

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO
Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa
Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2)
e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3)
1° stralcio

PROGETTO ESECUTIVO

COD. AN58

PROGETTAZIONE:
RAGGRUPPAMENTO
TEMPORANEO PROGETTISTI

MANDATARIA:



MANDANTI:



sinergo

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE:

Ing. Riccardo Formichi – Società Pro Iter Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 18045

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Massimo Mezzanica – Società Pro Iter Srl
Albo Geol. Lombardia n. A762

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Massimo Mangini – Società Erre.Via Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Varese n. 1502

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Dott. ing. Vincenzo Catone

PROTOCOLLO:

DATA:

OPERE D'ARTE MAGGIORI:

Ing. Enrico Maria Pizzarotti – Società Pro Iter Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. A29470



Enrico Maria Pizzarotti

06 - OPERE D'ARTE MAGGIORI IN SOTTERRANEO

Relazione degli interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00GN00OSTRE04A.pdf			
L0702M	E	2101	T00GN00OSTRE04		A	-
D						
C						
B						
A	EMISSIONE		FEBBRAIO 2023	PARISI	MOJA	PIZZAROTTI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	1
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	2
2.1	Normative	2
2.2	Linee guida.....	2
2.3	Documenti di progetto	2
3	TIPOLOGIE DI DANNO	4
3.1	Interazioni con l'acqua.....	6
3.2	Fessurazioni.....	9
3.3	Difetti legati alla realizzazione dell'opera	11
3.4	Deterioramenti causati da scarsa manutenzione.....	15
3.4.1	<i>Deterioramento dei materiali di rivestimento</i>	17
4	INTERVENTI DI RIPRISTINO	20
4.1	Tipologico 1: intervento di riparazione delle fessure asciutte/umide.....	21
4.2	Tipologico 2: intervento di riparazione delle fessure puntuali in presenza di stillicidio / flusso d'acqua	22
4.3	Tipologico 3: intervento di riparazione dei difetti superficiali e ripristino dei copriferrì	23
4.4	Tipologico 4: intervento di riparazione in presenza di venute d'acqua diffuse.....	23
4.5	Tipologico di riparazione delle venute d'acqua lungo i giunti	24
	APPENDICE.....	26
	Galleria Guinza.....	26
	Galleria Valpiana.....	30
	Galleria S. Veronica	31
	Galleria S. Antonio Nord	32
	Galleria S. Antonio Sud	34

1 PREMESSA

Nella presente relazione si definiscono gli interventi di ripristino del rivestimento definitivo delle gallerie Guinza, S'Antonio Sud, S. Antonio Nord, Valpiana e S. Veronica in funzione dei danni rilevati durante la mappatura dei difetti strutturali e delle venute d'acqua eseguite nell'agosto-ottobre 2022 e le cui risultanze sono riportate nella "Relazione sulla mappatura dei difetti strutturali" [9] e nell'elaborato grafico "Mappatura dei difetti strutturali - Rappresentazione schematica dell'ispezione" [10].

In particolare, nel Capitolo 3 vengono descritte tutte le tipologie di danno che sono state riscontrate mediante la mappatura delle gallerie, nel Capitolo 4 vengono descritti gli interventi di ripristino previsti per la riparazione dei danni e, infine, in Appendice vengono riportate le tabelle riepilogative che forniscono, per i soli danni per i quali è previsto un intervento di riparazione, la tipologia e la gravità del danno, la tipologia di intervento associato e le tratte di applicazione.

Si precisa che, data la tolleranza di posizionamento dei difetti strutturali e dei giunti durante le fasi di mappatura, l'esatta posizione degli interventi nel seguito descritti dovrà essere verificata in sito in fase di cantiere.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normative

- [1] Ministero dei LL.PP. - D.M. del 17.01.2018: Aggiornamento delle "Norme tecniche per le Costruzioni".
- [2] Ministero dei LL.PP. - Circ. n.7 del 21.01.2019: Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

2.2 Linee guida

- [3] Quaderno tecnico n.13 ANAS – Interventi di ripristino in galleria;
- [4] Progetto tipologico per il ripristino conservativo delle gallerie. Anas - Tav.5 – Intervento di riparazione per fessure asciutte/umide;
- [5] Progetto tipologico per il ripristino conservativo delle gallerie. Tav.6 – Intervento di riparazione per fessure presenza di stillicidio/flusso d'acqua, puntuali;
- [6] Progetto tipologico per il ripristino conservativo delle gallerie. Tav.7 – Intervento di riparazione per fessure presenza di stillicidio/flusso d'acqua, diffuse;
- [7] Progetto tipologico per il ripristino conservativo delle gallerie. Tav.8 – Intervento di riparazione su vespai;
- [8] Progetto tipologico per il ripristino conservativo delle gallerie. Tav.9 – Intervento di ripristino del copriferro.

