

### III.6.3 STATO LIMITE ULTIMO (SLU) ( C.A. eMURATURE)

Nei riguardi del terreno, il calcolo SLU è già intrinsecamente compreso in quello SLE sopra svolto, come verifica geotecnica .

Nei riguardi della struttura in c.a. ci si limita ad evidenziare la verifica per evitare la rottura per taglio fragile, in presenza di sisma, come effettuato per la trave di fondazione.

Per inclinazione  $i$  del pendio di monte e paramento del muro verticale, il collasso si verifica se fosse indefinito per:

$$tgi \geq tg\varphi - tg \frac{a_{gx} / g}{1 - a_{gz} / g}$$

essendo  $a_{gx}$  la componente ondulatoria e  $a_{gz}$  quella sussultoria.

La figura G26 delinea la verifica statica grafica di un pendio ,non indefinito,evidenziando ancora l'importante ruolo della superficie piezometrica della falda acquifera.

Il coefficiente di spinta attivo, per spostamenti ciclici non impediti del muro, inglobando nel terrapieno, in prima approssimazione ,anche l'inerzia del muro, (v. figura in copertina della III parte)sale a :

$$K_{aE} \approx K_a + a_{gx} / g$$

con distribuzione pressoria delle spinte inerziali massima in sommità e nulla alla base, al contrario del distribuzione statica, e con braccio della spinta che, sempre in prima approssimazione ed in sintonia con lo scuotimento ,s'innalza da  $h/3$  a  $2h/3$ .

Si ricorda che il coefficiente di spinta attivo  $K_a$  è funzione dell'angolo  $45^\circ - \varphi / 2$  ovvero dell'angolo medio fra quello di natural declivio  $\varphi$  per cui il pendio è ancora possibile e l'angolo di  $45^\circ$  per cui la componente gravitativa secondo un piano inclinato bilancia quella normale al piano stesso.

Il rapporto altezza su base ,diagrammato in fig. G 22, è dell'ordine di:

$$\frac{h}{b_E} = \frac{h}{b} = \frac{(tg\varphi - a_{gx} / g)}{tg\varphi} \cdot \frac{K_a}{K_{aE}}$$

Il taglio sollecitante massimo viene:

$$V_{sd} = \frac{2}{3} K_{aE} \gamma h^2 = 0,67 \cdot (0,2 + 0,35) 19 \cdot 5,5^2 = 212 \text{ kN} / \text{m}$$

Il taglio resistente, per  $\gamma_{Rd} = 1,2$ , per evitare la rottura fragile deve risultare:

$$V_{rd} = 1,2 \cdot 212 = 254 \text{ kN} / \text{m} < V_{rd}' = 0,6 \cdot 45 \cdot 100 \cdot 0,1 = 270 \text{ kN} / \text{m}$$

essendo 45cm lo spessore senza copriferro del muro alla base.

L'armatura a taglio viene pertanto quella costruttiva limite a fessurazione

$$A_{st} = \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} \Delta_{sx} \Delta_{sz} = \frac{0,2}{44} 20 \cdot 25 = 2,26 \text{ cm}^2 = 1 \text{ traver sin o } \Phi 12 / 20 \times 25$$

disposti a quinconce, per cucire le armature all'intradosso e all'estradosso della parete, da diradare con il ridursi del taglio, rispetto all'interasse sopra valutato  $\approx 10 \Phi 12 / \text{m}^2$  per la fascia basale della parete.

Per inciso rapporti simili di cucitura sono indicati anche per il consolidamento, in zona sismica, delle murature per consentire di legare intonaci cementizi rinforzati con reti elettrosaldate.

Si richiama in merito, che tale tecnologia funziona solo se le armature confluiscono nei vincoli di appositi cordoli, se si vuole "copiare" il c.a. Per realizzare questi ultimi si devono però fare demolizioni praticamente selvagge, oltre alle intense perforazioni per le cuciture dei muri, che staticamente non si sentono affatto aiutati dalla nuova pelle aggiunta, oltretutto rigida e non traspirante, in quanto le tensioni vi migrerebbero solo in caso di sisma.

Se poi l'intervento non è iperstatico, ma cosmetico, si stravolge anche l'adattabilità plastica ed attritiva delle murature.

L'iperstaticità infine desta sollecitazioni di pressoflessione e quindi delle non gradite trazioni, che potrebbero essere eluse dall'isostaticità originaria, per cui il rinforzo resisterebbe a trazioni destinate da esso stesso!

Per tali aspetti gli interventi di placcaggio giuntato descritti nelle figure 15 a,b, progettati dallo scrivente per consolidare sia le murature che il c.a. specie nei vincoli, appaiono più efficaci, soprattutto se si devono fare nuovi intonaci.

Nel caso di murature da lasciare in vista , secondo i canoni del restauro, si può ricorrere ad una serie di capochiavi diffusi trversalmente, in vista e murati negli interventi tradizionali di "scuci e cucì".

