

Su un caso di umidità e di infiltrazioni verificatosi nei sotterranei di un grandioso stabilimento di beneficenza, e sulle misure state prese per togliere l'inconveniente.

Un vasto edificio, di cui si dà il piano dimostrativo nella TAV. III, figura 1, consta di un primo corpo di fabbrica *A*, di un secondo corpo di fabbrica diviso nelle due parti *B* e *C*, e di un terzo corpo di fabbrica *D*.

Si ha ingresso all'edificio attraversando i casotti *a* e *b*, da cui si passa nel cortile con aiuole *E* e quindi nel corpo di fabbrica *A*. Un corridoio coperto *e* mette in comunicazione questo primo col secondo corpo di fabbrica, e, fra le due parti *B* e *C* di quest'ultimo, esiste pure un corridoio *d*, il quale non è altro che una continuazione del primo. Fra il corridoio *d* ed i due fabbricati *B* e *C* si trovano i cortili *F* e *G* ed un altro cortile esiste in *H* circondato a tramontana dal secondo ed a mezzodi dal terzo corpo di fabbrica, a levante ed a ponente dai corridoi coperti *e* ed *f*. Finalmente l'intero edificio è disposto nell'interno di una vasta superficie attorniata da muri di cinta.

I sotterranei di questa costruzione, i quali ricevono luce da finestre che esternamente e nei cortili si presentano alle basi dei muri delle varie fronti, sono destinati ad uso di legnaie, di magazzini per coperte da letto, di depositi per materie alimentari e di cucine; cosicché una

eccessiva umidità li renderebbe disadatti alla loro destinazione e sarebbe di grave incaglio al regolare servizio dello stabilimento.

All'atto dell'esecuzione del grandioso edificio non si ebbe alcun segno della possibilità di umido eccessivo e tanto meno di infiltrazioni nei sotterranei, e da tutti si riteneva come certo che avrebbe bastato, per mantenerli affatto asciutti, sani ed in condizioni da poter lodevolmente soddisfare alla loro destinazione, un semplice collettore o fosso coperto *g* con alcuni canaletti di ramificazione pure coperti ed estendentisi sotto i pavimenti. I canaletti onde raccogliere le acque che accidentalmente avrebbero potuto penetrare nei sotterranei; il collettore *g* per scaricarle in *h* in un canale che scorre parallelamente al muro *k* al di là della strada *l* e della discesa o scarpa *L*.

Dopo circa due anni dall'esecuzione delle opere murali, con generale sorpresa, si videro comparire tracce di tanta umidità ed infiltrazioni così abbondanti dai muri e dal suolo da diventare urgente il bisogno di risanare i sotterranei e principalmente i locali destinati per deposito di materie alimentari e quelli ad uso di cucina. Trattandosi della risoluzione di un problema molto serio, furono intesi gli avvisi di vari ingegneri sulla natura ed importanza delle opere di prosciugamento e di risanamento, e si concluse per un sistema che si può dire un misto di quelli stati proposti.

Questo sistema, applicato a quella parte dei sotterranei in cui esistono le cucine colle loro pertinenze, ha dato buoni risultati. Per questo motivo, alla guisa di un progetto di massima, ma senza la benché minima pretesa di far conoscere un sistema nuovo e tanto meno da me proposto, giacché è il risultato degli avvisi di distinti ingegneri che altamente apprezzo per le cognizioni scientifiche e pratiche di cui sono forniti, mi sono deciso di esporlo a questa rispettabile Società accennando alle cause dell'u-

midità e delle infiltrazioni, ai ripieghi per togliere queste ultime, ed ai mezzi per liberarsi dalle infiltrazioni non solo, ma ben anche dall'umidità.

1. — *Cause dell'umidità e delle infiltrazioni.* — Il terreno sul quale è costruito il fabbricato a cui si riferisce la presente relazione è di natura essenzialmente argillosa e, dalla sua superficie fin sotto le fondazioni dell'edificio, si mostra costituito: da uno strato superiore di terra argillosa attraversata da numerose fenditure verticali in tempi asciutti, di costituzione granulosa, disaggregata a guisa di rottame in molti siti e frammista a piccoli filoni di materia nerastra permeabile all'acqua; di uno strato inferiore di terreno tufaceo, omogeneo, duro, resistente, senza apparenti fenditure nel senso verticale e con evidenti indizi di essere impermeabile all'acqua.