2.3 Documenti di progetto

- [9] T00SG05GENRE02A - Relazione sulla mappatura dei difetti strutturali
- [10] T00SG05GENSL02A - Mappatura dei difetti strutturali - Rappresentazione schematica dell'ispezione
- [11] T00GN00OSTST01A - Tipologico 1 : intervento di riparazione per fessure asciutte/umide
- [12] T00GN00OSTST02A - Tipologico 2: intervento di riparazione per fessure con presenza di stillicidio/flusso d'acqua, puntuali
- [13] T00GN00OSTST03A - Tipologico 3: intervento di riparazione di difetti superficiali e ripristino dei copriferri
- [14] T00GN00OSTST04A - Tipologico 4: intervento di riparazione in presenza di venute d'acqua diffuse
- [15] T00GN00OSTST05A - Intervento per le venute d'acqua lungo i giunti delle riprese di getto in calotta
- [16] T00GN01OSTSL01A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 1
- [17] T00GN01OSTSL02A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 2
- [18] T00GN01OSTSL03A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 3
- [19] T00GN01OSTSL04A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 4
- [20] T00GN01OSTSL05A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 5
- [21] T00GN01OSTSL06A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 6
- [22] T00GN01OSTSL07A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 7
- [23] T00GN01OSTSL08A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 8
- [24] T00GN01OSTSL09A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 9
- [25] T00GN01OSTSL10A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 10
- [26] T00GN01OSTSL11A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 11
- [27] T00GN01OSTSL12A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 12
- [28] T00GN01OSTSL13A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 13
- [29] T00GN01OSTSL14A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 14
- [30] T00GN01OSTSL15A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 15
- [31] T00GN02OSTSL01A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria
- [32] T00GN03OSTSL01A - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria
- [33] T00GN04OSTSL01A - Galleria S.Antonio Nord - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 1

- [34] T00GN04OSTSL02A - Galleria S. Antonio Nord - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 2
- [35] T00GN04OSTSL03A - Galleria S. Antonio Nord - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 3
- [36] T00GN04OSTSL04A - Galleria S. Antonio Sud - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 1
- [37] T00GN04OSTSL05A - Galleria S. Antonio Sud - Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria - Tav. 2

RTP di progettazione:

Mandataria:



Mandanti:



3 TIPOLOGIE DI DANNO

Come riportato nella Relazione sulla mappatura dei difetti strutturali [9], la classificazione dei danni rilevati è stata eseguita in accordo con il “Manuale ispezioni Gallerie” e il “Catalogo difetti” allegati alla “Circolare della DGVCA prot. 14.428 del 12/06/2020” secondo i quali le categorie di danno sono le seguenti.

Interazione con l'acqua	
Infiltrazioni d'acqua	HY-1
Concrezioni	HY-2
Effetti del gelo	HY-3
Efflorescenze su malta o calcestruzzo	HY-4
Deterioramenti dovuti al terreno circostante	
Carsi e cavità	ZI-1
Deterioramento dei portali	ZI-2
Instabilità dei pendii	ZI-3
Deterioramenti nelle sezioni non rivestite	
Distacco di blocchi da roccia alterata	NR-1
Distacco di porzioni da roccia stratificata	NR-2
Deterioramento dei materiali di rivestimento	
Rivestimenti in muratura o pietra	
Deterioramento superficiale a nido d'ape	RM-1
Desquamazione	RM-2
Esfoliazione	RM-3
Distaccamenti dovuti a carichi di compressione	RM-4
Deterioramento dei letti di malta	RM-5
Deterioramento dei materiali di rivestimento	
Rivestimenti in calcestruzzo (gettato in opera o prefabbricato)	
Scheggiatura	RB-1
Rigonfiamenti	RB-2
Lesioni e distacchi dovuti a carichi di compressione	RB-3
Lesioni e distacchi dovuti a corrosione delle armature	RB-4
Deterioramento dello shotcrete	RB-5
Deterioramento dei sistemi di impermeabilizzazione, drenaggio e raccolta acque superficiali	
Deterioramento del drenaggio d'intradosso	
Deterioramento delle canalette di raccolta in calotta	ED-2
Deterioramento delle canalette di raccolta in carreggiata	ED-3
Deterioramento delle membrane impermeabilizzanti	ED-4
Deterioramento delle onduline	ED-5
Rigonfiamento delle membrane impermeabilizzanti	ED-6
Deterioramento dei rivestimenti in malta	ED-7
Deterioramento dei pannelli isolanti impermeabili	ED-8
Deterioramento dei cordoli idroespandibili	ED-9

Difetti degli elementi strutturali e della geometria della galleria	
Fessure	
Fessure orizzontali	FI-1
Fessure diagonali	FI-2
Fessure verticali	FI-3
Fessure da ritiro	FI-4
Fessure curvilinee (mezzaluna)	FI-5
Difetti degli elementi strutturali e della geometria della galleria	
Deformazioni	
Abbassamento in chiave – Innalzamento in chiave – Deformazione asimmetrica	DF-1
Imbozzamento localizzato	DF-2
Disassamento dei conci murari	DF-3
Deterioramento dell'arco rovescio	DF-4
Rottura dell'arco	DF-5
Difetti degli elementi strutturali e della geometria della galleria	
Difetti legati alla realizzazione dell'opera	
Fondi di fori di scoppio instabili	MO-1
Vuoti superficiali nel rivestimento	MO-2
Vespai	MO-3
Deterioramento dei giunti in calcestruzzo	MO-4
Difetti superficiali nel calcestruzzo	MO-5
Altri deterioramenti	
Difetti della carreggiata stradale	EQ-1
Deterioramento di lastre e tamponature	EQ-2
Deterioramenti associati al fuoco	
Deterioramenti dovuti al fuoco	IN-1
Deterioramenti causati da scarsa manutenzione	
Scarsa manutenzione	EN-1

Coerentemente a quanto prescritto nel Catalogo dei difetti allegato al manuale MIT e derivante dal sistema di classificazione IQOA riportato nelle Linee Guida CETU del 2015, i difetti individuati in sede di ispezione sono classificati in funzione della loro gravità in cinque categorie (1, 2, 2E, 3, 3U) per i difetti civili e in tre categorie (A1, A2, A2E) per le venute d'acqua e, in caso fosse associato un pericolo per la sicurezza degli utenti, contrassegnati dalla lettera S.

