

COMUNE DI PALERMO

PROGETTO PER LA SISTEMAZIONE E COPERTURA DEL CANALE DI BOCCADIFALCO NEL TRATTO CHE ATTRAVERSA L'ABITATO TRA LO SCATOLARE ESISTENTE E IL PONTE SU VIA SAN MARTINO ALL'ALTEZZA DI VIA SAN PIETRO

PROGETTO ESECUTIVO

Parere Tecnico ex art. 5 c. 3 L.R. 12/2011
n. 15 del 29/10/2018
F.to Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Nicolò Asaro

Validazione ex art. 24 c. 8 D.lgs. 50/2016
n. 7 del 30/10/2018
F.to Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Nicolò Asaro

R1 RELAZIONE DESCRITTIVA

Il Progettista
F.to Ing. Giovanni Margiotta

Il Responsabile del procedimento
F.to Ing. Nicolò Asaro

I N D I C E

1 - PREMESSA ED OGGETTO.....	Pag. 1
2 - INSERIMENTO URBANISTICO E AM- BIENTALE	Pag. 5
3 - SCOPO E DESCRIZIONE DELL'INTER- VENTO	Pag. 7
4 - CARATTERISTICHE DEL BACINO AFFE- RENTE IL CANALE DI BOCCADIFALCO	Pag. 12
5 - INDAGINE IDROGEOLOGICA.....	Pag. 15
6 - DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA	Pag. 17
7 - CALCOLI IDRAULICI.....	Pag. 19
8 - CENNO GEOMORFOLOGICO	Pag. 21
9 - RISULTATI DELLE INDAGINI.....	Pag. 23
10 - INDIRIZZI PROGETTUALI E CONCLU- SIONI	Pag. 25

1 - PREMESSA ED OGGETTO

Il Comune di Palermo ha inserito nel patto per Palermo i lavori di *“Sistemazione e copertura del Canale Boccadifalco nel tratto che attraversa l’abitato tra lo scatolare esistente e il ponte su Via San Martino all’altezza di Via San Pietro”*.

Lo scrivente, su incarico della Stessa Amministrazione (con delibera di G.M. 2268 del 13/08/1986 e Disciplinare Rep. 316 del 2/12/1986), ha redatto il progetto definitivo che è stato aggiornato nel 2003 e nel 2007.

Il progetto preliminare è stato redatto, nell’ambito del citato incarico ai sensi dell’art. 41, 4° comma della L.R. 7/2002, sostanzialmente come stralcio del progetto prima citato, per adeguare le previsioni dello stesso alla nuova normativa entrata in vigore.

Il primo progetto definitivo è stato redatto ai sensi della L.R. 7/2003 nel testo coordinato con la L. 109/94 e ss.mm. e ii., nonché del DPR 554/99; ed in particolare dell’art.25.

Su sollecitazione dello scrivente stata effettuata la pulizia dell’alveo e successivamente il rilievo diretto sui luoghi per quanto accessibili.

Sul progetto definitivo sono stati acquisiti i pareri previsti, in sede di conferenza di servizio il giorno 12/09/2005 ex art. 15 della L.R. 10/91 e ss.mm. e ii.. Successivamente il progetto è stato ancora aggiornato nel Dicembre 2006. In data 07/12/2006 il

RUP ha rilasciato parere tecnico ai sensi dell'art. 7 comma 1 della L. 109/94 nel T.C. con la L.R. 7/2002 e ss.mm. e ii., registrato al prot. unico dell'Area Infrastrutture e Territorio n. 43/A.I.T. del 7/12/2006.

L'intervento è stato inserito tra quelli previsti dal Patto per lo sviluppo della Città di Palermo di cui la Giunta Municipale ha preso atto con delibera n.299 del 27/12/2016. Conseguentemente in data 11/04/2017, con disciplinare in pari data rep. n.10, integrativo ed a modifica di quelli di incarico originario rep. n.316 del 2/12/1986 e successivo atto aggiuntivo rep. n.21/2003 del 18/12/2003, è stato dato incarico allo scrivente di aggiornare il progetto definitivo approvato.

Con “Atto Aggiuntivo” (Rep. N. 10 dell’11 Aprile 2017) al disciplinare di incarico originario (Rep. N. 316 de 2.12.1986 e successivo Rep. N. 21 18.123.2003), approvato con determina Dirigenziale n. dell’8 Febbraio 2017 è stato confermato ed aggiornato l’incarico.