Quasi tutti i laterizi stati adoperati nella costruzione del grandioso edificio furono fabbricati sul luogo mediante terra scavata in gran parte entro il suo recinto, spingendo gli sterri a differenti profondità. Segue da ciò che, per raggiungere l'attuale superficie del terreno, occorsero riempimenti di svariate altezze, i quali si trovano ora su una superficie con molte ondulazioni ed accidentalità; e questa superficie è quella che superiormente limita lo strato di terreno tufaceo impermeabile sopra indicato.

Combinando le circostanze della permeabilità dello strato superiore, dell'irregolarità della superficie sulla quale esso è stabilito e dell'impermeabilità dello strato inferiore, risulta: che le acque piovane, venendo copiose alla superficie del terreno, giacché in gran parte sono su essa scaricate anche quelle raccolte dai tetti dell'edificio, si fanno strada attraverso agli interstizi, alle fenditure ed ai filoni permeabili che s'incontrano nello strato superiore; arrivano alla superficie ondulata ed impermeabile dello strato sottostante; e di necessità finiscono per riunirsi nelle bassure della superficie medesima come in altrettanti serbatoi. Alcune di queste bassure sono attraversate dai

muri perimetrali dell'edificio, e sono quelle appunto che portano l'acqua, la quale è causa dei due lamentati fenomeni dell'umidità e delle filtrazioni manifestatesi nei sotterranei.

A spiegare come ebbero principio e come continuarono in seguito gli accennati fenomeni, valgono le seguenti considerazioni. Le prime acque piovane, cadute alla superficie del terreno che circonda il fabbricato, incominciarono ad attraversare lo strato superiore permeabile, a portarsi in piccola quantità nelle bassure della superficie del sottostante strato impermeabile, a riempire in parte i bacini da esse formati e quindi anche quelli limitati ai muri perimetrali. Essendo, sulle prime, queste acque in piccola quantità e quindi non elevandosi a grande altezza contro le facce dei muri verso terra, nei primordi della costruzione le malte interposte fra i mattoni dei muri dei sotterranei si mostrarono sufficienti per impedire le filtrazioni, e tutto al più apparvero qua e là alcune tracce di umido quali si riscontrano in quasi tutti i sotterranei, ma tali da non destare apprensioni e da non far presagire ulteriori inconvenienti.

Cadendo nuove acque piovane sulla superficie superiore dello strato permeabile, a poco a poco si effettuò il riempimento delle bassure suindicate, notevolmente s'accrebbe l'altezza dell'acqua contro i muri perimetrali, la pressione di queste valse a distruggere la coesione delle malte già affievolite, perché non idrauliche, per l'umidità e per l'acqua di cui già da qualche tempo si trovavano investite, e quindi le infiltrazioni che si manifestarono nel passato inverno e che tuttora continuano in alcuni siti attraverso ai muri perimetrali dell'edificio. Ma c'è di più: le acque portatesi contro i muri dei sotterranei, in alcune località penetrarono fra gli interstizi esistenti fra il muro stesso ed il terreno costituente lo strato inferiore, raggiunsero il livello delle fondazioni e quindi, attraversando i piccoli meati che, a guisa di canaletti, solcano la superficie di

posa delle fondazioni stesse, apparirono come tuttora appaiono in alcuni siti dei sotterranei sotto forma di surgive.

Messo in evidenza da quali cause provenivano e come succedevano le infiltrazioni dei sotterranei, si arrivò alle seguenti conclusioni: che l'indicato inconveniente non era tale da ripetere la sua origine da fatti straordinari ed accidentali; che non si doveva confondere con quella naturale umidità che, per effetto di porosità, s'incontra non solo nei muri dei sotterranei dei nostri fabbricati, ma talvolta anche nei muri del piano terreno; che esso si doveva principalmente attribuire alla qualità delle terre formanti lo strato superiore, alla conformazione della superficie sulla quale queste terre erano collocate ed all'impermeabilità dello strato inferiore; che le infiltrazioni indubitabilmente si sarebbero manifestate ogni qual volta si avrebbero piogge di qualche entità; che non eravi speranza, col lasciare le cose nello stato primitivo, di vederle cessare; che, facendosi col tempo più ampi i canaletti per cui i trafiletti avevano luogo attraverso ai muri e sotto le fondazioni, l'inconveniente sarebbe diventato più grave, ma di minore durata.

