant thickness, it should be done on layers of mortar with a thickness no greater than 15 mm. Between the successive layers the necessary conditions will be achieved principally by creating a "wire comb" texture. The repair of cracks should be done under the protection of rain and direct sunlight and should not be conducted in weather conditions that are too cold or too hot (preferably between 5°C and 30°C).

All mortars will be duly dried, according to the manufacturer's indications, if these exist, or humidified by spraying water, for 3 days after application.

5.2. LOCAL STABILIZATION OF MASONRY WALLS WITH INSERTION OF EMBEDDED HORIZONTAL STEEL REINFORCING BARS/ANCHORS (SEE ILLUSTRATION SHEETS A2 AND A3)

Measurement criterion

Measurement per running linear meter (ml) of composed steel reinforcing bars/anchors.

Article Description

Included in the cost of this section are all construction jobs and supplies needed for successful execution and application, pointing out among these, the following:

a) The opening of tears with a width and depth that are adequate for the placement of galvanized latticed steel reinforcing bars/anchors, with a spacing of 0,30 m, according to specification;

b) The supply and placement of galvanized latticed steel reinforcing bar/anchor, such as (...) of 5 mm and with a width 50 mm, placed with the repair mortar, such as (...), including the finishing surface.

Technical conditions

Among the several conditions that must be met (indicated in this section) those which deserve a special reference are mentioned below:

a) Careful opening of a tear with adequate width to place a latticed steel reinforcing bar/anchor, opened on the plaster and on first hole of the chafar brick, with spacing and length as provided by the descriptive and justificatory report and finally the cleaning of surfaces areas;

3. Cracks of more than 0,5 mm to 1 mm, with regular spacing superior to 1 meter, on walls to be coated with slender reinforced synthetic plaster or destined to receive decorative painting;

- a. Removal of the plaster on the wall in a band with 20 cm of width, centered with the crack;
- b. Re-opening of the crack in a "V" form with a rotating disk, with 5 mm of thickness and 10 mm of depth.
- c. Cleaning the crack with a jet of compressed air;
- d. Filling of the re-opened crack with synthetic mastic;
- e. Re-covering the crack superficially with kraft paper tape, 5 cm wide;
- f. Application of a primary surface of synthetic resin in order to guarantee better adherence of the repairing plaster;
- g. Plaster repair (in the demolished band of 20 cm) with mortar with acrylic resins, armed with fiberglass mesh covered with polyester (or polypropylene netting).

b) Removal of previous repairs

All used materials in previous repairing must be removed from the cracks, then reopened, and in those in which these materials are loose, blistered or cracked, it is obligatory to proceed with the removal of the plaster band described above, regardless of the cracks' width and spacing.

c) Materials

The different materials to be employed on crack repair (synthetic mastic, adherence primer, mortars with acrylic resins or polymers, fiberglass mesh or polypropylene) must be previously submitted to a supervisor's approval, accompanied by the respective technical specifications (unnecessary for kraft paper tape), where composition, expected longevity and conditions of application recommended by the manufacturer, are indicated.

The meshes to employ on steel reinforcing bars/anchors must have a maximum opening of 4x4 mm² (170 g/m²), a minimum strength of 35 daN/cm and must be resistant to alkalis as well as chemically compatible with the additives that will be employed in mortars.

Mortars with polymers or resins must have a very reduced shrinkage, and respective sheets of characterization should indicate optimum degrees of humidity and texture of the support to assure an adequate adherence to the existing plaster both on the base, and on the top of the binding.

The primary synthetics of adherence should only be used when recommended by the repair mortar manufacturer, and its additives, and in these cases, its compatibility with these mortars should be verified.

5. SAMPLE SPECIFICATION SHEETS ON CRACK REPAIR

5.1. "BRIDGE" REPAIR OF CRACKS (SEE ILLUSTRATION SHEET A1)

Measurement criterion

Measurement per running linear meter (ml) of cracks to repair.

Article Description

Included in the cost of this section are all construction jobs and supplies needed for successful execution and application, pointing out among these, the following:

- a) Opening of cracks with a rotating disk and cleaning up with an air jet;
- b) Opening of grooves and plaster demolition to repair the cracks and the removal of all demolition products into a sewer;
- c) Supply and placement of synthetic mastics, mortars with polymers, mortars with acrylic, fiberglass mesh covered with polyester (or polypropylene netting), Kraft paper tape, in the filling of cracks and superficial coating according to the technical conditions indicated below;
- d) All jobs and accessory materials needed for an effective repair of cracks, including subsequent drying time of the mortar, according with the technical conditions indicated below.

Technical conditions

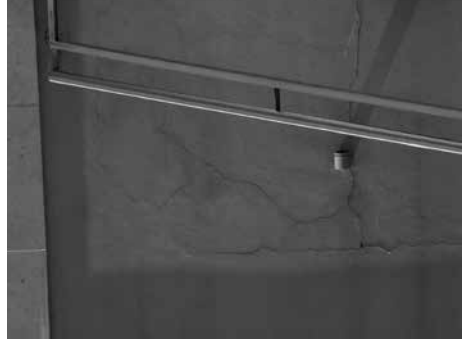
Among the several conditions that must be met those which deserve a special reference are indicated here:

a) Generic repair of different types of cracks

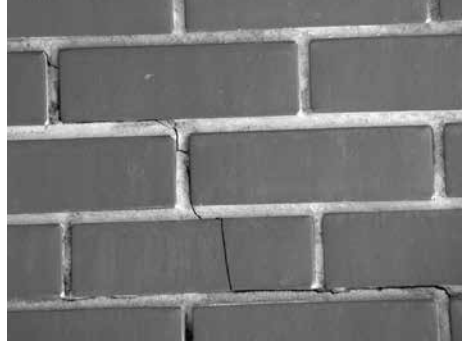
1. Cracks of less than 0,5 mm
These cracks do not need re-opening; they will be cleaned with an air jet and will be filled, using a spatula, with a thin mortar with polymers or with acrylic resins, unless otherwise indicated by supervision.
2. Cracks from 0,5 mm to 1 mm, with regular spacing lower than 1 meter, on walls to be coated with slender reinforced synthetic plaster:
 - a. Reopening of the crack in "V" form with a rotating disk, with 5 mm of thickness and 10 mm of depth.
 - b. Cleaning the crack with a jet of compressed air;
 - c. Filling of the re-opened crack with synthetic mastic;
 - d. Re-covering the crack superficially with Kraft paper tape, 5 cm wide;
 - e. Finish with application of slender reinforced synthetic plaster on the entire wall surface (included in another section).