Classificazione IQOA - Genio Civile	
	Fessure/Fissures
1	In buono stato apparente
2	Difetti superficiali
2E	Difetti superficiali con evoluzione
3	Degrado profondo che necessita di intervento
3U	Degrado profondo che necessita di intervento urgente
S	Rischi per gli utenti

Classificazione IQOA - Azione dell'acqua	
	Venute d'acqua/Venues d'eau
A1	Nessun problema, solo macchie di umidità
A2	Presenza d'acqua importante, possibile evoluzione del degrado a lungo termine
A2E	Presenza d'acqua importante, possibile rischio per l'opera, rafforzare sorveglianza e adottare provvedimenti
S	Degrado profondo che necessita di intervento

Le informazioni quali la tipologia di danno e la relativa gravità, la tratta in cui esso ricade (in termini di progressive relative rispetto all'inizio della galleria naturale) e la posizione (piedritto sinistro / calotta / piedritto destro) sono riportate all'interno dell'elaborato "Mappatura dei difetti strutturali – Rappresentazione schematica dell'ispezione" [10] per tutte le gallerie.

Tra tutti i possibili danni riportati nel "Catalogo difetti", nelle gallerie oggetto di studio sono state riscontrate solo alcune tipologie. In particolare, sono emersi dalla mappatura:

- interazioni con l'acqua: infiltrazioni d'acqua (HY-1) e concrezioni (HY-2);
- fessure: fessure orizzontali (FI-1), diagonali (FI-2), verticali (FI-3) e fessure da ritiro (FI-4);
- difetti legati alla realizzazione dell'opera: vespai (MO-3), deterioramento dei giunti in calcestruzzo (MO-4) e difetti superficiali nel calcestruzzo (MO-5);
- deterioramenti causati da scarsa manutenzione (EN-1);
- deterioramento dei materiali di rivestimento: scheggiature (RB-1) e lesioni e distacchi dovuti ai carichi di compressione (RB-3)
- deterioramento dei sistemi di impermeabilizzazione, drenaggio e raccolta delle acque superficiali: deterioramento delle membrane impermeabilizzanti (ED-4);
- deformazioni: disassamento dei conci murari (DF-3).

Le tipologie di danno sopra elencate, la loro distribuzione all'interno delle singole gallerie e alcuni esempi fotografici sono presentati nei paragrafi successivi per tutti i tipi di danno tranne che per il deterioramento dei sistemi di impermeabilizzazione ED-4 e il disassamento dei conci murari DF-3, in quanto:

- il danno ED-4 è stato riscontrato una sola volta in corrispondenza dell'imbocco lato Mercatello della Galleria Guinza, la sua riparazione fa parte della sistemazione degli imbocchi e non è pertanto oggetto di questa relazione;
- per i disassamenti dei conci murari DF-3 riscontrati esclusivamente nella Galleria S. Antonio Sud non sono previsti interventi di riparazione.

Per la maggioranza dei danni rilevati è stato identificato un intervento di ripristino. I criteri di applicazione degli interventi di ripristino e le descrizioni degli stessi sono riportati all'interno del Capitolo 4.

3.1 Interazioni con l'acqua

Le interazioni con l'acqua sono distinte in infiltrazioni d'acqua HY-1 e concrezioni HY-2. All'interno delle gallerie oggetto di studio sono state riscontrati danni legati alle venute d'acqua associate alle sole macchie di umidità (gravità A1) e alla presenza d'acqua importante (gravità A2).

Attraverso la definizione dei criteri di assegnazione degli interventi tipologici di riparazione (illustrata in dettaglio al Capitolo 4), è stato deciso di non prevedere alcun intervento per le macchie di umidità (infiltrazioni d'acqua HY-1 di gravità A1) puntuali e non estese se non associate ad un quadro fessurativo. Pertanto, nel seguito, non verranno riportate ulteriori considerazioni su questi difetti.

Nella seguente Figura 1 sono riportati degli istogrammi che mostrano, per ogni galleria, il numero di difetti legati alle venute d'acqua suddivisi per tipologia infiltrazioni d'acqua HY-1 e concrezioni HY-2 con il rispettivo indice di gravità (A1 e A2). Il "-" indica l'assenza della categoria. Come precedentemente evidenziato, in questo grafico sono considerate solo le venute d'acqua che necessitano di un intervento di riparazione.