2. — *Concetto a cui sono informati i mezzi stati proposti per togliere le infiltrazioni e l'umidità.* — Conosciute le cause ed il modo delle infiltrazioni, fu mestieri pensare ai mezzi di togliere o, per meglio dire, di opporsi a che esse si portino a danneggiare i sotterranei. Per raggiungere l'intento fu proposto di fare in guisa che le acque, le quali attraversano lo strato superiore impermeabile, siano raccolte da fogne prima di portarsi in contatto dei muri dei sotterranei e che immediatamente si trovino immesse, o in un ben combinato sistema di condotti atti a scaricarle nel sottostante canale *K* (fig. 1), o in pozzi di assorbimento capaci di smaltirle attraverso allo strato sabbioso e ghiaioso che si trova sotto il terreno tufaceo, compatto ed impermeabile.

Sia poi che le dette fogne si stabiliscano contro i muri

dei sotterranei, sia che si facciano a piccola distanza dai muri medesimi lasciando un certo volume di terra, sempre succederebbe che la naturale umidità esistente nelle fogne, segnatamente in tempi di piogge, si trasmetterebbe anche all'interposto terreno e quindi ai muri; cosicché si toglierebbe coll'accennato sistema l'inconveniente delle filtrazioni, ma non quello dell'umidità. L'aria soltanto può servire per togliere affatto o almeno per rendere minimo l'inconveniente di questa ultima, e quindi fu suggerito di isolare i muri, facendo fra essi ed il terreno un'intercapedine in cui possa liberamente circolare l'aria, e da cui si trovi affatto allontanata la presenza dell'acqua.

3. — *Fogne per togliere le infiltrazioni.* — In quei siti, nei quali basta di opporsi alle infiltrazioni senza preoccuparci di quello stato di umidità che generalmente incontrasi in tutti i sotterranei, si credette conveniente di suggerire un semplice sistema di fogne attorno ed a piccola distanza dai muri perimetrali, colle seguenti prescrizioni.

Queste fogne avranno sul loro fondo un condotto di calcestruzzo o di buona muratura affatto impermeabile con fenditure nella parte più alta delle sue sponde e coperto da lastre di pietra di forma irregolare e non perfettamente unite. Al di sopra di questo condotto e fin presso la superficie del terreno, le fogne si riempiranno con pietre spaccate e grossi ciottoli in modo che fra esse rimangano numerosi interstizi attraverso i quali le acque, che vengono per portarsi in contatto dei muri, possano trovare ampio sfogo e cadere in basso nel sottostante condotto. Il fondo di quest'ultimo sarà convenientemente inclinato onde scaricare le acque in canali raccoglitori destinati ad immetterle nel collettore principale che già si trova disposto secondo l'asse dell'edilizio, e fors'anche, principalmente per le fogne che corrono lungo i muri del perimetro esterno e che si trovano molto distanti dall'indicato collettore principale, onde incamminarle a cadere entro appositi pozzi assorbenti da stabilirsi in *m, n, o, p, q*

ed *r* in numero di tre per ciascun) dei due lati di levante e di ponente dell'edifizio.

La superficie superiore del terreno poi, a partire dalle facce, esterne dei muri presso i quali si fa il drenaggio, si coprirà con un ciottolato in bagno di malta oppure con un pavimento di lastre di pietra od anche di buon asfalto, inclinato in modo da allontanare le acque piovane dai muri stessi.

Le acque, raccolte dalle grondaie dell'edilizio e scaricate dai tubi di discesa disposti nel senso dell'altezza dei muri, in nessun sito si lasceranno sortire e vagare alla superficie del terreno; ma direttamente col prolungamento dei detti tubi, o si immetteranno in canali coperti per scaricarle dove saranno per riuscire innocue all'edifizio, o si porteranno nei condotti delle fogne. Quest'ultima maniera poi si reputa più conveniente della prima, sia per l'economia che permette di realizzare col risparmio di canali speciali per lo acque piovane, sia perché la loro immissione nelle fogne al sopravvenire di acquazzoni temporaleschi efficacemente contribuisce a mantenere espurgato tutto il sistema dei condotti per lo smaltimento delle acque d'infiltrazione.

La profondità delle fogne sarà determinata dalla natura dello strato vergine di terreno tufaceo in cui furono scavati i sotterranei. Se questo strato si riconosce non attraversato da fenditure, senza interposizioni sabbioniche, omogeneo, compatto ed impermeabile all'acqua, si affonderanno le fogne in modo che il solo condotto in muratura sia in esso incassato come risulta, in sezione trasversale, dalla figura 2. Se invece nel detto strato si riconosce il benché minimo indizio di permeabilità, è indispensabile di affondare le fogne fin sotto le fondazioni dei sotterranei e di tanto che i muricciuoli, i quali costituiscono le sponde del condotto, si trovino colla loro faccia superiore elevata non più di metri 0,12 al di sopra del livello del piano di fondazione come appare dalla fig. 3.