Figure 10. Repair strategies of cracked walls – sample cases discussed XIII, XIV, XV.

(XV) In most frequent cracks (in plastered and painted masonry walls) the technique of "bridge" repair can generally be used. In these situations, the cracks must be relatively stabilized, have an average linear development and shall not be very close to each other or from the singular points of the wall. "Bridge" repair allows for some very slight movements and ensures watertight integrity.



(XIV) The repair of cracks in brick walls "brick face in view" involves replacing the cracked blocks, the opening and re-closing of joints and the insertion of steel reinforcing bars/anchors connecting the new areas and the existing areas. These steel reinforcing bars/anchors must also ensure the reinforcement of the wall so that it can resist the tension that caused the initial cracking. In cases of non-stabilized deformation of the support, these techniques may not be sufficiently effective.



(XIII) The exterior rectification of "thermal bridges" has led, in many cases, to the appearance of horizontal cracks on the facades along the support wall. When the cracking is slight, "bridge" repair can be done. If there are no stability problems, an elastic watertight connection can be created. In serious cases (rupture of brick, falling material and wall instability) specialized approaches are required.

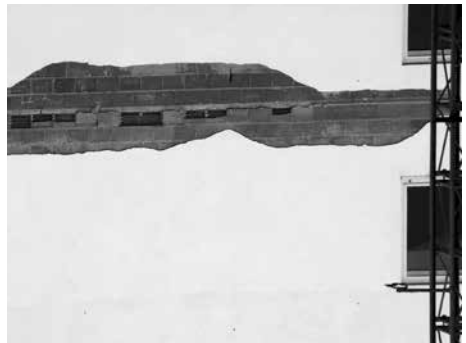
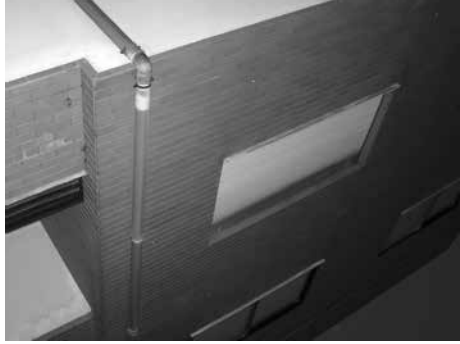
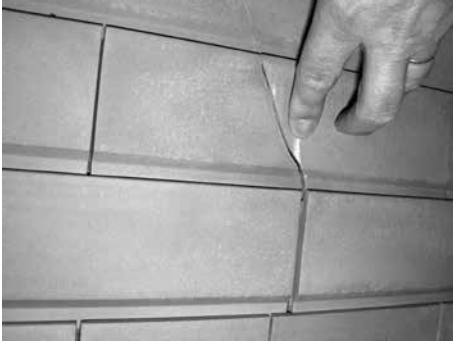


Figure 9. Repair strategies of cracked walls – sample cases discussed X, XI, XII.

(XII) The repair of cracks in walls covered with ceramic tiles, of medium or large size, implies the creation of a solid basis (without cracks) for the application of the ceramic cladding that may be replaced. When the support is very deformed (ie, in suspension) the cracking of the ceramic cladding can occur without the cracking of the support, since the tiles are very hard.



(XI) When cracking of the walls is widespread, of very small thickness, and has a regular pattern (generally in the form of a cavity) it is neither possible, nor recommendable, to use "bridge" repair for each crack. In these cases one can proceed with the full replacement of the cladding or its covering with a compatible cladding that conceals the cracks and protects them against water.



(X) On walls of a large length built on brick with a high degree of irreversible expansion, the expansion and contraction joints are often insufficient to adapt to these movements. When cracking occurs by the crushing of the expansion-contraction joints, it is necessary to partially demolish and rebuild the wall and create an appropriate number of joints taking into account the type of brick to be used and site conditions.

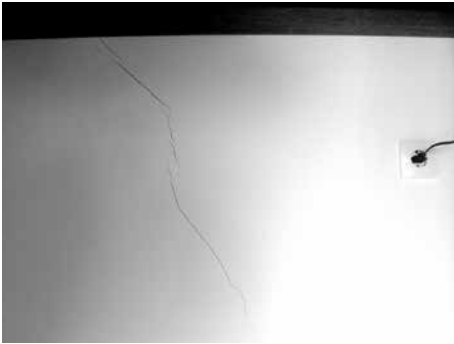


Figure 8. Repair strategies of cracked walls – sample cases discussed VII, VIII, IX.

(IX) In some cases what is at stake is the overall stability of the walls or the building itself. When this happens, the repair of cracks can only be done after the structural repair of the building. In old buildings with masonry stone, some cracks of larger dimension – for example from a seismic source – can be stabilized and be susceptible for an adequate repair, ensuring the continuity and tightness of the wall.



(VIII) The cracking of masonry walls due to excessive deformation of the support (usually, pronounced deformation of the reinforced concrete slabs) assumes different levels of magnitude and different forms but is always very difficult to stabilize. Due to its continuous evolution (though slow) it is frequent for the cracks to reappear (even if very thin) some time after the repair. Concealment with an independent cladding is common.