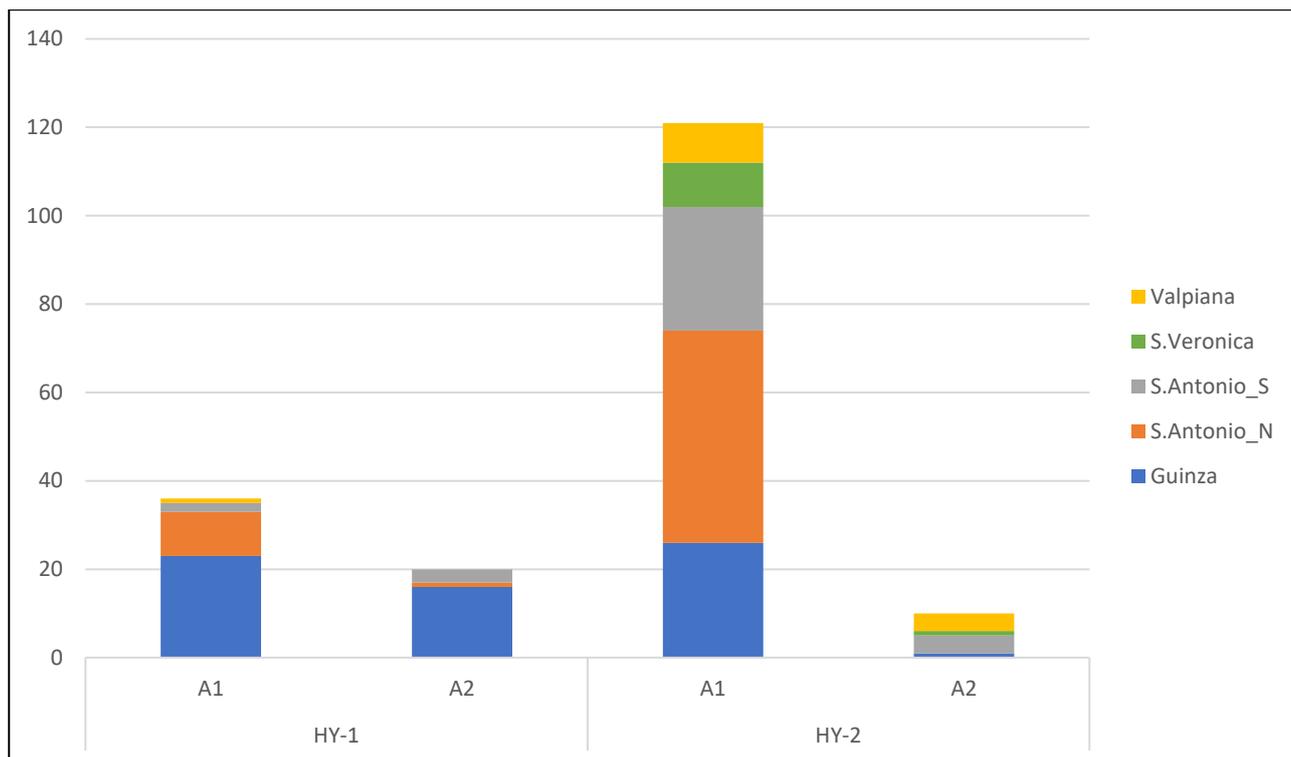


Figura 1: Istogramma venute d'acqua

Le venute d'acqua riscontrate risultano essere nella maggior parte dei casi isolate, come ad esempio si può notare in figura Figura 2 e in Figura 3 dove sono mostrati degli esempi di concrezioni riscontrate all'interno della Galleria Guinza e della Galleria S. Antonio Nord. Nel caso della galleria S.Veronica, invece le venute d'acqua risultano diffuse (Figura 4) e associate a numerosi difetti superficiali. Pertanto, come verrà maggiormente dettagliato nel seguito, gli interventi di riparazione per le venute d'acqua puntuali o diffuse prevederanno due differenti interventi di riparazione, rispettivamente l'intervento Tipologico 2 (Par. 4.2) e l'Intervento Tipologico 4 (Par. 4.4)



Figura 2: Esempio di fessura con concrezioni – Galleria Guinza dalla p.k. 5+403 alla p.k.5+408 circa



Figura 3: Esempio fessura con concrezioni - Galleria S. Antonio Nord - dalla p.k. 0+025 circa



Figura 4: Esempio di concrezioni d'acqua diffuse – Galleria S. Veronica – dalla p.k. 0+010 alla p.k. 0+015 circa

3.2 Fessurazioni

Le fessurazioni vengono distinte in base al loro sviluppo spaziale. Attraverso la mappatura effettuata sono state identificate fessure orizzontali FI-1, fessure diagonali FI-2 e fessure verticali FI-3 e fessure da ritiro (FI-4).

All'interno delle gallerie oggetto di studio sono state riscontrate generalmente delle fessure in buono stato apparente (1) o superficiali (2), asciutte oppure associate a infiltrazioni d'acqua (HY-1) e a concrezioni (HY-2) che possono essere caratterizzate fino ad una presenza d'acqua importante (A2). Tutte le gallerie sono interessate da fessure puntuali fatta eccezione per la galleria S. Veronica che rappresenta il quadro fessurativo più importante caratterizzato da lesioni diffuse e associate a venute d'acqua importante.

Attraverso la definizione dei criteri di assegnazione degli interventi tipologici di riparazione (illustrata in dettaglio al Capitolo 4), è stato deciso di non prevedere alcun intervento per le fessure superficiali (gravità 1) asciutte o solamente umide (infiltrazioni d'acqua HY-1 di gravità A1) puntuali e non estese. Pertanto, nel seguito, non verranno riportate ulteriori considerazioni su questi difetti.

Nella seguente Figura 5 sono riportati degli istogrammi che mostrano, per ogni galleria, il numero di fessure riscontrate suddivise per tipologia di fessura (FI-1, FI-2 o FI-3), per gravità del danno (1 e 2) e per la condizione idraulica associata (HY-1 e HY-2) con il rispettivo indice di gravità (A1 e A2). Il “-” indica l'assenza della categoria. Come precedentemente evidenziato, in questo grafico sono considerate solo le fessure che necessitano di un intervento di riparazione.