L’ultima versione del progetto definitivo è stata aggiornata ai sensi delle NTC 2008 e del Dlgs. 50/2016. E' stato effettuato, altresì, l'adeguamento della stima dei costi dei lavori con riferimento all'Elenco Prezzi Regionale, approvato con decreto dell'Assessorato delle Infrastrutture e della Mobilità del 27/02/2013, nonché di quelli analizzati. Sono, altresì, state adeguate le quantità, a seguito dell'adeguamento dei calcoli strutturali in base alle NCT 2008.

Il progetto definitivo è stato esitato favorevolmente dalla Conferenza dei servizi decisoria ex art. 14, comma 2 L. 241/90e ss.mm. e ii.. In data 08.01.2018 è stato reso il Parere Tecnico favorevole all'approvazione Rep. N. 4 del 6.02.2018. L'autorizzazione alla redazione del progetto esecutivo è stata comunicata dal RUP con nota Prot.134234 del 14.02.2018.

Nelle more della definizione del progetto esecutivo è intervenuta approvazione del nuovo Prezzario Regionale con D.A. dell'Assessore per le Infrastrutture e la Mobilità della Regione Siciliana n. 1 dell'8 Gennaio 2018, si è reso necessario procedere all'aggiornamento prezzi del progetto definitivo applicando i prezzi aggiornati e rideterminando quelli soggetti ad analisi. Successivamente è anche intervenuta la approvazione delle NTC 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), pubblicate in Gazzetta Ufficiale il 20 febbraio 2018. Ciò comporta la necessità di redigere e produrre nuovi calcoli nel rispetto delle stesse.

Nella presente relazione, descrittiva del progetto aggiornato, dopo la descrizione delle caratteristiche del bacino idrografico e del Canale di Boccadifalco nel tratto interessato dalle opere, si riporta un cenno sulle indagini idrologiche, idrauliche, geologiche e geotecniche, nonché sul dimensionamento della struttura in c.a..

Per lo studio dei terreni si è dato corso alla esecuzione di due sondaggi a carotaggio continuo programmati in

corrispondenza delle spalle dell'attraversamento del torrente con il ponte sulla via San Martino. I risultati sono compendati nell'apposito elaborato d'impresa e riassunti nella relazione geologica ed in quella geotecnica di progetto.

Si osserva che, nell'ultima fase l'ispezione diretta del fondo alveo è risultata impossibile per la diffusa presenza di rifiuti di varia origine e natura; l'accesso è anche risultato impossibile per la presenza di ratti di notevole dimensione.

2 - INSERIMENTO URBANISTICO E AMBIENTALE

Nelle specifiche tavole di progetto è riportato lo stralcio del vigente PRG della città di Palermo e la classificazione delle aree a rischio frana ed alluvione, riportate nella cartografia della revisione del PAI (piano di assetto idrogeologico), di recente approvazione.

Come si evince dall'esame delle carte tematiche l'area di intervento è soggetta a rischio di frana elevato, classificato "R4", nonché ricade in area interdetta all'uso edificatorio e/o urbanistico nella variante generale al P.R.G. della città di Palermo ed è soggetta a vincolo paesaggistico ex D.L. 22/01/2004 n.42 (ex D.L. 490/1999 e L. 1497/1939).

Va precisato che il rischio indicato è strettamente correlato al pericolo di caduta massi dal sovrastante costone roccioso e non al rischio di smottamenti di masse di terreno che potrebbero coinvolgere le opere in eventuali dissesti. A riguardo si osserva che la configurazione, ad opere in progetto eseguite, risulta più sicura di quella attuale, in quanto esclude la possibilità di ostruzione della sezione idraulica del canale e quindi garantisce il libero deflusso delle acque, anche in caso di crolli di materiale.

La presenza, poi, del materiale di scavo sulla copertura dello scatolare agisce da berma di smorzamento dell'energia residua dei massi potenzialmente instabili che dovessero eventualmente crollare, riducendo conseguentemente in modo

drastico il rischio di urto degli stessi sui fabbricati, salvaguardando al contempo lo stesso scatolare. Ciò prescindendo da valutazioni di merito specifiche, oggetto di separato progetto che l'Amministrazione ha in programma, relativo al consolidamento dei sovrastanti costoni rocciosi.

Sotto il profilo geomorfologico ed ambientale l'intervento è fattibile senza impatti significativi e, una volta realizzato, costituisce miglioramento delle condizioni di sicurezza ai fini idraulici e delle condizioni ambientali, anche in senso paesaggistico oltre che idrogeologico.

Non risulta che l'area d'intervento sia in alcun modo di interesse archeologico e le condizioni generali di carattere geologico portano ad escludere tale eventualità.

