ENGINEERING & ARCHITECTURE

A L F R E D O F E R R A R I I N G E G N E R E

CITTA' DI NETTUNO
INTERVENTI PER IL DISSESTO IDROGEOLOGICO

RIF.: 304_14

DATA: 12/06/2017

OPERE DI RIQUALIFICAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DELLA STRADA E DEL FOSSATO DEL FORTE SANGALLO

COMMITTENTE:	UFFICIO TECNICO COMUNE DI NETTUNO
RESPONSABILE DEL SERVIZIO:	ING. BENEDETTO SAJEVA
R.U.P.:	ARCH. FEDERICA SODANI
IL TECNICO:	DOTT. ING. ALFREDO FERRARI cell.:392 9973345 - fax: 0689026310 alfredoferraristudio@gmail.com alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it VIA COLLE CISPIO 39, ANZIO RM

PROGETTO ESECUTIVO

TAV.:

D1

OGGETTO: **VERIFICHE DI STABILITA'**

- **RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI CALCOLO**
- **INDAGINI PRELIMINARI E VERIFICHE DI SICUREZZA ANTE OPERAM**

IL R.U.P.	IL PROGETTISTA	IL D.L.

Sommario

1. Inquadramento generale 3

2. Esame di stabilità della falesia ante operam 3

2.1 Esame di stabilità globale 3

2.2 Esame di stabilità locale 4

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it

1. Inquadramento generale

Sono di seguito riportati le verifiche dello stato ante operam e post operam.

Dello stato ante operam sono stati analizzati sia la stabilità globale che quella locale.

L'intervento progettato elimina la possibilità dell'evoluzione dei fenomeni di distacco locale eliminando il problema dell'erosione da agenti atmosferici, ed allo stesso tempo confina gli elementi distaccati.

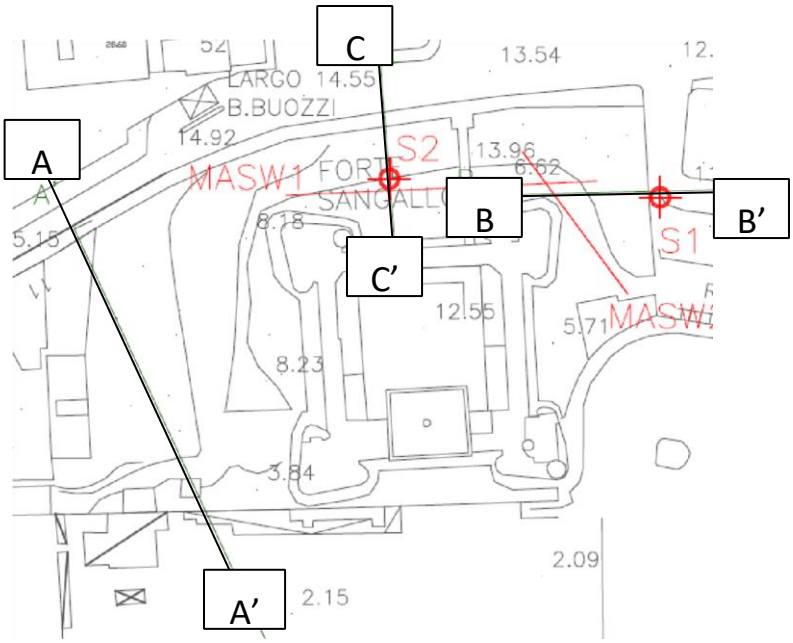
2. Esame di stabilità della falesia ante operam

2.1 Esame di stabilità globale

In accordo con il Geologo sono stati individuati i punti caratterizzati da maggiore criticità, e per questi è stata effettuata la verifica di stabilità globale con i metodi dell'equilibrio limite secondo quanto stabilito dalle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008.

Per le combinazioni di carico è stato utilizzato l'Approccio 1, combinazione di carico 2 (A2+M2+R2).

In appendice della relazione geotecnica sono riportate le verifiche di stabilità globale, sviluppate per il sito di studio e condotte con i metodi dell'equilibrio limite (metodo di Bishop).



La verifica, rappresentativa dello stato ante-operam, è stata condotta in presenza di sollecitazione sismica.

La sezione AA' non rientra nell'area oggetto del presente incarico.

La sezione BB' ha un fattore di sicurezza, rispetto a tutte le possibili superfici, in presenza di sisma, pari a 1.44. Tale valore si può ritenere accettabile e caratterizza tutto il fronte nord est del fossato, per il quale non saranno previsti interventi di consolidamento.