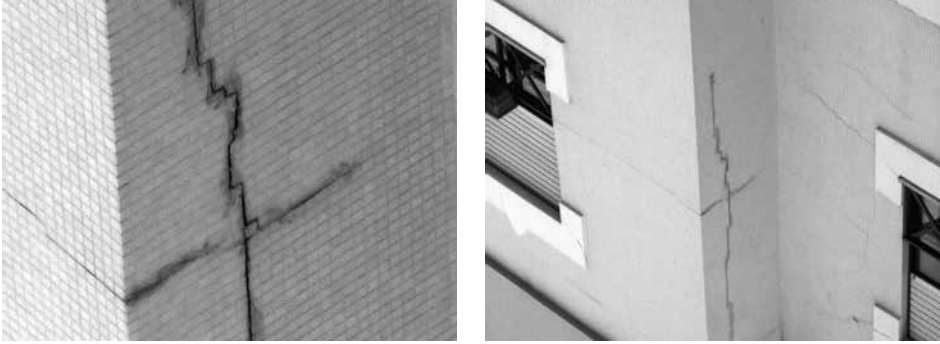


(VII) When the thermal expansion of the structures – or the expansion and contraction of the various building elements – is so intense that it causes severe disruption of materials and relative detachment of its components it is necessary to find a repair solution that will restore its original function but, in general, it is not possible to totally avoid cracking. The creation of joints and their independent concealment or protection is recommended.

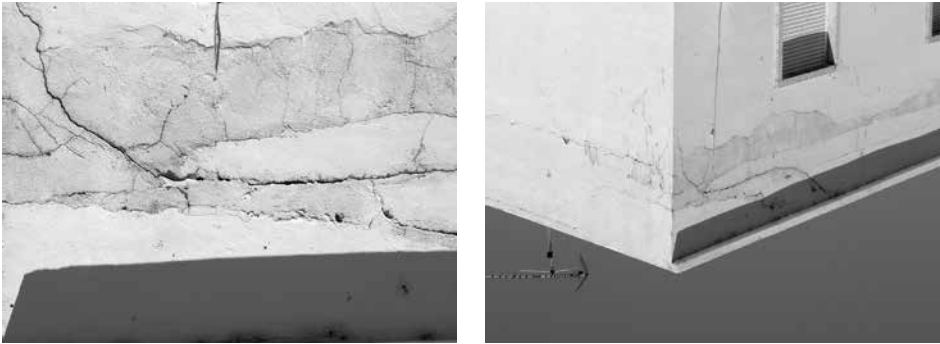


Figure 7. Repair strategies of cracked walls – sample cases discussed IV, V, VI.

(VI) The repair of cracks in walls covered with ceramic elements is always difficult because it involves its partial substitution and it is necessary to ensure that the support will be stable to avoid cracking, ungluing and falling. In the case of small tiles the repair of cracks often implies an alternative external cladding or full replacement of tiles on a new reinforced plaster and without cracks.



(V) Whenever cracking appears in areas which have been previously repaired, it is essential to remove all repair mortars before proceeding with a new repair. Often the new crack appears only on the edges of the previous repair but this just means that this is the weakest point and that there should also be an intervention of the entire remaining area, taking care to carry out a proper solution which is more effective than the initial repair.



(IV) Some cracks of reduced width in the connection between different materials (such as a blind's space of a masonry wall) are easy routes for the entry of rainwater. The repair of these cracks must include a sealing against ingress of water. The "bridge" repair, including the reopening of the crack and sealing with mastic is, in general, an adequate solution in these cases.

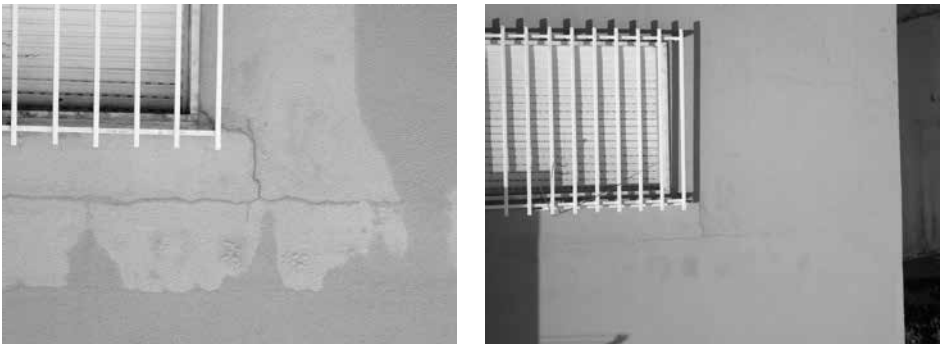


Figure 6. Repair strategies of cracked walls – sample cases discussed I, II, III.

(III) Repairing cracks near corners is always very difficult. The situation is aggravated in the case of vertical cracks and, even more so, when there is unevenness between the two sides of the crack. In these cases, "bridge" repair is totally discouraged. In many cases it is necessary to partially demolish the wall and rebuild it including the addition of steel reinforcing anchors on the corner and ensure an effective connection to the existing wall.

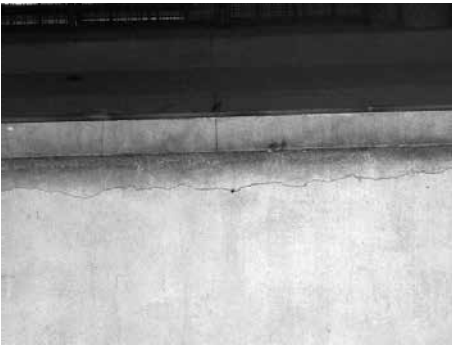


(II) When the external plane of a double wall moves away from the interior wall plane, causing vertical cracks in the frames and other transition elements, it is essential to check the verticality and stability of the external wall plane and connect the two planes of the wall metal staples but with enhanced surface area in the windows. The repair of the crack should be able to withstand small cyclical movements.