L'intervento interessa direttamente ed indirettamente esclusivamente aree demaniali o comunque comunali.

3 - SCOPO E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione della sistemazione del tratto prima indicato del Canale di Boccadifalco.

Tale sistemazione ha lo scopo di convogliare gli afflussi meteorici provenienti da monte in una sezione di adeguate dimensioni e tale da salvaguardare le strutture esistenti dall'azione delle acque.

Si è pertanto prevista la realizzazione di un manufatto scatolare in c.a. e la conseguente sistemazione delle zone limitrofe che si articola in un riempimento di materiale arido fino alla quota dell'estradosso della copertura e nell'esecuzione di una soletta di chiusura dell'incarpedine compresa tra lo stesso scatolare e le costruzioni limitrofe.

Per contenere le altezze di scavo sono stati inseriti salti di fondo, come indicato nel profilo. La pendenza del fondo dei tratti del canale è stata mantenuta pari al 4%, onde contenere gli effetti della velocità delle acque.

Costruttivamente lo scatolare in c.a. ha dimensioni interne minime di 5,00 x 5,00 m, pari a quelle del tratto di canale esistente; verrà realizzato in elementi strutturalmente indipendenti collegati, lungo le pareti laterali, tra loro con giunti per la tenuta idraulica (Water-Stop) in gomma idroespandente, esente da bentonite sodica, con dimensione di 20 x 10 mm,

allungamento a rottura del 50- 100 %, con capacità di espansione maggiore del 100 % dopo 7 giorni senza essere dilavabile.

Il giunto sarà applicato sulla ripresa di getto alla distanza minima di 10 cm dal bordo esterno o interno della struttura, in ogni caso al centro dello spessore del getto, la posa avverrà su una superficie pulita, sana e compatta e facendo aderire il giunto alla superficie mediante incollaggio con apposito mastice o usando un martello a testa larga con fissaggio al supporto tramite chiodi in acciaio alla distanza di $20 \div 30$ cm, la giunzione tra i giunti avverrà tramite accostamento dei profili senza alcun uso di altri materiali.

In considerazione delle dimensioni dello scatolare e delle quote necessarie per la viabilità in corrispondenza del ponte all'incrocio tra la Via San Pietro e la Via San Martino, l'impalcato di quest'ultimo verrà demolito e integralmente sostituito dalla copertura stessa del canale.

La scelta di demolire il ponte esistente, già prevista nel progetto preliminare, ha trovato conferma a seguito dell'esecuzione delle indagini in corrispondenza delle spalle. Infatti, con i sondaggi eseguiti è stato accertato che, in corrispondenza della spalla in sinistra idraulica, il piano di fondazione della stessa è previsto in progetto ad una quota prossima al fondo scavo da realizzare. In corrispondenza della spalla in destra idraulica, invece, è stato accertato che la stessa è fondata a circa - 4,5 m dal piano viabile; corrispondente

all'incirca con il fondo attuale del canale nel tratto e quindi circa 2,5 m più in alto del fondo scavo previsto.

E' stato anche accertato che le spalle sono state realizzate in calcestruzzo, le fondazioni in calcestruzzo ciclopico. Con le perforazioni non è stata riscontrata la presenza di ferri di armatura.

L'insieme di tali circostanze ha indotto a confermare la scelta di progetto di prevedere la demolizione del ponte e la sua sostituzione con lo scatolare in continuazione con quello previsto per la copertura del canale nel tratto a valle. Infatti, in presenza della configurazione sopra descritta ed in considerazione della consistenza della struttura ed in particolare delle fondazioni delle spalle, lo scrivente non ha ritenuto di prendere in considerazione l'ipotesi di sottofondare le spalle per potere approfondire in sicurezza lo scavo. In particolare la circostanza che la fondazione sia costituita essenzialmente di calcestruzzo ciclopico rende la soluzione di sottofondare, vuoi in sottomurazione o con pali di piccolo diametro, insicura oltre che di difficile realizzazione.

In questo tratto la struttura pertanto sostituirà il ponte esistente in prossimità della Via San Pietro. La zona d'alveo immediatamente a monte verrà sistemata secondo un profilo di raccordo a pendenza costante.

Preliminarmente alla demolizione dell'impalcato del ponte, al di sotto dello stesso sarà realizzata una impalcatura di sostegno di mutuo contrasto delle spalle e di puntellamento.