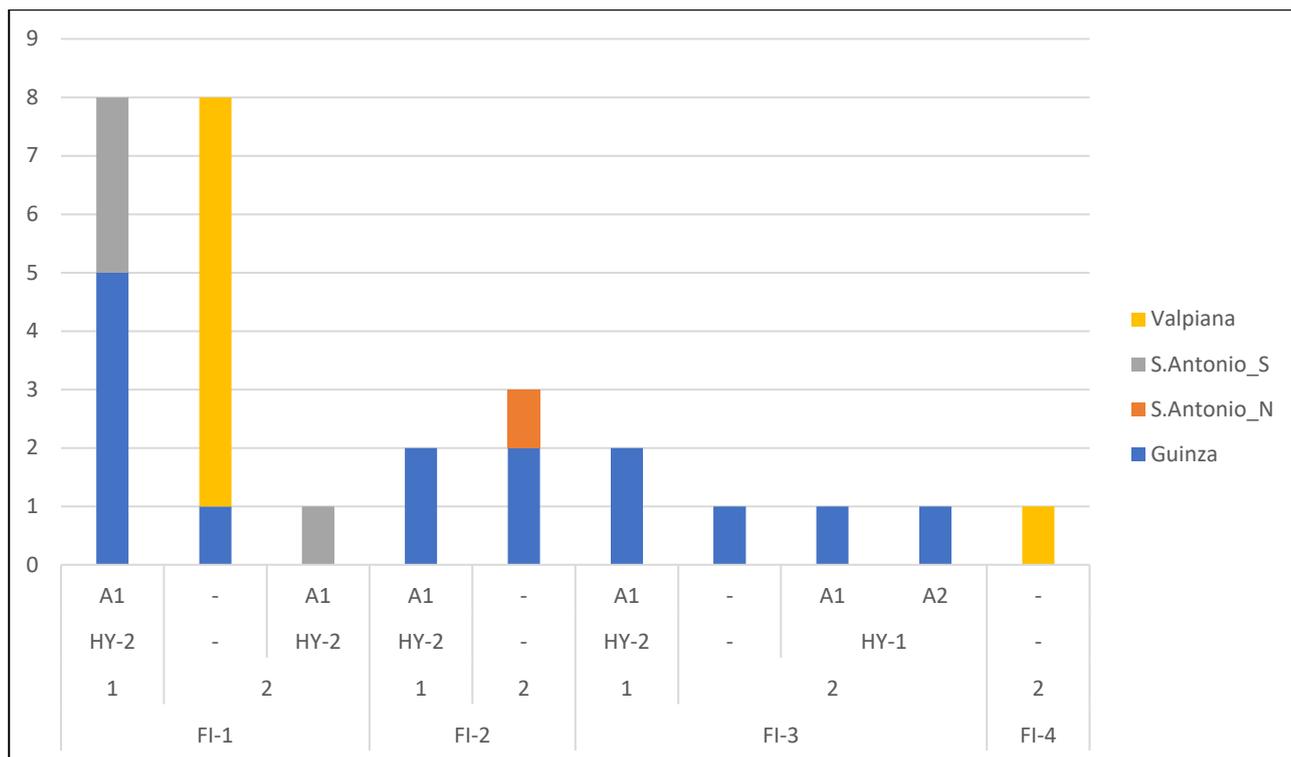


Figura 5: Istogramma fessurazione

Le fessure riscontrate si dividono in egual misura in fessure asciutte / umide (non associate a venute d'acqua oppure associate a macchie d'umidità HY-1/A1) e in fessure in presenza di stillicidio / flusso d'acqua (associate a infiltrazioni con presenza d'acqua HY-1/A2, concrezioni umide o in presenza d'acqua HY-2/A1-A2).

Come verrà maggiormente dettagliato nel seguito, l'intervento di riparazione per le fessure asciutte/umide (come quelle rappresentate in Figura 6 e in Figura 7) è quello denominato Tipologico 1 (Par. 4.1) mentre per le fessure in presenza di stillicidio / flusso d'acqua (come quelle precedentemente rappresentate in Figura 2 e in Figura 3) si prevede l'intervento denominato Tipologico 2 (Par. 4.2).



Figura 6: Esempio di fessure asciutte - Galleria Valpiana - dalla p.k. 0+150

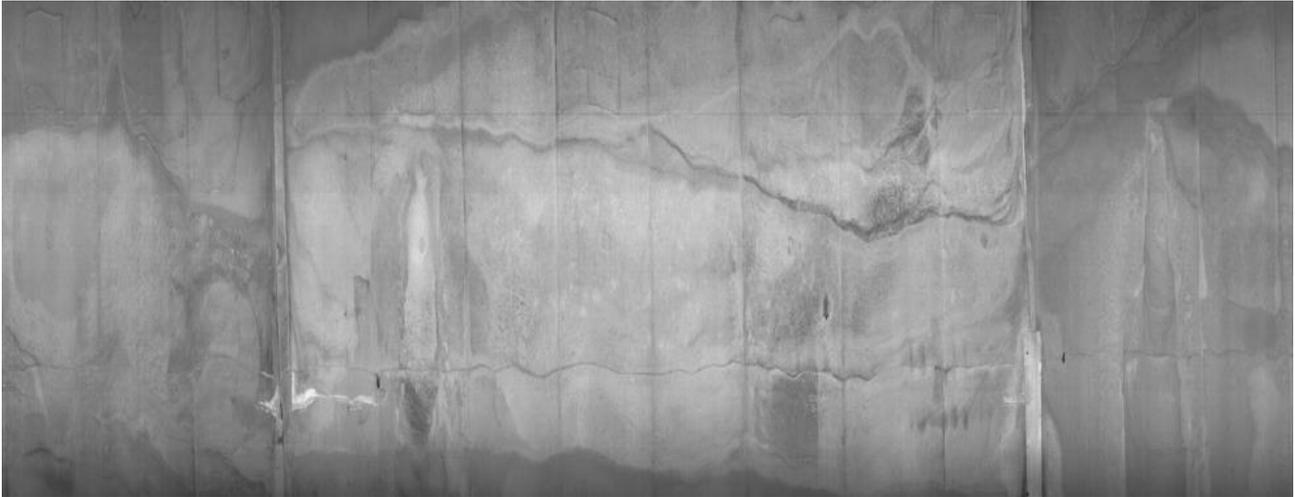


Figura 7: Esempio di fessure asciutte - Galleria Guinza - dalla p.k. 4+690 alla 4+700 circa