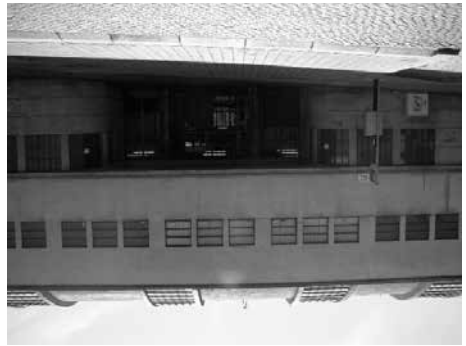


(I) It is difficult to stabilize cracking (from a hygrothermal source) which often occurs in the connection between the structure of reinforced concrete and masonry walls. The repair of the crack must include a rigid connection between the wall and the structure and the "bridge" repair or application of a compatible exterior cladding, which is watertight and able to withstand small cyclic motions (ie: ETICS, independent hard cladding or the equivalent).

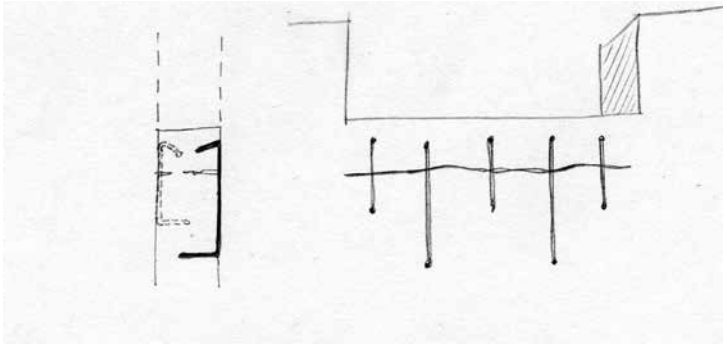




Detail of the anomaly



Sample application zone

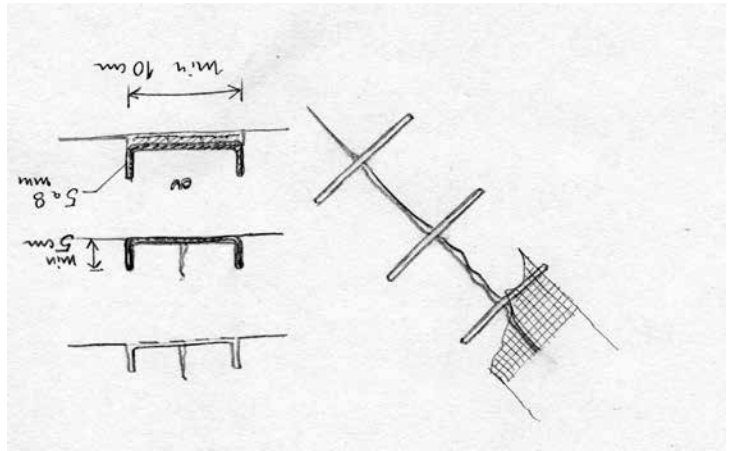


Repair diagram

Figure 5. Illustration of techniques of repairing cracks - Sheet A5.

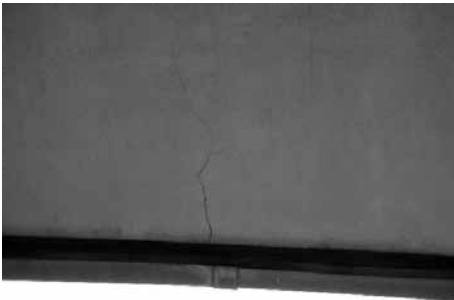
Figure 4. Illustration of techniques of repairing cracks - Sheet A4.

Repair diagram



Detail of the anomaly

Sample application zone

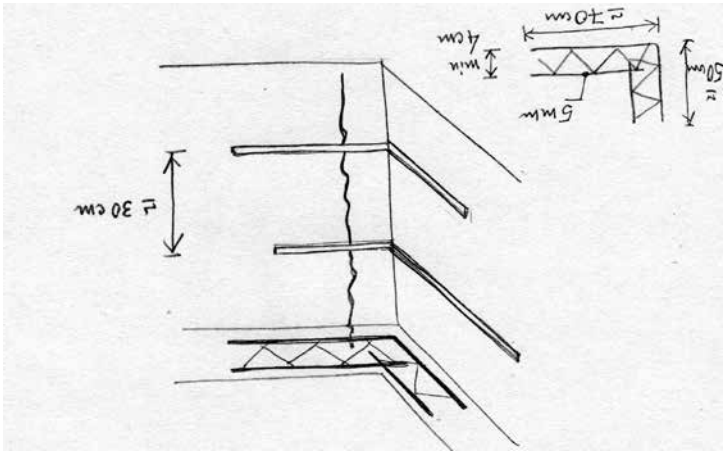


STABILIZATION WITH STAPLES, ON THE WALL PLANE



Sample application zone

Detail of the anomaly



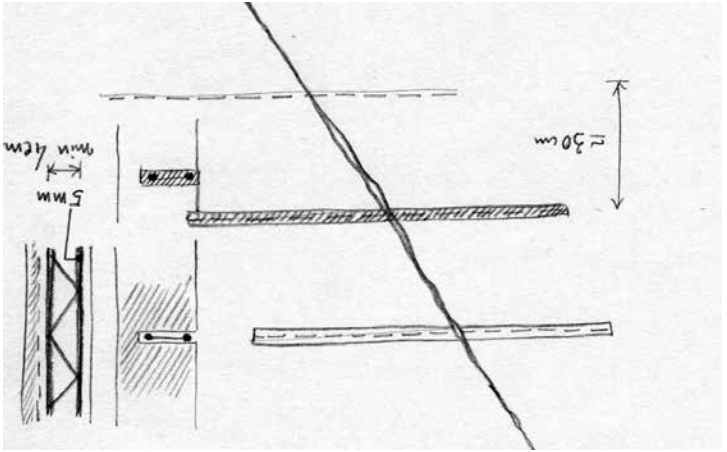
Repair diagram

Figure 3. Illustration of techniques of repairing cracks - Sheet A3.