Nel tratto iniziale di monte dell'intervento è prevista la realizzazione di uno scavo di altezza massima non superiore a 3 m, in prossimità di edifici in sinistra e del muro di sostegno della via San Martino in destra. La regimazione delle acque meteoriche, in tale tratto di raccordo, avverrà entro lo scavo inclinato e delimitato tra le due pareti in c.a. di rivestimento dei pali. Queste sono, a loro volta, rivestite in pietra in continuazione alla faccia superiore del cordolo di collegamento testa pali.

In tale tratto, preliminarmente allo scavo, saranno realizzati pali di piccolo diametro con armatura tubolare dotata di valvole per l'iniezione di boiaccia di cemento. Questi hanno la doppia funzione di sostegno e miglioramento delle caratteristiche della roccia, che si presenta a tratti intensamente fratturata.

Per contenere l'importo del progetto, in accordo con il RUP, in questa fase, si è deciso di non prevedere l'esecuzione del previsto pozzetto, di ispezione in destra idraulica, in prossimità dell'esistente copertura del canale, rinviandone l'eventuale esecuzione a un successivo intervento.

Per non interrompere i flussi di filtrazione dal fondo alveo, in particolare nei periodi di portata magra, è stato previsto un sistema di fori che interessa la soletta di fondo.

Le categorie di scavo da effettuare sono state, in questa fase, assunte sulla scorta dei risultati dei sondaggi.

Per contenere entro livelli accettabili gli effetti indesiderati dovuti alle vibrazioni in fase di scavo è stata prevista, per lo scavo delle rocce più consistenti (si è prevista la frantumazione preventiva allo scavo del 70% della quantità totale della roccia da scavare), la preventiva frantumazione con malte espansive inserite in appositi fori, come meglio descritto nella specifica voce del prezzo analizzato ed inserito in elenco.

Al di sopra dello scatolare è prevista la realizzazione di una rete fognante delle acque nere per la raccolta e l'immissione in fognatura mediante sollevamento degli scarichi degli edifici esistenti lungo il tratto d'intervento. Il sistema è stato dimensionato per 100 abitanti circa, tenuto conto che deve servire non più di 20 abitazioni. È previsto l'impiego di pozzetti e tubi in polietilene; questi saranno posti in opera in uno scavo a sezione obbligata effettuato nello strato di materiali di scavo posti al di sopra della copertura del canale. Il riempimento dello scavo è protetto con l'inserimento di un geotessuto incontaminato per evitare il dilavamento dello stesso. Al di sopra del tubo è prevista la collocazione del nastro di segnalazione.

4 - CARATTERISTICHE DEL BACINO AFFERENTE IL CANALE DI BOCCADIFALCO

Il bacino imbrifero tributario del Canale di Boccadifalco ha un'estensione di circa 17 km² con forma allargata nella zona di monte e ricade nel foglio dell'I.G.M. n.249 sulle tavole Torretta (II NO) e Monreale (II SO).

L'ubicazione planimetrica dell'intero bacino è rilevabile nella planimetria scala 1:25.000 riportata nella relazione idrologica.

Lo spartiacque meridionale si estende da Serra dell'Occhio (quota circa 1.000 m s.m.) e attraversa le alture di Monte Melagrande (quota 756 m s.m.) e Pizzo del Corvo (quota 776 m s.m.) piega verso NE passando a Nord del centro abitato di Monreale. Da qui attraversa Timpone di Scirocco (quota 573 m s.m.) e chiude il bacino presso la sezione presa in considerazione per il calcolo idrologico che coincide con il ponte in prossimità del Mulino San Giuseppe.

Lo spartiacque settentrionale dalla suddetta Serra dell'Occhio si dirige a Nord verso Pizzo Vuturo (quota 1.006 m s.m.), quindi piega ad Est passando per Monte Cuccio (quota 1.047 m s.m.) e per Monte Cuccitello (quota 603 m s.m.) si dirige verso Contrada Quattro Arie e quindi chiude nella sezione di calcolo.

L'altitudine media del bacino può assumersi pari a circa 300 m come si rileva dalla curva ipsografica riportata nella relazione idrologica.

La morfologia dell'area è caratterizzata in generale da pendenze medio elevate.

In particolare si rileva, nell'ambito del bacino, la presenza di rilievi montuosi (Monte Caravello – Pizzo Secco – Cozzo Comune – quota 445 m s.m. circa) di rilevante importanza e depressioni che assumono le caratteristiche tipiche dei valloni.

Il bacino risulta caratterizzato da pendici intensamente boscate soprattutto nella sua parte baricentrica. Le propaggini alle quote più elevate presentano macchie diffuse di vegetazione arborea.