Inoltre la falesia appare per la maggior parte coperta da terreno di riporto con una pendenza tale da svolgere una adeguata protezione anche dall'azione degli agenti atmosferici.

La sezione CC' ha un fattore di sicurezza, rispetto a tutte le possibili superfici, in presenza di sisma, pari a 1.22. L'analisi globale pertanto fornisce valori accettabili seppur inferiori a quelli del fronte est. Si segnala la presenza della parete verticale della falesia, in cui sono stati rilevati evidenti lesioni e distacchi localizzati, come evidenziato nelle precedenti relazioni.

Le verifiche sono state effettuate con l'utilizzo del codice di calcolo Mac.Stars 3.0.

Sono stati effettuate sia le verifiche statiche (in assenza di sisma) che in presenza del sisma. Nel primo caso il valore del fattore di sicurezza minimo, ottenuto per tutte le possibili superfici, è pari a 1.096.

La verifica sismica ha evidenziato che in presenza delle sollecitazioni sismiche il pendio raggiunge condizioni di rottura.

Il fascicolo di calcolo è allegato alla relazione geotecnica.

2.2 Esame di stabilità locale

Oltre all'esame di stabilità globale è stato effettuato un accurato esame visivo per individuare eventuali cinematismi locali in cui risultasse superata la soglia di innesco e la cui evoluzione può causare il distacco di blocchi di roccia.

<u>Descrizione generale del fenomeno.</u>

Il distacco dei blocchi è fortemente influenzato dalle condizioni strutturali dell'ammasso (famiglie di discontinuità, persistenza, spaziatura), dalla geometria (giacitura e orientazione delle discontinuità rispetto al versante), dalle caratteristiche meccaniche (resistenza a taglio delle discontinuità, resistenza a trazione di eventuali ponti di roccia) e da eventuali sollecitazioni esterne (presenza di acqua in pressione nelle discontinuità, sismi, ecc.). Una volta avvenuto il distacco, la traiettoria seguita da un blocco è la combinazione di quattro processi principali: scivolamento e/o