Sample application zone

Detail of the anomaly



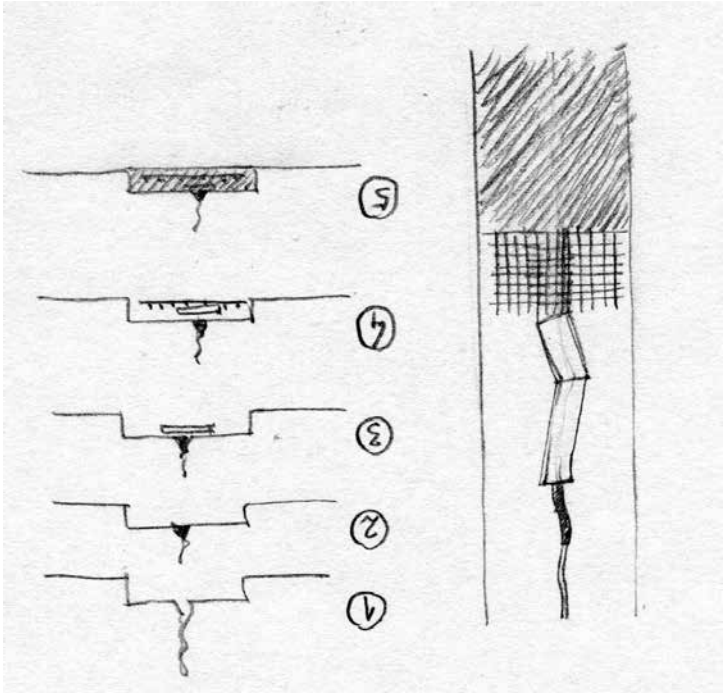
Note: in the specific case in the photograph the steel reinforcing bar/anchor will be placed between the new wall after partial local demolition and the remaining wall.

Repair diagram

Figure 2. Illustration of techniques of repairing cracks - Sheet A2.



Sample application zone
Detail of the anomaly



1. Lowering of the existing plaster and re-opening of the crack
2. Mastic sealing
3. Application of an uncoupling paper tape
4. Steel reinforcing anchors
5. Repairing mortar.

Repair diagram

Figure 1. Illustration of techniques of repairing cracks - Sheet A1.

4. ILLUSTRATION OF REPAIR AND STABILIZATION TECHNIQUES OF CRACKS AND SAMPLE CASES DISCUSSED

On the following pages, illustrations of techniques of repairing cracks are presented (figures 1 to 5), which contain elementary diagrams and photographs of construction jobs, in which these techniques could and should be applied.

Each of these jobs requires a detailed description on Specification Sheets. In Chapter 5 some examples of specifications sheets for these kinds of jobs are presented.

The study and eventual posterior utilization requires an adequate and ample knowledge of this matter, including the domain of cracking causes in masonry walls, the evaluation of the respective stability and the capacity of diagnosis, especially in the domain of non-structural pathology.

Consultation of the references and examples given herein, based on case studies, does not dispense the need for a project, in full depth and verification of the specific conditions of each case.

Several real situations of cracking are presented and discussed in the perspective of rehabilitation in figures 6 to 10. Specifically chosen were the situations that require special attention and that gear away from the general solutions described above. These examples also serve to familiarize the reader who is now only initiating in this area with the diverse situations that are seen in building heritage but are not a catalogue of deficiencies. The cases are discussed in academic and in formative perspective without any significant judgment about similar projects or interventions.

Limits of application

The technique of stapling suspension, described above, should only be considered when treating non-structural problems, of natural progressive deformation without loss of resistance. Structural pathologies must be envisaged each in a specific way.

3.2.5. DEMOLITION AND RE-CONSTRUCTION

This situation is verified, for example, when walls present pronounced cracking and misalignment, on their wall plane, equal to or higher than 5 mm.
The intervention strategy, in these cases, involves demolition and re-construction, properly tied with elements to the confining/external wall.
In these cases, it is necessary to evaluate if demolition for re-construction does not destabilize the superior zone. If so, reinforcement with steel reinforcing bars/anchors should be verified.

In these cases, it is necessary to ensure the adequate stability and resistance of the upper wall and its eventual reinforcement with horizontal steel reinforcing bars/anchors.

On healthy and simple walls, and in situations of horizontal cracking under intel, with particular significance, dual stapling can be used (one staple on both sides) eventually closed (in "U" form) which transversally perforates the lower zone and suspends the depth and, whenever possible, an angle of less than 90°).

Stapling by simple suspension is, in every way, similar to the solution of "transversal stabilization with staples on the wall plane", but here the staple has a greater potential contraction, which implies a reinforcement of the fasteners and of its geometry (more

3.2.4. STAPLING SUSPENSION

This technique should be used on connections between existing wall planes and eventual rebuilding areas after demolition due to excessive deterioration. In these cases, steel reinforcing bars/anchors should be placed horizontally in the new masonry (spaced from 2 to 3 rows) and be extended to both sides, with moorage to the existing masonry, on its surface, into tears executed in the previously described conditions.

Partial reconstruction

The most generic application of this technique corresponds to the stabilization of corners, namely when they present pronounced vertical cracks.

Corners

On each side of the crack, the steel reinforcing bars/anchors must end in alternated form, with minimum intervals of 20 cm horizontally so that a concentrated line of tension is not created between the reinforced and non-reinforced area.

These steel reinforcing bars/anchors should extend themselves between 50 to 70 cm on each side of the crack and are equivalent to horizontal joint steel reinforcing bars/anchors that could have been placed on walls of new buildings.