4° *Intercapedine e fogne per togliere le infiltrazioni e l'umidità.* — Attorno alle cucine, ai depositi di materie alimentari e di oggetti che soffrono l'umidità, non che in quelle parti dei sotterranei che devono essere abitate dal personale di servizio, oltre di opporsi alle infiltrazioni, bisognava anche premunirsi contro i danni di una eccessiva umidità, e, per raggiungere l'intento, fu proposto di isolare i muri dei sotterranei con un'intercapedine ed una fogna fra l'intercapedine ed il terreno come in sezione trasversale appare dalla fig. 4, seguendo le seguenti prescrizioni generali.

L'intercapedine sarà fatta con un muro a scarpa M portante un volto V e rinforzato da appositi archi V posti a circa metà altezza del muro stesso. A distanze comprese fra 20 e 40 metri vi saranno aperture coperte con pietre a trafori per la libera circolazione dell'aria; ed il fondo dell'intercapedine sarà inclinato verso la fogna in modo che, venendo in quella a presentarsi una quantità d'acqua anche minima, immediatamente possa questa passare nel condotto della fogna per le aperture a che di tanto in tanto si troveranno nel muro M .

La fogna sarà, come già si è detto, compresa fra il terreno ed il muro M e sarà fatta in modo analogo a quelle già descritte nel precedente numero.

Non occorre dire che anche il fondo di queste fogne dovrà presentare tali inclinazioni da riuscire facile lo scarico delle acque da esse raccolte nel collettore principale o in pozzi assorbenti.

I tubi verticali, destinati allo smaltimento dell'acqua dai tetti, non si scaricheranno nell'intercapedine, giacché si vuole che questo spazio sia unicamente destinato alla circolazione dell'aria; ma sibbene nel condotto posto nel fondo della fogna. Questo condotto poi dovrà essere talmente disposto che il piano superiore delle sue sponde non si trovi più elevato del piano delle fondazioni del muro dell'edilizio, salvo ben inteso le eccezioni che al-

l'atto pratico possono essere consigliate da circostanze particolari.

I muri non si copriranno con un intonaco di cemento su quelle loro pareti che si trovano nell'intercapedine, ma si conserveranno quali saranno per risultare dopo aver tutte le terre contr'essi appoggiate, o tutto al più vi si farà un rinzafo o una profilatura, giacché le disposizioni state suggerite per mantenere asciutta l'intercapedine renderebbero quasi inutile il dispendioso lavoro dell'intonacatura di cemento.

Le dimensioni relative all'intercapedine ed all'addossata fogna risultano dalla figura 4 ed in parte anche dalla figura 5, la quale ultima rappresenta la sezione trasversale in corrispondenza di un pozzetto per la circolazione dell'aria.

La maggiore o minore pendenza della retta cd dipende dalla maggiore o minore profondità che si può dare ai condotti C , profondità la quale è determinata dai punti più bassi in cui essi devono smaltire le acque raccolte. In caso di bisogno, la retta cd può anche avere il suo estremo e di qualche poco sopra il livello del pavimento dei sotterranei.

5° *Osservazioni sul collettore principale già esistente nel senso dell'asse dell'edificio, sui collettori secondari, sui pozzi assorbenti e sui pozzetti d'espurgo.* — Il collettore principale g (fig. 1), che già si trova costruito nel senso dell'asse dell'edificio e che versa le acque raccolte nel sottostante canale K , essendo stato fatto senza pensare alla possibilità delle lamentate infiltrazioni, fu trovato con dimensioni e pendenza un po' piccole, quando in esso si volessero immettere le acque raccolte da tutte le fogne, giacché in tempi di piogge dirette e continue, come pure di acquazzoni temporaleschi, a mala pena potrebbe smaltire tutte le acque che vi apportano i tubi discendenti dalle grondaie del tetto. E sarebbe prudente di aumentare la sua pendenza, oppure di ricorrere al

partito di disperdere mediante pozzi assorbenti le acque provenienti dalla maggior parte delle fogne poste al perimetro esterno del fabbricato.