Il corso d'acqua principale di tale bacino, che ha una lunghezza di circa 6 km, ha origine in prossimità di Serra dell'Occhio a quota di circa 650 m s.m. e si sviluppa in maniera pressoché baricentrica.

Tale corso d'acqua nelle sue propaggini montane assume il nome di Vallone San Martino e subito dopo avere attraversato la profonda incisione tra Monte Petroso e Pizzo Secco prende nome di Vallone del Paradiso.

Il reticolo idrografico, molto complesso e ramificato, si sviluppa interamente nell'ammasso calcareo; apporti idrici rilevanti sono attribuibili al Vallone d'Inverno che dalle

propaggini di Monte Cuccio si riversa nell'asta principale in prossimità di Contrada Le Forbici.

La complessa rete viaria ricadente nel bacino e in particolare il tracciato stradale che costeggiando l'asta principale collega i centri abitati di San Martino delle Scale e di Boccadifalco, assumono particolare importanza ai fini dei deflussi meteorici superficiali.

Infatti i tracciati viari a “mezzacosta” congiuntamente all'intensa attività urbanistica sviluppatasi in prossimità dei valloni intervengono nel regime dei deflussi con notevoli effetti di smorzamento sulle portate idriche.

5 - INDAGINE IDROLOGICA

Lo studio è stato finalizzato alla individuazione del regime delle precipitazioni di massima intensità che hanno la possibilità di verificarsi nell'area in oggetto.

A tal fine è stata presa in considerazione la stazione pluviometrica di San Martino, prossima al bacino in studio, per la quale si dispone dei dati di precipitazione di breve durata e massima intensità relativamente al periodo di tempo che va dall'anno 1938 all'anno 2000.

Il regime delle precipitazioni di massima intensità è stato individuato attraverso l'elaborazione probabilistica dei dati di precipitazione, rilevati dal 1938 al 2000, con il metodo di Gumbel e, per assegnato tempo di ritorno, sono state costruite le curve di probabilità pluviometrica, aventi la ben nota espressione del tipo $h_T(t) = a t^n$.

Per quanto riguarda le altezze di pioggia da prendere in considerazione ai fini del calcolo delle portate è necessario fare riferimento alle altezze di pioggia ragguagliate all'intero bacino, per tenere conto della distribuzione non uniforme delle piogge nel bacino stesso. A tal fine sono stati proposti dei coefficienti di riduzione f_t che applicati all'altezza $h_{\max,T}$ della pioggia al centro del "rovescio" forniscono l'altezza ragguagliata al bacino.

Per la determinazione dei coefficienti f_t si è adottata la formula del Fornari. Considerato che i valori dei coefficienti di ragguaglio così ottenuti sono risultati prossimi all'unità, si è assunto $f_t = 1$.

6 - DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

Le elaborazioni idrologiche eseguite per il bacino in studio hanno condotto alla determinazione dei valori delle portate di piena, ottenuti assumendo che la pioggia critica fosse quella di durata pari al tempo di corrivazione del bacino.

Per il calcolo del tempo di corrivazione è stata applicata la formula empirica di Giandotti.

La portata di massima piena è stata valutata con la relazione:

$$Q = \frac{\phi \cdot h_s \cdot S}{3.6 t_c}$$

dove:

Q = portata di massima piena (m^3/sec);

ϕ = coefficiente di deflusso;

S = area del bacino imbrifero (km^2);

h_s = altezza di pioggia (mm);

t_c = tempo di corrivazione (ore).

Per quanto riguarda il valore del coefficiente di deflusso si è assunto cautelativamente $\phi = 1$, tenuto anche conto della morfologia e della configurazione del bacino.

Le portate di massima piena sono state determinate considerando tempi di ritorno $T = 50, 100, 300, 500$ e 1000 anni.

I valori delle portate di massima piena calcolati per gli assegnati tempi di ritorno sono riportati nella tabella seguente, in cui è evidenziato con un riquadro il valore della portata considerata per il dimensionamento dell'opera:

Tr	tc	h	ic	Q
50	1,86	70,96	38,21	185,73
100	1,86	78,80	42,43	206,27
300	1,86	91,18	49,10	238,66
500	1,86	96,92	52,19	253,70
1000	1,86	104,72	56,39	274,11

Come portata di progetto è stata assunta quella relativa al tempo di ritorno pari a 1000 anni, $Q_{\max} = 274.11 \text{ m}^3/\text{sec}$.