In particular cracks, with some significance, either in width or in length which are tilted (over 45 degrees) or vertical, in which "bridge" repair is not sufficient (due to the cracks width, to its irregularity or due to loads applied to the wall) and where demolition and partial reconstruction of the wall are not considered, the wall can be stabilized utilizing latticed steel reinforcing bars/anchors, protected against corrosion, on horizontal tears to be placed on the wall with a spacing of between 30 to 50 cm. The steel reinforcing bars/anchors will be secured with repairing mortar of elevated resistance and reduced retraction.

3.2.3. STABILIZATION WITH INSERTION OF STEEL REINFORCING BARS/ANCHORS

"Bridge" repair should not be applied - or is not sufficiently effective by itself - in several situations:

- Extremely thin cracking (less than 0,5 mm);
- Generalized cracking, with mesh form, with a small distance between cracks (typically resulting from hydraulic shrinkage of mortars);
- Cracking with regular density and average distance (less than 1,00 m);
- Vertical cracking near corners;
- Cracking parallel to the edges of slab, or low walls, and in it proximity;
- Cracking resulting from excessive compressive tensions whose causes haven't been eliminated;
- Cracking which ruptures walls;
- Cracking with very significant movement;
- Cracking which crosses the plane of the wall and the probable evolution of this movement.

In these cases, it is necessary to fall back on one of the other techniques described hereinafter, eventually in combination with "bridge" repair.

3.2.2. TRANSVERSAL STABILIZATION WITH STAPLES, ON THE WALL

Transversal stabilization with staples on the wall plane is destined to cracks with some significance, on healthy walls with localized deterioration, frequently non-rupturing. The repair of the crack consists in the application of staples, on the wall, perpendicular to the crack, at a regular distance, in which the two ends are embedded into the wall (on either side of the crack) and are sealed with epoxy resins or the equivalent. Depending on the degree of concealment of the exterior cladding, the staples may remain on the surface of the wall or be recovered by making a small tear.

Utilization of staples is not incompatible with the re-opening and sealing of cracks with mastic, nor with the reinforced coatings, but becomes difficult to make compatible with a formal "bridge" repair.

When this repair is done in conjunction with "bridge" repair, and plaster lowering, staples should be placed immediately after the re-opening of the cracks and respective sealing with mastic, but before the application of the corrective reinforced plaster, being embedded in this layer of cladding. When plaster lowering isn't foreseen, a transversal tear should be made on the crack, with adequate depth, in order to cover and recast the staple indicated above. This tear, and placement of the staple, should be done in the crack's re-opening and cleaning phase and before sealing with mastic, except if local conditions of execution determine an alternative procedure.

3. CRACK REPAIR STRATEGIES

3.1. INTRODUCTION

Crack repair strategies on exterior wall surfaces are based on the hierarchical and aforementioned classification of cracks and on the identification of the basic techniques of the repair that, later, will be combined between themselves, to accomplish the repair of the different types of cracks.

3.2. BASIC TECHNIQUES

3.2.1. "BRIDGE" REPAIR

a) General methodology

"Bridge" repair consists, essentially, in the partial substitution of the plaster in a layer around the crack, with an improved, not retractable and reinforced plaster. To reduce the localized tension resulting from the eventual movement of the crack, under the new layer of plaster, a central uncoupling layer which distributes the effect of those movements using a strip of 4 to 5 cm is applied. In cases in which watertight integrity is a relevant goal, these jobs are preceded by the opening of the crack and by sealing them with mastics.

b) Simplified variant without lowering the existing plaster

The task of lowering the existing plaster using a strip of 20 to 25 cm along the crack can be the most expensive and difficult task to execute, having also a local, potentially damaging effect. When the final corrective coating (to be applied to the entire wall) is thick, not deformable in the transversal plane and has an adequate tensile/contracting strength, previous lowering of plaster can be dispensed on open cracks of and moderate motion.

c) Simplified variant without lowering the existing plaster and without sealing with mastic.

On back walls, protected against atmospheric agents and, particularly, against rain, mastic sealing can be dispensed and, consequently, the re-opening of the crack can be performed.

d) Application and limitations/restrictions

"Bridge" repair has a large spectrum of applications, on cracking with large development (width up to 2-3 mm, intervals of 1 to 3 meters) and when some capacity of movement and watertight integrity is required.

The elimination of the causes – which involves, frequently, large scale operations, with high costs (peripheral drainage of buildings, application of thermal insulation in walls and the changes of the structural conditions of load distribution, for example) – presupposes its clear identification and the knowledge of the mechanisms whereby they act. With the elimination of the causes the expectation of success and durability of the intervention is greatly increased, which also has to take into consideration the repairation of the cracks themselves.

2.7. REINFORCEMENT OF THE FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

It isn't, in general, applicable to masonries in a corrective phase, but in a preventive one. In the project phase, it corresponds to the adoption of materials, connections and constructive processes that have a higher resistance to the actions that it will be subjected to and upon which presumably there can be no intervention: loads, variations of temperature and humidity, etc.

Most authors consider this attitude to be indispensable. However, in table 1, this is not indicated as one of most effective, which can result in some ambiguity of its own definition, namely when several causes compete over the same defect, and from the difficulty inherent to its full realization; keep in mind that, besides a principal cause, there exist, almost always, other agents that contribute to the aggravation of the anomaly. Bonshor [05] defends the elimination of the causes in any repair process be done beforehand and considers that in cracks which come from chemical origins this aim assumes particular difficulty, reason for which he presents some suggestions in this domain.