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it

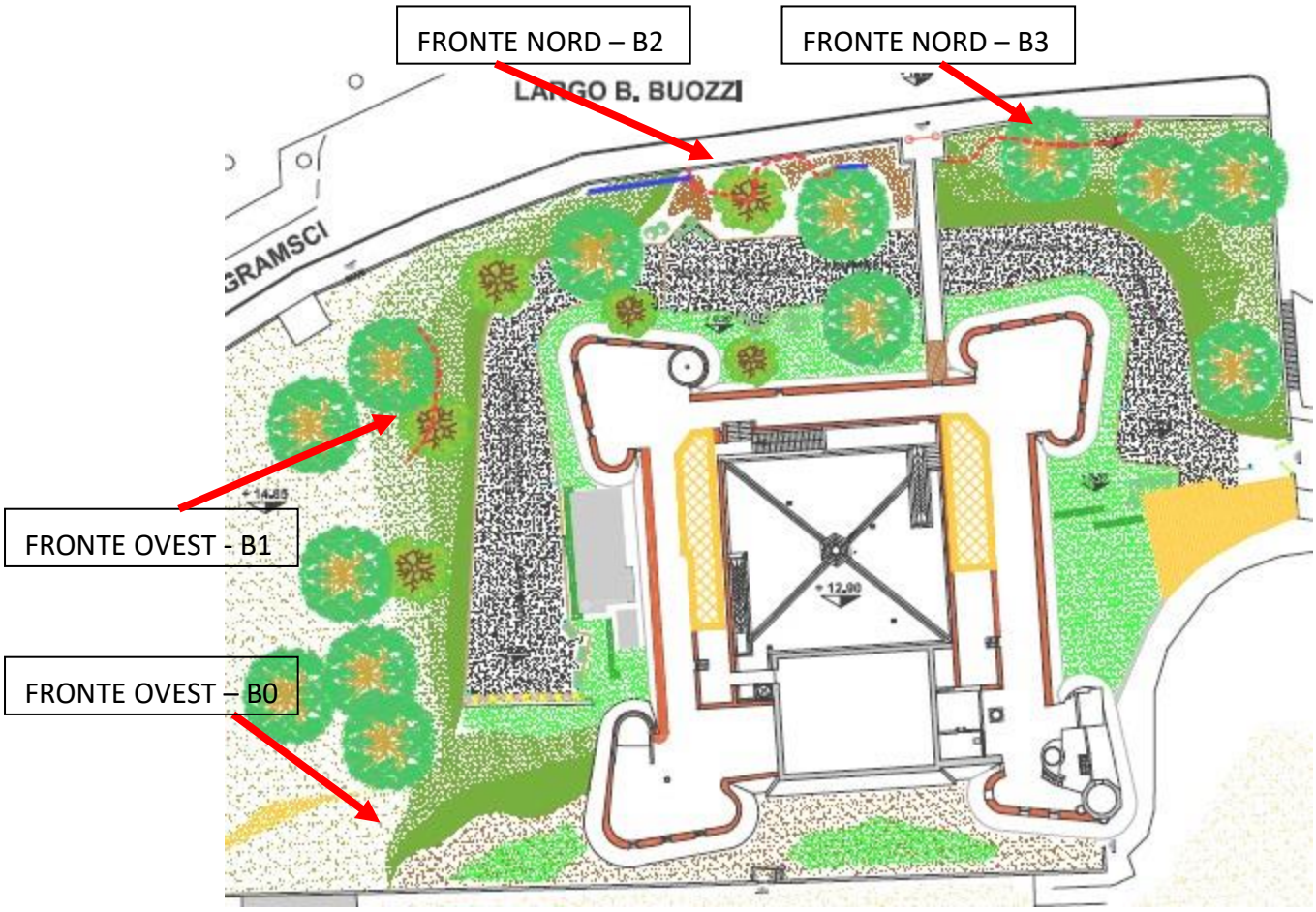
ribaltamento, caduta libera, rimbalzo e rotolamento. Lo scivolamento è generalmente limitato alle fasi iniziali di un crollo, ha luogo su brevi distanze (da pochi centimetri ad alcuni metri) ed è caratterizzato da basse velocità e da una considerevole dissipazione di energia per attrito. Per massi di grosse dimensioni lo scivolamento può anche verificarsi al momento dell'impatto, con significativa perdita di energia. La caduta libera rappresenta lo stato di moto predominante di un crollo in roccia. Guidato dalla gravità, il processo è descritto da traiettorie di tipo parabolico ed è caratterizzato da velocità elevate. Durante la caduta libera, l'energia potenziale del masso viene trasformata in energia cinetica. Raramente il movimento principale di un masso avviene per puro rotolamento: di solito infatti questo tende a realizzarsi tramite una sequenza ravvicinata di rimbalzi che generano traiettorie paraboliche di altezza modesta (Broili, 1973; Azzoni et al., 1991, 1995). Il rotolamento si osserva solo in blocchi di forma sferica, ovale o cilindrica, quando la velocità del masso è modesta ed il versante presenta superfici pseudo-piane, a bassa inclinazione e scarsa rugosità delle superfici. L'impatto al suolo è il fattore più complesso, difficile da modellare e meno conosciuto di un crollo. Al momento dell'impatto, considerato istantaneo per motivi di semplicità, si ha una perdita di energia e la direzione di movimento del masso può cambiare.

Descrizione dei casi rilevati.

Per l'individuazione dei cinematismi in corso è stato effettuale il rilievo delle lesioni presenti che hanno determinato il sostanziale distacco di alcuni blocchi dalla parete retrostante; l'evoluzione del fenomeno determinerà il distacco dei massi e la loro caduta.

I rilievi sono stati limitati alle porzioni affioranti di falesia limitrofe ai giardini del Forte Sangallo (Blocchi B1-B2-B3)e la cui rottura causerebbe il coinvolgimento dell'area dei giardini stessi.

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it



Fronte Ovest: la porzione di falesia affiorante dal terreno, individuata con la sigla **B1**, si presenta con forma piuttosto compatta, prevalentemente convessa, con giacitura degli strati pressoché orizzontale o sub orizzontale, e priva di lesioni evidenti.