La scelta di un tempo di ritorno pari a 1000 anni è giustificata dall'opportunità di ridurre il grado del cosiddetto rischio idraulico, cui è soggetto l'esercizio dell'opera idraulica, che potrebbe portare danni notevoli agli insediamenti abitativi che proprio nella zona hanno un notevole sviluppo, anche al limite dell'alveo.

7 - CALCOLI IDRAULICI

I calcoli hanno riguardato la verifica del dimensionamento delle opere idrauliche previste in progetto.

I calcoli di verifica svolti e i dimensionamenti proposti sono stati eseguiti con riferimento ai valori della portata corrispondenti ad un tempo di ritorno $T = 1000$ anni.

Per il calcolo della velocità media della corrente nell'ipotesi che si stabilizzi il moto uniforme, si è utilizzata l'espressione di Chezy:

$$V = \chi \sqrt{R i}$$

dove:

V è la velocità media del flusso liquido (m/sec);

χ è il coefficiente di Chezy ($m^{0,5} \times sec$);

R è il raggio idraulico (m);

i è la pendenza dell'alveo.

Per la determinazione del coefficiente di Chezy è stata adottata la formula di Kutter con coefficiente di scabrezza “m” pari a 0,75, considerato che lo scatolare verrà realizzato in c.a. e che nel tempo vi potrà essere la presenza di depositi sul fondo, o ostruzioni parziali.

Dall'applicazione di tali formule è stata ricostruita la scala di deflusso specifica relativa alla geometria delle varie sezioni.

La pendenza del fondo del canale progettato è stata fissata pari al 4%, onde contenere gli effetti della velocità delle acque, con la realizzazione di un certo numero di salti.

Costruttivamente lo scatolare ha dimensioni interne minime di 5,00 x 5,00 m.

Considerata la portata di progetto $Q_{max} = 274,11 \text{ m}^3/\text{sec}$ e fissata la pendenza del canale pari al 4%, applicando le formule sopra riportate si è ottenuta un'altezza di moto uniforme:

$$h_0 = 3,7 \text{ m},$$

per cui, con le dimensioni assegnate allo scatolare risulta un franco di circa 1,3 m.

Nella tabella A sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

8 - CENNO GEOMORFOLOGICO

Da un punto di vista geomorfologico, il Canale Boccadifalco costituisce il recapito finale del bacino idrologico del Vallone del Paradiso.

Tutta l'area presenta caratteri morfologici esclusivamente e spiccatamente montuosi, un andamento a conca circondata da rilievi che raggiungono i 700÷1.000 metri.

Questa conca è aperta verso oriente in corrispondenza del corso del Vallone Paradiso che termina con la stretta gola di Boccadifalco prima di sfociare nella Piana di Palermo.

Questa unità morfologica è contraddistinta da valori di pendenza dei versanti sempre molto elevati, dalla presenza di ampie falde di detrito e da incisioni d'alveo molto marcate, malgrado la natura quasi esclusivamente calcareo-dolomitica delle rocce affioranti.

Tutto ciò è indice dello stretto rapporto esistente tra la morfologia ed i fattori litologici e tettonici e testimonia lo stadio giovanile dell'evoluzione di questo bacino.

In particolare, la sua parte terminale attraversata dal canale in progetto si trova in condizioni morfologiche rese esasperate dal restringimento della conca anzidetta.

Da un punto di vista tettonico-strutturale, l'area di Boccadifalco costituisce una propaggine dei "Monti di Palermo"

la cui situazione generale è notoriamente complessa essendo il risultato di una lunga serie di vicissitudini geologiche.

L'effetto di tale opera si traduce in una notevole produzione di materiali detritici di varia granulometria che risultano accumulati sui versanti e lungo gli alvei e che vengono mobilitati in occasione di eventi meteorici eccezionali.

Sotto il profilo litologico, l'area interessata dalle opere, è occupata interamente da formazioni rigide calcareo-dolomitiche di età Mesozoica.

Si tratta di un complesso imponente di dolomie compatte o debolmente stratificate, quasi sempre intensamente brecciate, dello spessore di molte centinaia di metri, cui si sovrappongono a tratti rocce calcaree di varie facies.

A causa dello stato di intensa tracciatura e fratturazione, queste formazioni possono considerarsi altamente permeabili.

Nell'area del tratto terminale della valle, tali terreni affiorano, vistosamente esposti, in tutta l'area della stretta gola e sulle pareti che la sovrastano; solo localmente sono ricoperti da coltri detritiche, accumuli di materiali eterogenei e depositi alluvionali, limitatamente all'alveo.