3.3 Difetti legati alla realizzazione dell'opera

I difetti legati alla realizzazione dell'opera riscontrati attraverso la mappatura effettuata sono vespai (MO-3), deterioramento dei giunti in calcestruzzo (MO-4) e difetti superficiali nel calcestruzzo (MO-5).

Al fine della definizione dei criteri di assegnazione degli interventi tipologici di riparazione (illustrata in dettaglio al Capitolo 4), sono stati analizzati separatamente i vespai MO-3 e i difetti superficiali MO-5 e il deterioramento dei giunti in calcestruzzo MO-4. Inoltre, è stato deciso di non prevedere alcun intervento per i difetti superficiali nel calcestruzzo MO-5 di gravità 1 asciutti o solamente umidi (ovvero associati a infiltrazioni d'acqua HY-1 di gravità A1) puntuali e non estesi. Pertanto, nel seguito, non verranno riportate ulteriori considerazioni su questi difetti.

Nella successiva Figura 8 sono riportati degli istogrammi che mostrano, per ogni galleria, il numero di vespai MO-3 e difetti superficiali nel calcestruzzo MO-5. Non sono riportati dati inerenti alla condizione idraulica associata (HY-1 e HY-2) in quanto tali difetti sono stati riscontrati sempre in condizioni asciutte. Come precedentemente evidenziato, in questo grafico sono considerati solo i danni che necessitano di un intervento di riparazione.

Come verrà maggiormente dettagliato nel seguito, l'intervento di riparazione da adottarsi per questo tipo di danni è quello denominato Tipologico 3 (Par. 4.3).

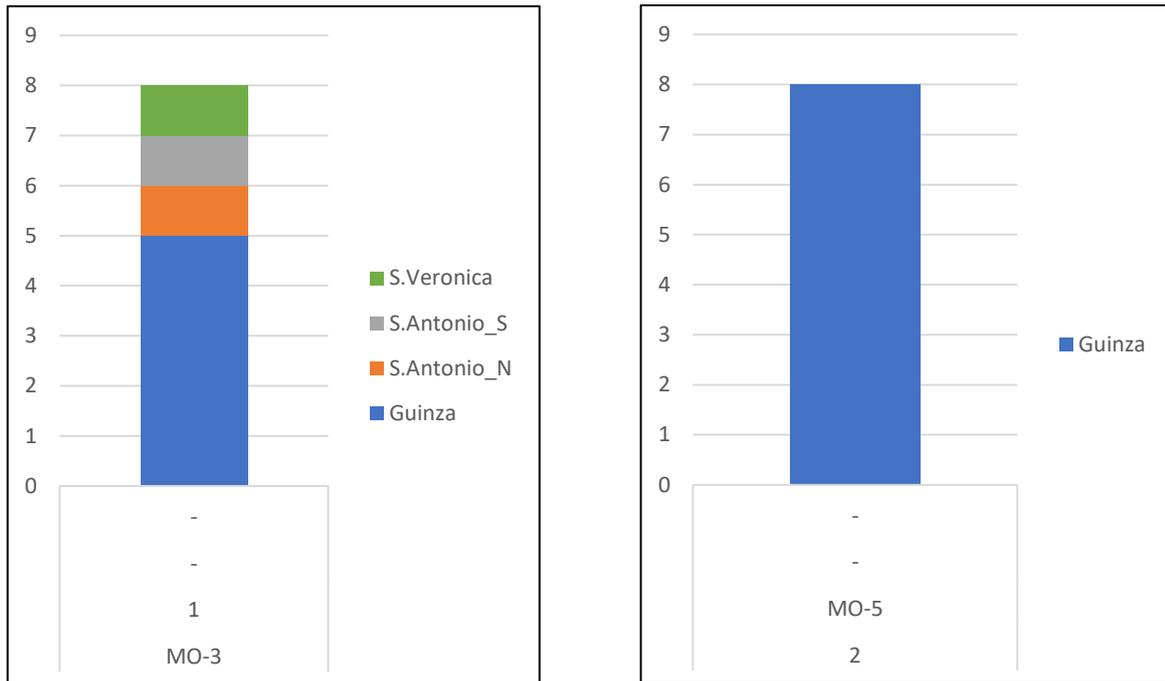


Figura 8: Istogrammi vespai e difetti superficiali

La Figura 9 mostra l'esempio del vespaio con l'estensione maggiore che si trova sul piedritto sinistro della galleria Guinza alla p.k. 0+720 circa.



Figura 9: Esempio di vespaio - Galleria Guinza – p.k. 0+720 circa

Tra i difetti categorizzati come difetti superficiali del calcestruzzo ci sono anche alcuni esempi di armatura a vista, come quella che è possibile vedere nella successiva Figura 10 relativa alla Piazzola n. 01 della Galleria Guinza, o di impermeabilizzazione a vista (Figura 19) entrambi identificati nella mappatura come danni MO-5 di gravità 2.