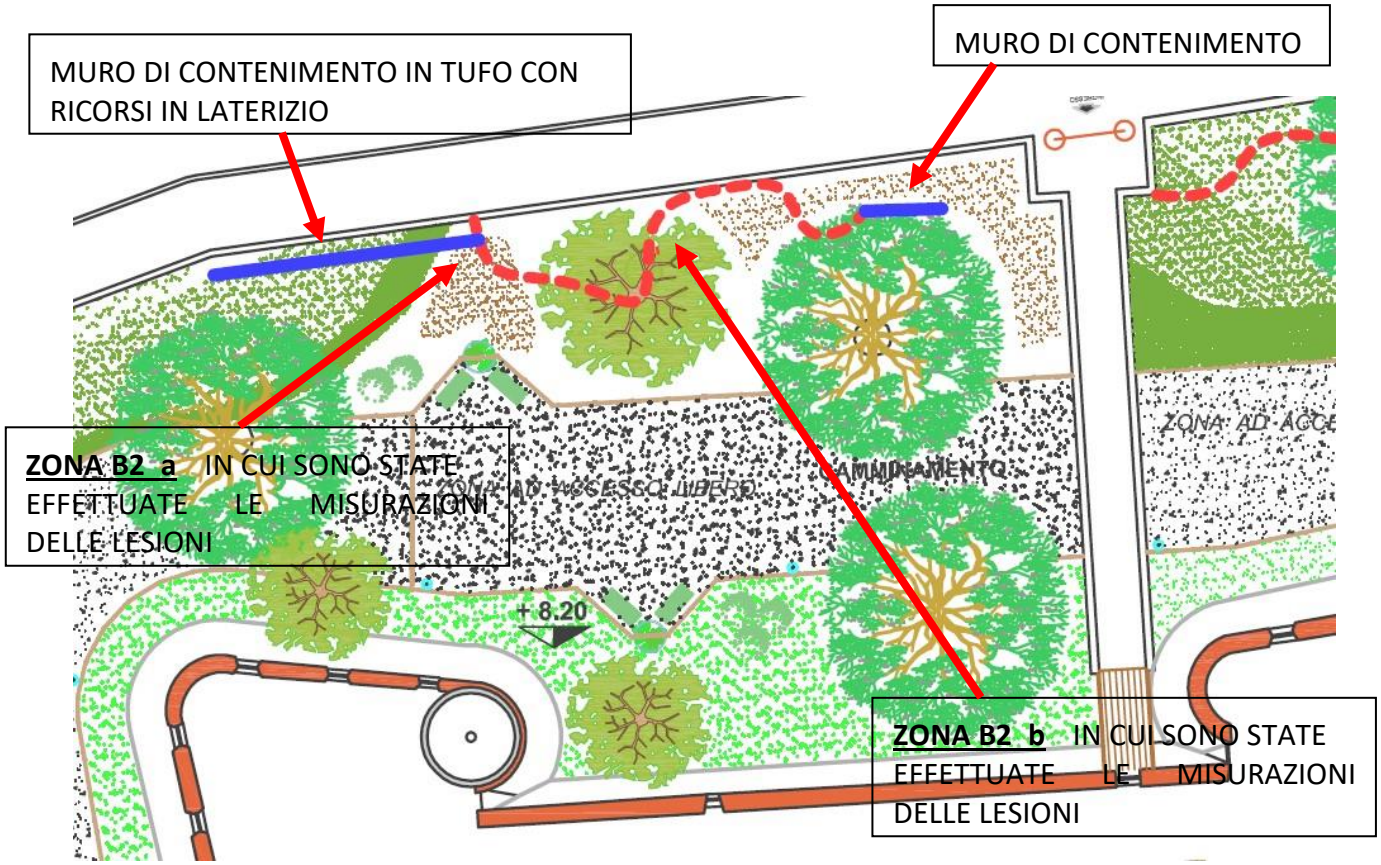
Non si rileva pertanto la possibilità di un imminente innesco di cinematismi con conseguente distacco di blocchi.

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it

Fronte Nord.

La falesia affiorante occupa due porzioni del fronte Nord: una posizionata tra il muro di contenimento in tufo a ricorsi regolari in laterizio ed il ponte (**B2**) ; l'altra tra il ponte ed il fronte Est (**B3**).

Il blocco **B2** è quello che desta maggiori preoccupazioni.



Nel corso dell'ultimo sopralluogo è stato rilevato il distacco di due blocchi dalla parete: dopo la fase di breve caduta libera è seguito un moto traslatorio-rotatorio che ha portato i blocchi a fermare la loro corsa al centro di quello che sarà il percorso pedonale. La forma dei blocchi ritrovati è ovale piuttosto regolare.