Tali interventi riguardano edifici con piccoli periodi propri , ovvero di pochi piani ricadenti all'inizio dello spettro , poco amplificato rispetto

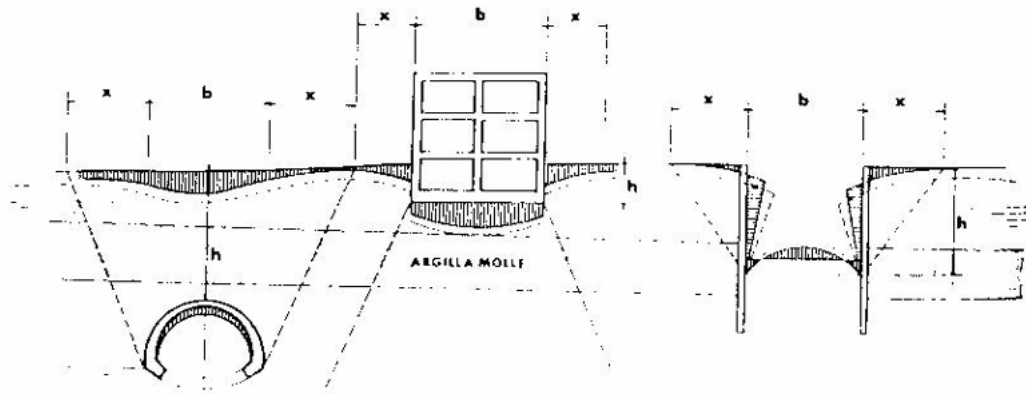
all'accelerazione a terra ( $v$ , fig. 11 in I.4 ) In particolare le protesi possono essere localizzate, dosandone le rigidzze , in modo da centrare il centro delle rigidzze globali con il baricentro, il quale può anch'esso essere modificato ad esempio alleggerendo l'opera di eventuali superfetazioni.

Interventi i di consolidamento delle murature incentrati sull' isolamento con smorzatori sismici ad esempio dell'intera fondazione, possono essere placcati ai bordi del nuovo giunto , per contemperare la delicata esecuzione.

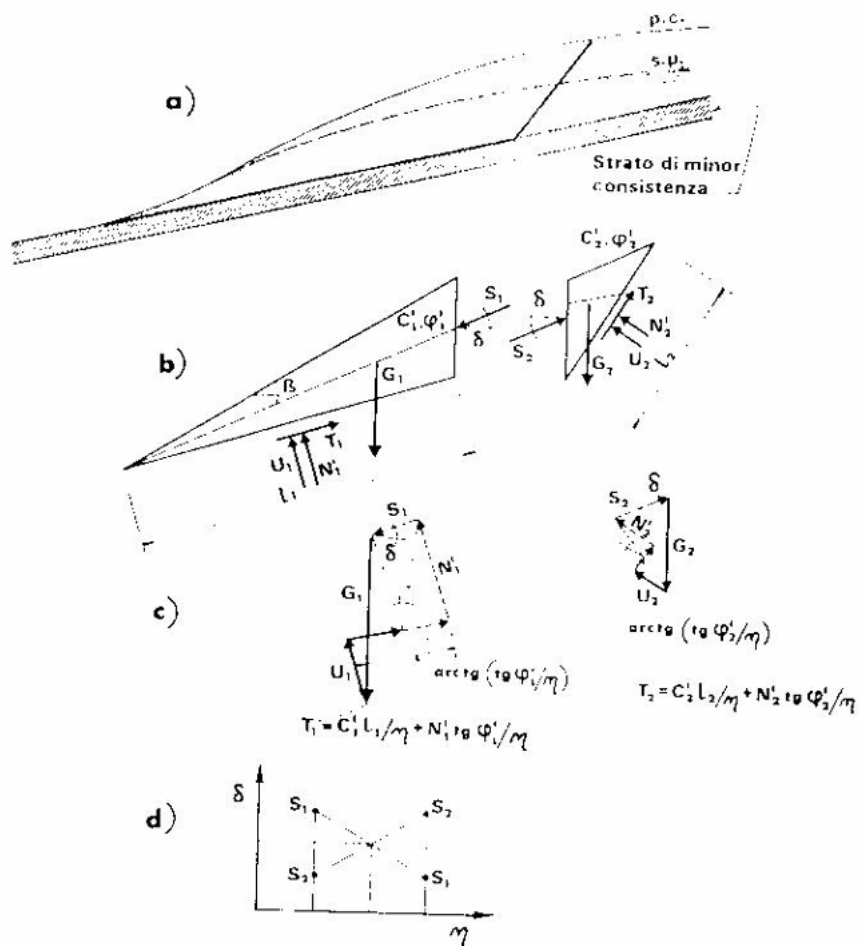
Gli interventi di placcaggio servono anche per opere che hanno subito forti rimaneggiamenti nel tempo , specie se la tessitura muraria è di consistenza incerta e degradata, o/e se le murature hanno subito sensibili cedimenti differenziali del terreno (Fig. G 15).

Con i muri antichi in muratura ,è infine conveniente ,ove possibile, alleggerirli con scavi archeologici, anziché ricoprirli in c.a., rifacendo i drenaggi ed il disciplinamento delle acque.





Schema delle deformazioni del terreno nell'intorno di scavi sia a cielo aperto che chiusi e loro zone d'interferenza con opere sottostanti. La linea a tratto indica l'iteroamento delle deformazioni provocate dal l'abbassamento della falda idrica.



a, scottimento di un pendio indebolito da uno strato di minore resistenza; b, prismi e forze agenti; c, poligoni d'equilibrio dei vari prismi; d, ricerca del coefficiente di sicurezza comune ai due prismi

**ig. G 26** Interferenza fra opere, in particolare in falda acquifera, ed analisi statica grafica della stabilità di un pendio con acquifero.