Figura 10: Armatura esposta in calotta Piazzola n.01 - Galleria Guinza



Figura 11: Impermeabilizzazione a vista - Galleria Guinza – p.k. 5+636 circa

Nella successiva Figura 12 è riportato l'istogramma che mostra, per ogni galleria, il numero di deterioramenti dei giunti in calcestruzzo MO-4 per gravità del danno (1 e 2) e per la condizione idraulica associata (HY-1 e HY-2) con il rispettivo indice di gravità (A1 e A2). Il “-” indica l'assenza della categoria. Come precedentemente evidenziato, in questo grafico sono considerate solo le fessure che necessitano di un intervento di riparazione.

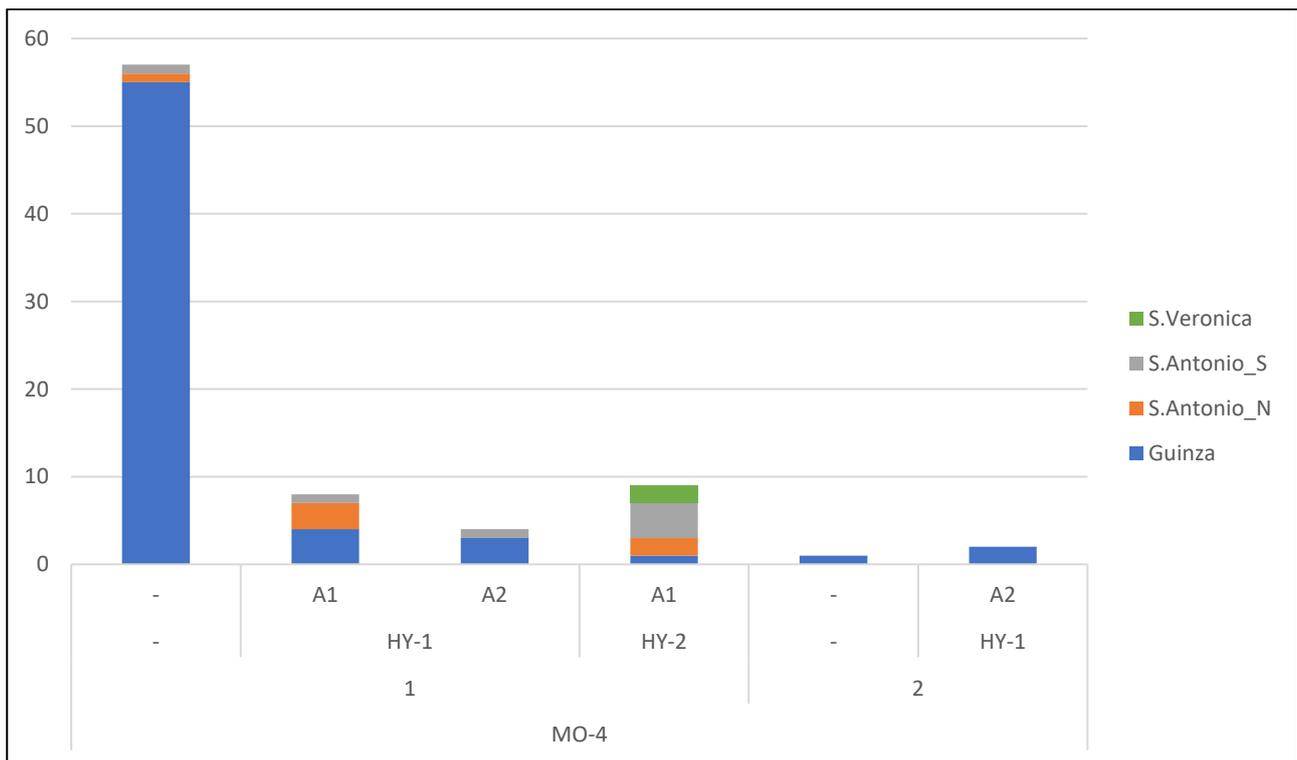


Figura 12: Iistogrammi deterioramento dei giunti in calcestruzzo

Dalla mappatura emerge che i deterioramenti dei giunti possono essere associati o meno a venute d'acqua o evidenti incrostazioni mineralizzate segno di un'avvenuta circolazione d'acqua, anche se i primi sono numericamente predominanti. In entrambi i casi l'intervento di riparazione da adottarsi per questo tipo di danni è il tipologico di riparazione delle venute d'acqua lungo i giunti (Par.4.5).

La Figura 13 mostra l'esempio di un giunto ammalorato della Galleria Guinza.



Figura 13: Esempio venuta d'acqua in corrispondenza della ripresa di getto - Galleria Guinza [foto da sopralluogo del 05/10/2021]

3.4 Deterioramenti causati da scarsa manutenzione

All'interno delle gallerie oggetto di studio sono stati riscontrati alcuni deterioramenti causati da scarsa manutenzione EN-1.

Nella seguente Figura 5 è riportato l'istogrammi che mostra, per ogni galleria, il numero di danni riscontrati, la gravità degli stessi (1,2 e 3) e per la condizione idraulica associata (HY-1 e HY-2) con il rispettivo indice di gravità (A1 e A2). Il “-” indica l'assenza della categoria.