9 - RISULTATI DELLE INDAGINI

Per lo studio e la caratterizzazione dei terreni sono stati eseguiti n° 6 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo, ubicati in corrispondenza del ponte lungo la via San Martino. Di questi n° 2, della profondità di 15 m ciascuno, indicati con le sigle S1 e S2, hanno attraversato le spalle del ponte e n° 4 sono stati eseguiti a tergo delle stesse, in numero di 2 per ciascuna spalla, per indagare il riempimento esistente a tergo delle stesse (S1bis, S1ter, S2bis e S2ter).

L'ubicazione dei sondaggi è riportata nella planimetria di fig. 9.1.

Preliminarmente all'esecuzione dei sondaggi, sono stati eseguiti n° 2 pozzetti esplorativi delle dimensioni di m 1,0 x 1,0 x 1,0, indicati con le sigle P1 e P2, aventi lo scopo di verificare la presenza di eventuali sottoservizi in corrispondenza delle verticali dei sondaggi geognostici da eseguire, nonché di posizionare con precisione l'asse dei 6 sondaggi. Infatti, mediante l'esecuzione dei pozzetti è stato possibile rilevare la posizione delle spalle del ponte, nonché la struttura in c.a. della sovrastruttura stradale.

I terreni ed i materiali estratti sono costituiti di calcare di colore grigio, di elevata durezza, generalmente fratturato, alternato a tratti detritici, campionati come sabbia, ghiaia grossa e blocchi.

Lungo la verticale dei sondaggi, è stata rilevata la presenza, a varie quote, di calcestruzzo, alternato a blocchi di natura calcarea.

Nella fig. 9.2 è riportata la rappresentazione schematica della sezione in corrispondenza del ponte, con indicazione dei risultati dei sondaggi eseguiti.

I risultati delle indagini sono compendati nell'elaborato specifico curato dalla ditta SI.AR. Trivellazioni di Palermo e nella relazione geotecnica di progetto, cui si rimanda per ogni utile dettaglio.

10 - INDIRIZZI PROGETTUALI E CONCLUSIONI

L'opera in oggetto si inserisce organicamente nell'ambito di un quadro di interventi articolati che l'Amministrazione ha intrapreso per la soluzione dei problemi di messa in sicurezza e igienico-sanitari nell'intero territorio del Comune di Palermo, costituendo il naturale proseguimento di un intervento di convogliamento delle acque, nel tratto che interessa l'abitato, già realizzata con un precedente intervento di canalizzazione.

Le opere in oggetto hanno lo scopo di contenere e regimentare gli eventi che hanno la possibilità di verificarsi, eliminando i rischi idraulici connessi a piene valutate sulla base di uno studio idrologico specifico.

Tale struttura percorre nello sviluppo longitudinale l'alveo profondamente inciso del Canale di Boccadifalco le cui sponde sono costituite, allo stato attuale, dalle opere di sostegno delle Via San Martino e San Pietro, in destra idraulica e nella quasi totalità dagli edifici, in sinistra idraulica, le cui fondazioni sono spesso appoggiate sul fondo alveo.

L'intervento prevede la realizzazione di una struttura scatolare in c.a. nel tratto compreso fra la copertura dell'alveo esistente e l'attraversamento viario nei pressi di Via San Martino e la sistemazione delle aree limitrofe, con la realizzazione di una soletta di chiusura dell'intercapedine fra lo scatolare e gli edifici e il rinterro laterale dello scatolare.

Le categorie di scavo da effettuare sono state desunte sulla scorta dei risultati dei sondaggi e, per quanto possibile, a seguito di ispezioni dirette.

La successione stratigrafica dei terreni in dettaglio è stata accertata mediante l'esecuzione dei sondaggi prima richiamati, eseguiti in corrispondenza dell'attraversamento stradale lungo la via San Martino.

In base ai risultati delle indagini è stato accertato che l'area di sedime delle spalle del ponte è costituita dalle rocce calcaree, che, può affermarsi essere diffusamente presenti nell'area. Queste sono caratterizzate a grande scala da un buon comportamento meccanico.

Tale formazione, affiorante localmente, è occultata da coltri alluvionali o detritiche di varia granulometria e da materiali eterogenei di riporto e diffusamente di rifiuti.

I terreni superficiali, tuttavia, dovrebbero avere spessore assai modesto. Tali terreni presentano in generale scadenti caratteristiche meccaniche che sconsigliano l'appoggio delle strutture direttamente su di essi.