2.6. ELIMINATION OF THE CAUSES OF THE ANOMALIES

In the specific case of cracked walls, the protection against aggressive agents confounds itself, frequently, with the elimination of causes or with the reinforcement of the functional characteristics, but always needs complementary actions of crack repair. The usual examples are the protection against different access ways of moisture to the walls and the application of thermal insulation. Decreasing the temperature variations and the content of moisture of the materials is reduced, significantly, to the cracks activity, which is particularly important in the cases where these are evolutionary. In this context, this type of measure has more interest in a preventive perspective.

2.5. PROTECTION AGAINST AGGRESSIVE AGENTS

The concealment of cracks only has an aesthetic effect and can be achieved with any coat or building element applied on them. Over the wall's surface with non-stabilized cracks a discontinuous coating constituted by plates of a deformable material can be pasted such as agglomerated of cork, for example, with the previous application of adhesive tapes on the cracks. Others solutions, such as panels (of wood, of plasterboard, for example), tissues, fitted carpets, coatings sponge-based, thick wallpapers, can also be used, as long as the aesthetic and mechanic effects provoked by eventual movements of cracks are considered.

On non-stabilized cracks, with very regular geometry (vertical or horizontal), the application of joint-covers can be chosen, after transforming them into construction joints.

All these procedures are applicable to cases of stabilized cracks, with minor risks and without the need for separation with paper strips, to create a "bridge" effect.

2.4. CONCEALMENT OF ANOMALIES

Eliminating the anomalies, in this case, means the repair of cracks, with no need to proceed to a previous elimination of its causes. The stabilized cracks can be filled with mastic, preferably elastic; however, for non-stabilized cracks, in general, a more complex procedure is recommended:

- Treatment of the affected zones by creating recesses in masonries or in coatings, in accordance with the cracks;
- Application of adhesive tapes along the cracks, to create a "bridge" over the cracks;
- Application of textile bands pasted solely on the exterior lateral bands in strips, serving as reinforcement to the coating of the not adherent zone to the support/wall, correspondent to the "bridge" created;
- Application of coating, re-covering the treated areas, ensuring continuity with the remaining area of the wall's surface.

These methods for the elimination of cracks, despite their seeming complexity, are probably the simplest actions of repair because they involve many other tasks when there are other types of similar pathological manifestations (disaggregations, efflorescences, moulds, etc.). There are, however, situations of very thin and non-evolutionary cracking in which the repairing is done by simple decorative finishing (paint, for example [05]).

The repair of cracks must be complemented by the repair of wall coatings, studied, case by case, according to the materials and the conditions of applications of hydraulic or synthetic plaster, exterior thermal insulation, ceramic coating of red clay bricks, tiles and related coatings, stones, smooth and textured paints, with or without projected loads, stucco, etc.).

2.3. SUBSTITUTION OF AFFECTED ELEMENTS AND MATERIALS

This is the most radical solution, but its utilization in walls is limited, in general, to coatings and complementary elements (window-sills, staples, etc.) and to the substitution of restricted areas of walls with bricks in view, when the cracking goes through the bricks. The demolition and subsequent full reconstruction of walls is only justified in situations of generalized cracking that, on its own or in conjunction with other anomalies, puts in question the wall's stability.

When choosing the substitution of materials, full or partial, or building elements to repair the cracks, it is fundamental to adopt, at conception and execution, the preventive measures, previously recommended for each situation for these new elements.

The option for one of these types of interventions, as well as the technique to achieve them- further discussed based on Paiva's point of view [03] – presupposes a previous evaluation of the type of crack, according to different points of view [04]:

- The type of cause (defect of construction, intrinsic cause to the constructive element or external cause);
- The distribution of the cracks and their degree of stability (isolated or distributed cracks, stabilized or non-stabilized);
- The consequences of the cracks (lack of water tightness, decreased strength or stability of construction work, accelerated degradation of materials, aesthetic defects, psychological drawbacks, etc.);
- The type of wall (facade wall, interior wall, plastered wall, wall with ceramic coating, wall with bricks in view, etc.).

Types of corrective intervention of crack-	Exterior walls	Interior walls	Exterior walls finishing	Interior walls finishing
Elimination of anomalies	YES	YES	YES	YES
Substitution of the elements and materials	-	-	YES	YES
Concealment of anomalies	YES	YES	YES	YES
Protection against aggressive agents	-	YES	-	-
Removal of the anomalies' causes	-	-	-	-
Strengthening of the functional characteristics	-	-	-	-

Table 1: types of corrective interventions of non-structural cracking of masonry walls [03]

In regards to any construction anomaly different attitudes are possible, from total disregard to a deep and radical intervention. In general, this second attitude presumes, on the one hand, high costs and, on the other, a clear knowledge of the anomalies' causes, which are not always easy to obtain. The authors divide themselves on this subject. Paiva [03] identifies the most effective attitudes toward each type of anomaly of building; from this synthesis, comes table 1 in which only the information concerning the cracking of non-structural walls and their finishing is presented.

2.1. INTERVENTION TYPES

2. CORRECTIVE PROCEDURES FOR CRACKED MASONRY WALLS

1. GENERALITIES

The repair of cracked walls can be integrated into an extensive intervention of the building's rehabilitation or, on the contrary, can be reduced to a local repair of one or several fissures/cracks. According to Canha da Piedade [01] it is always necessary to establish the minimum functional requirements intended with a rehabilitation process, before it is begun, running the risk of reaching costs and cost-quality relations inadmissible for the type of building, attending to its condition, its function and its patrimonial value. This global clarification of expectations, in reference to rehabilitation, is only significant if followed, in a latter stage, by a set of careful technical operations, which ensure not only the repair of anomalies, but also its durability.

In many processes of rehabilitation, including several on an urban scale, it has been verified that cracking is a common defect. Calejo [02] classifies this situation as "re-pathology" and assigns blame to the non-existence of a repair project, in which the diagnosis of the causes, the planning of actions and the respective technical specifications, with written and drawn documents, carefully adapted to each case are stated.