Alcuni canali o collettori secondari, destinati ad immettere le acque da essi raccolte nel collettore principale, si trovarono ingombri in molti punti ed in tale stato da non poter più funzionare. Per questo motivo fu proposto che, volendosi mettere i condotti delle fogne in comunicazione col collettore principale, si facessero nuovi canali raccoglitori o collettori secondari, con tali modalità da non riuscire difficile il loro espurgo in caso di ostruzione. Fu prescritto che i pozzi assorbenti, da costruirsi quando si volesse conservare il collettore come ora si trova, dovessero raggiungere il sottostante terreno sabbioso o ghiaioso, ed elevarsi fino alla superficie del terreno dove sarebbero coperti da apposito chiusino. E questa disposizione si è giudicata necessaria per rendere facile lo spurgo dei pozzi quando, a motivo dei depositi che potrebbero lasciare le acque sul loro fondo, si trovasse rallentato od impedito il loro smaltimento nel sottostante terreno permeabile.

Anche nei condotti delle fogne potrebbero verificarsi interrimenti da rallentare od anche da impedire il corso delle acque che in essi devono poter liberamente defluire; e, onde premunirsi contro i danni di questi depositi, giova fare in modo che essi abbiano luogo in determinati siti dai quali sia possibile l'estrazione. Per raggiungere l'intento si suggerì di stabilire dei pozzetti nei punti più bassi dei condotti medesimi, col loro fondo di qualche decimetro sotto quello dei condotti ed apribili superiormente col togliervi apposito chiusino.

6° *Conclusioni.* — Riassumendo, si venne alle seguenti conclusioni:

1° Che bisognava provvedere per liberare dalle infiltrazioni tutti i sotterranei dell'edificio;

2° Che nelle cucine, nei depositi di materie ali-

mentari e di oggetti i quali possono essere danneggiati dall'umido e nei locali continuamente abitati dal personale di servizio, bisognava pensare di togliere le infiltrazioni non solo, ma anche l'umidità delle muraglie;

3° Che le fogne costituenti un drenaggio presso i muri perimetrali dell'edificio si riputavano sufficienti per liberare dalle infiltrazioni la maggior parte dei muri medesimi;

4° Che, dallo strato di terreno sottostante a quello superiore permeabile all'acqua, bisognava prendere norma all'atto dell'esecuzione dei lavori per decidere se le fogne si dovevano scavare col solo condotto di muratura nello strato impermeabile (fig. 2) o se dovevano essere spinte fin sotto il piano di fondazione (fig. 3);

5° Che il sistema di un'intercapedine di risanamento, interposta ai muri da rendersi asciutti e ad una fogna di prosciugamento (fig. 4 e 5) si doveva solo serbare pei muri che circondano la parte centrale *M* (fig. 1) dei sotterranei, ossia dove esistono le cucine, ed i depositi di materie alimentari;

6° Che nel collettore principale, il quale trovasi disposto secondo l'asse dell'edificio, sarebbe stato conveniente di aumentare pendenza e dimensioni interne quando le acque portate dai tubi di scarico dei tetti, una volta immesse nei condotti delle fogne, tutte si volessero tradurre nel detto collettore;

7° Che volendosi mantenere inalterate pendenze e dimensioni del collettore principale, era conveniente smaltire gran parte delle acque raccolte dalle fogne che corrono lungo il perimetro esterno dell'edificio mediante pozzi assorbenti da stabilirsi in numero di tre per ciascuno dei due lati di levante e di ponente del fabbricato;

8° Che il partito di conservare inalterato il collettore principale e di ricorrere ai pozzi assorbenti si giudicava nel caso concreto il più conveniente;

9° Che, sia nel caso dell'immissione di tutte le

acque raccolte dalle fogne nel collettore principale, sia nel caso dello smaltimento di parte di queste mediante pozzi assorbenti, era necessario un ben inteso sistema di condotti di scarico delle acque delle fogne nel detto collettore;

10. Che sommamente importava disporre le cose in modo da non potersi verificare ristagni d'acqua nè depositi di materie limacciose lungo le fogne, e da riuscire facili gli espurghi dei diversi condotti e dei pozzi assorbenti;

11. Che ai piedi dei muri e per una lunghezza di ben 2^m,50, si doveva fare, a seconda della destinazione dei luoghi, un ciottolato con malta, o un lastricato o un pavimento di buon asfalto.

Torino, 1° dicembre 1875.

Ingegnere, CURIONI GIOVANNI.