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it

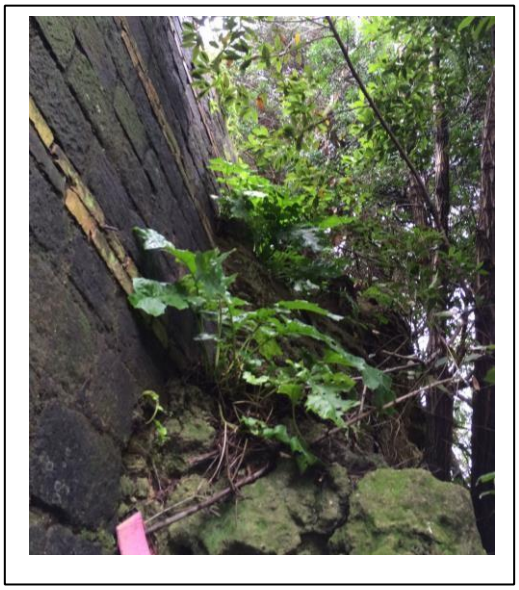
Descrizione del quadro fessurativo

B2 - ZONA B2_a

E' presente una fessura nel blocco B2, alto su questo lato circa circa 150-220 cm dal piano dei giardini; la fessura ha andamento verticale e si estende per tutta l'altezza del blocco determinandone il sostanziale distacco dalla parete; l'ampiezza attuale della fessura misura mediamente 21.60 mm (R1) .

E' stato posto in opera un sistema di riferimento realizzato con due chiodi posti nella parte alta della lesione in modo da misurare l'eventuale rotazione attorno alla base. La misura attuale tra i due chiodi è pari a 90.10 mm (R2)

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it



B2 - ZONA B2_b

In questa zona il quadro fessurativo è più complesso: si rileva la presenza sia di fessurazioni ad andamento verticale che orizzontale.

Oltre ai fenomeni erosivi causati principalmente dalle infiltrazioni di acqua meteorica che filtra dalla strada, la vegetazione presente ha contribuito in maniera determinante alla formazione ed allo sviluppo del quadro fessurativo attuale.

Le azioni esercitate dagli alberi ad alto fusto presenti sono duplici:

1. la determinazione dello stato tensionale all'interno degli strati della falesia, causato dalla crescita degli alberi sostanzialmente perpendicolare al terreno (questo ultimo ha un inclinazione di circa 40°/45°) , con conseguente creazione di Momento Flettente sulla falesia trasmesso dalle radici;

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it

2. effetto dell'azione delle radici che hanno occupato la maggior parte delle micro fessurazioni presenti e, crescendo, ne hanno determinato l'aumento delle dimensioni e delle estensioni.

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it

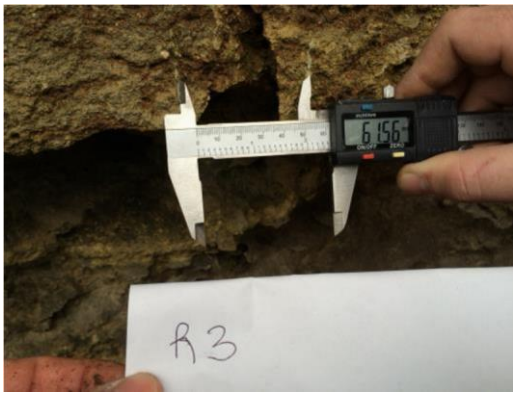
PRESENZA DI FESSURE VERICALI CHE DETERMINANO IL SOSTANZIALE DISTACCO DEL BLOCCO DALLA PARETE RETROSTANTE. NON E' STATO POSSIBILE MISURARNE L'AMPIEZZA PERCHE' NON RAGGIUNGIBILI.

PRESENZA DELLE RAMIFICAZIONI DELLE RADICI ALL'INTERNO DELLE LESIONI

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it

-

POSIZIONE DELLA LESIONE R3



La lesione R3 ha andamento verticale e la distanza dalle linee di riferimento tracciate in sito misura 61.56 mm.

Ulteriore elemento di preoccupazione è l'aggetto dal piano della parete di alcuni blocchi.

B3

Il blocco individuato con la sigla B3 risulta parzialmente affiorante dal terreno che lo protegge dagli agenti atmosferici. Non si rileva la presenza di blocchi aggettanti nel la presenza di lesioni di rilievo.

IL TECNICO
Dr. Ing. Alfredo FERRARI

_____

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it

-

Ing. Alfredo Ferrari
cell.:392 9973345 – fax: +39 0689026310 –
e-mail: alfredoferraristudio@gmail.com – p.e.c.: alfredo.ferrari@pec.ording.roma.it