In questa sede, per i terreni calcarei si è fatto riferimento ai seguenti parametri di resistenza al taglio:

$$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3 \qquad c = 50 \text{ kN/m}^2 \qquad \varphi = 45^\circ$$

Si è indicato a vantaggio di sicurezza un valore basso della coesione, per tenere conto della stratificazione e della

fratturazione presente nell'ammasso roccioso, come messo anche in evidenza dai risultati delle prove di permeabilità.

In considerazione delle caratteristiche dei terreni di fondazione, dei carichi trasmessi, della geometria della struttura, si ritiene realizzabile per lo scatolare, con ampi margini di sicurezza, una fondazione di tipo superficiale.

Tenendo presenti le caratteristiche geologiche dell'area, si può prevedere che la realizzazione delle opere richiederà l'esecuzione di uno scavo di modesta profondità per il raggiungimento del piano di fondazione allo scopo di asportare la coltre dei terreni della copertura e mettere a giorno i livelli inalterati della formazione calcarea.

Si può prevedere di dovere approfondire il piano di fondazione delle quantità indicate nelle sezioni di progetto, rispetto all'attuale piano di campagna.

Il piano di posa della fondazione ricade nei terreni della formazione calcarea.

Per contenere entro livelli accettabili gli effetti indesiderati dovuti alle vibrazioni in fase di scavo è stata prevista, per lo scavo delle rocce più consistenti, la preventiva frantumazione con malte espansive inserite in appositi fori (in numero di 4 da 1m di profondità per m², come meglio descritto nella specifica voce del prezzo analizzato ed inserito in elenco.

Costruttivamente lo scatolare ha dimensioni interne minime di 5,00 x 5,00 m, pari a quelle del tratto di canale

esistente; verrà realizzato in elementi strutturalmente indipendenti collegati tra loro con giunti in P.V.C. preformato per la tenuta idraulica (Water-Stop). Lo spessore delle pareti e delle solette è pari a 0.60 m.

Nella relazione specifica sono riportati i risultati dei calcoli strutturali dello scatolare condotti con riferimento al metodo degli stati limite, avendo utilizzato come materiali calcestruzzo avente resistenza caratteristica alla compressione R_{ck} 30 N/mm² e acciaio per c.a. del tipo B450C.

Trattandosi di manufatti in ambiente potenzialmente aggressivo si è previsto l'impiego di un calcestruzzo prestazionale avente classe di esposizione XC4 (soggetto ad alternanze di asciutto ed umido) che ai sensi delle norme UNI 9858 e EN 206 dovrà avere minima classe di resistenza C32/40.

I particolari costruttivi di tale opera possono rilevarsi dai disegni allegati. Le acque superficiali, nel tratto coperto saranno raccolte in campi delimitati, con pendenze raccordate al centro degli stessi dove è previsto un foro di immissione nel sottostante canale chiuso. Così le acque piovane confluiscono in pozzetti di raccolta e vengono riversate all'interno dello scatolare stesso. In corrispondenza dell'attraversamento stradale è previsto un cunicolo per sottoservizi.

La copertura ed il rinfiacco dello scatolare di attraversamento sono completati con uno spessore variabile di misto granulometrico costituito dai materiali di scavo. Nel tratto

in cui il canale sostituirà il ponte esistente saranno inoltre messi in opera 20 cm di strato di base, 7 cm di binder e 3 cm di tappetino d'usura di tipo stradale. Ciò allo scopo di ottenere il raccordo con la viabilità esistente per il transito veicolare.

Lo sviluppo dello scatolare pari a circa 50 m è rilevabile dal profilo longitudinale e dalle sezioni trasversali nonché dal computo metrico estimativo.

A seguito delle indicazioni fornite dal RUP in in questa fase non è previsto il transito veicolare sullo scatolare né, tanto meno il raccordo con la viabilità esistente. Per il dimensionamento dello scatolare si è fatto riferimento ai carichi agenti sulla copertura in corrispondenza dell'attraversamento viario e della spinta del terreno sulle pareti. Tuttavia, in ipotesi futura di realizzazione di un collegamento viario tra il tratto di scatolare esistente e l'attraversamento stradale del corso d'acqua, è stata anche, effettuata la verifica strutturale con riferimento ai carichi relativi al traffico veicolare.

Sulla base di quanto riportato nella presente relazione e negli elaborati allegati, è stato valutato che le opere previste nel presente progetto possono essere realizzate in 8 mesi naturali e consecutivi ivi compresi il tempo per l'impianto e smobilizzo del cantiere.

IL PROGETTISTA

Ing. Giovanni Margiotta