The topic of building rehabilitation, in general, and about cracked walls, in particular, is not only vast, but also evolutionary, emerging often in new materials and rehabilitation techniques, whether directed to traditional walls, or to most recent solutions, whose exhaustive treatment transcends this approach. It is useful to remember and synthesize the general philosophy of interventions of non-structural anomalies, applied, whenever possible, to the case of cracking of masonry walls. It has been verified, indeed, that, in several cases of recurrence of construction defects, not only were the appropriate techniques of rectification of the observed defect not followed, but the most elementary rules of rehabilitation were also disrespected.

Now, that it is increasingly scarce the investment both in construction and in research, it is imperative that the scientific communities back to work for and with professional communities, solving urgent problems of contemporary reality, using as laboratory the works to be able to validate hypothesis that will appear on their desks, to ensure continuity of construction work and research.

Barbara Rangel, September 2013

The collection "Livros d'Obra" came to offer a day to day working tool for those involved with the construction and maintenance of buildings, resulting from scientific researches about technology, management and maintenance of buildings either in work or in service. In the first edition of "Livros d'Obra" were presented **Simplified Methods of Diagnosis Anomalies in Buildings**, a research undertaken by Prof. Vitor Abrantes and Prof. Raimundo Mendes da Silva, where we can learn to analyse the building anomalies and propose strategies for their repair. The spectrum of readers of this work has reached diverse professionals related to construction, from engineering and architectural designers to constructors specialized in buildings' rehabilitation, even managers and directors related with the maintenance of buildings and condominiums. This wide reach came to confirm the importance and value of the books "Livros d'Obra" in times that to construction's industry almost only is remaining the maintenance and rehabilitation of buildings, and to reinforce the need to bring to the "ground" these scientific researches to the maintenance of buildings.

After learning to observe and analyze the signs of the anomalies in buildings through the previous edition, now are presented the solutions to solve one of the most common problems concerning the exterior of buildings, the cracking of exterior walls surfaces. Giving continuity to the simplified methodology of diagnosis anomalies in buildings, in this second book "**LVO#02 - Repair of cracked walls**" are organized the repair strategies of cracked walls by the illustration of several techniques in order to structure in a sustained manner the specification sheets. As nowadays it is no longer possible to find solutions with the building constructors during the work progress, this support to the decision of the several interventions is essential to validate and ensure the quality of each proposed task for the constructive process. In this book, the authors propose a set of specifications sheets about cracking repair, which will surely be an excellent support in the buildings rehabilitation projects of architects, engineers, managers or developers. This operational synthesis is only possible when we can cross in authors, a wide professional experience achieved from the intervention in numerous rehabilitation works as consultant and engineer, with a long involvement in scientific research about building rehabilitation, characteristic of the path of Prof. Vitor Abrantes and Prof. Raimundo Mendes da Silva.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Dr^a Helena Garcia and Dr^a Cristina Nunes, the translation and review into english of this second book.

CONTENTS

LVO#02 PREFACE . 7

1. GENERALITIES . 9

2. CORRECTIVE PROCEDURES FOR CRACKED MASONRY WALLS . 10

2.1. INTERVENTION TYPES . 10

2.2. THE ELIMINATION OF ANOMALIES . 11

2.3. SUBSTITUTION OF AFFECTED ELEMENTS AND MATERIALS . 11

2.4. CONCEALMENT OF ANOMALIES . 12

2.5. PROTECTION AGAINST AGGRESSIVE AGENTS . 12

2.6. ELIMINATION OF THE CAUSES OF THE ANOMALIES . 12

2.7. REINFORCEMENT OF THE FUNCTIONAL CHARACTERISTICS . 13

3. CRACK REPAIR STRATEGIES . 14

3.1. INTRODUCTION . 14

3.2. BASIC TECHNIQUES . 14

4. ILLUSTRATION OF REPAIR AND STABILIZATION TECHNIQUES OF CRACKS AND

SAMPLE CASES DISCUSSED . 18

5. SAMPLE SPECIFICATION SHEETS ON CRACK REPAIR . 29

5.1. "BRIDGE" REPAIR OF CRACKS (SEE ILLUSTRATION SHEET A1) . 29

5.2. LOCAL STABILIZATION OF MASONRY WALLS WITH INSERTION OF EMBEDDED

HORIZONTAL STEEL REINFORCING BARS/ANCHORS (SEE ILLUSTRATION SHEETS A2 AND

A3) . 31

5.3. LOCAL STABILIZATION OF MASONRY WALLS WITH STAPLES ON THE WALL PLANE (SEE

ILLUSTRATION SHEETS A4 AND A5) . 32

5.4. LOCAL DEMOLITION OF MASONRY WALLS WITH SUBSEQUENT RECONSTRUCTION WITH

REINFORCED MASONRY . 33

José António Mendes da Silva
Vitor Abrantes

REPAIR OF CRACKED WALLS

Livros d'Obra
LVO#02

Editor : GEQUALTEC / Cadernos d'Obra

Collection . Livros d'Obra

Editorial collection coordination . Vitor Abrantes and Bárbara Rangel

Lvo#02

Authors : José António Mendes da Silva, Vitor Abrantes

Design . Incomun

Translation . Helena Garcia / Cristina Nunes

Printing and binding . Cromotema

1st edition . 2013

Depósito legal n.º

ISBN . 978-989-98633-0-9

© José António Mendes da Silva, Vitor Abrantes

© GEQUALTEC / Cadernos d'Obra

Rua Dr. Roberto Frias . 4200-465 Porto

<http://www.cadernosdeobra.com>

All rights reserved. The reproduction of articles, figures or photographs without the written authorization from the authors is strictly forbidden. The exactness of the information, the copyright of the images, the sources of footnotes, as well as the bibliography, is of the responsibility of the authors, therefore the editors cannot assume any type of responsibility in the case of eventual errors or omissions.

Livros d'Obra
LVO#02