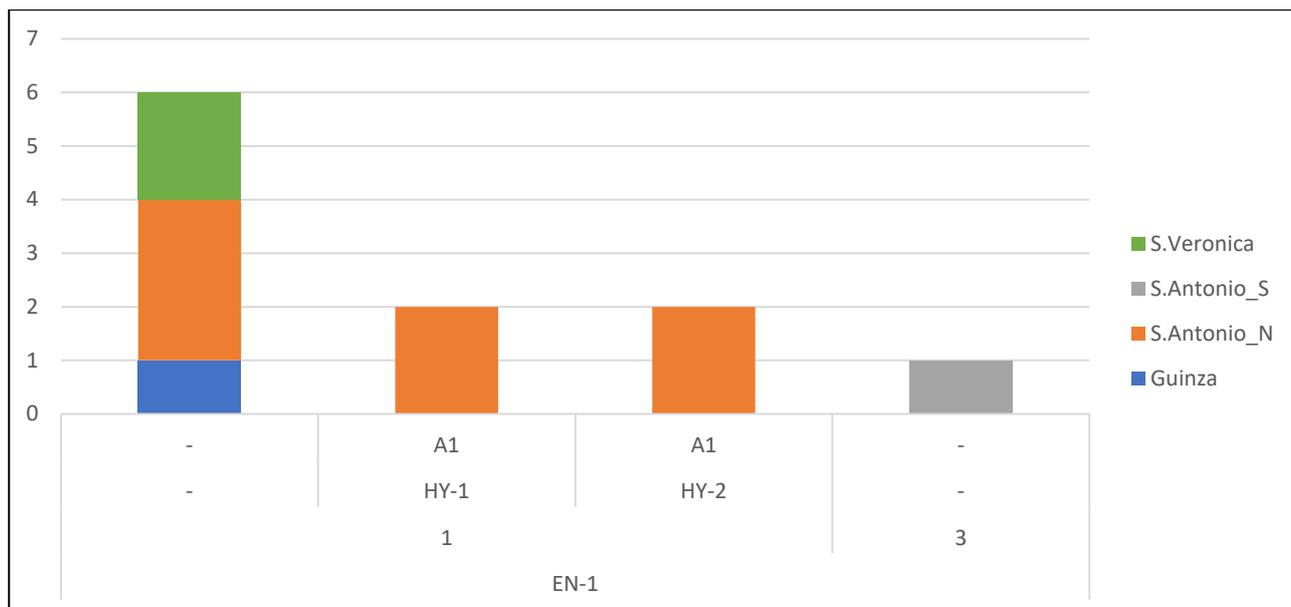


Figura 14: Istogrammi deterioramenti causati da scarsa manutenzione

Come si evince dalla figura precedente, è stato identificato un solo danno EN-1 di gravità 3 (ovvero “degrado profondo che necessita di intervento”) nella Galleria S. Antonio Sud. Si tratta dell’incrostazione mineralizzata riscontrata in corrispondenza di un pozzetto e rappresentata in Figura 15 la cui riparazione è trattata tra gli interventi di tipo idraulico e non è quindi oggetto di questa trattazione.

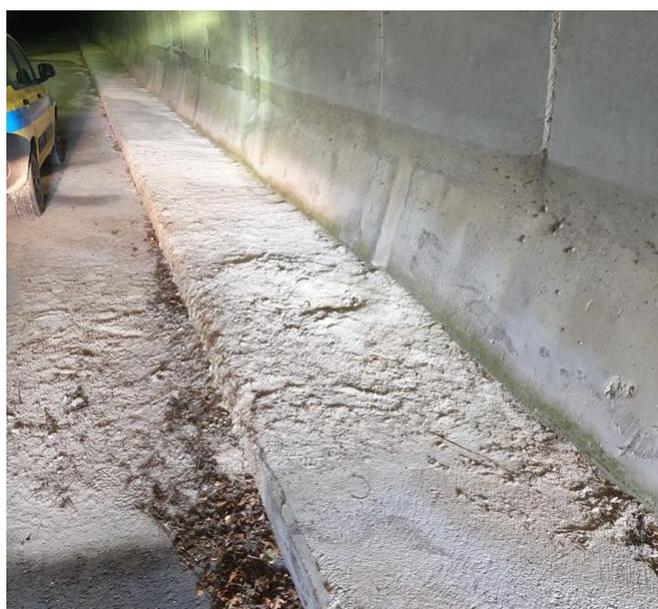


Figura 15: Galleria S. Antonio Sud - Incrostazione mineralizzata [foto da sopralluogo del 05/10/2021]

I restanti deterioramenti causati da scarsa manutenzione invece, sono tutti associati a danni sui giunti (come ad esempio la presenza di un lamierino metallico mostrata in Figura 16) per il quali si prevede il tipologico di riparazione delle venute d’acqua lungo i giunti (Par.4.5).



Figura 16: Esempio giunto coperto da lamiera - Galleria S. Antonio Nord p.k. 0+784

3.4.1 Deterioramento dei materiali di rivestimento

I deterioramenti dei materiali di rivestimento identificati sono le scheggiature RB-1 e le lesioni e i distacchi dovuti ai carichi di compressione RB-3.

Nella seguente Figura 17 sono riportati degli istogrammi che mostrano il numero di deterioramenti riscontrati suddivisi per tipologia (RB-1 o RB-3), per gravità del danno (1,2 o 2E) e per la condizione idraulica associata (HY-1 e HY-2) con il rispettivo indice di gravità (A1 e A2). Il “-” indica l’assenza della categoria.

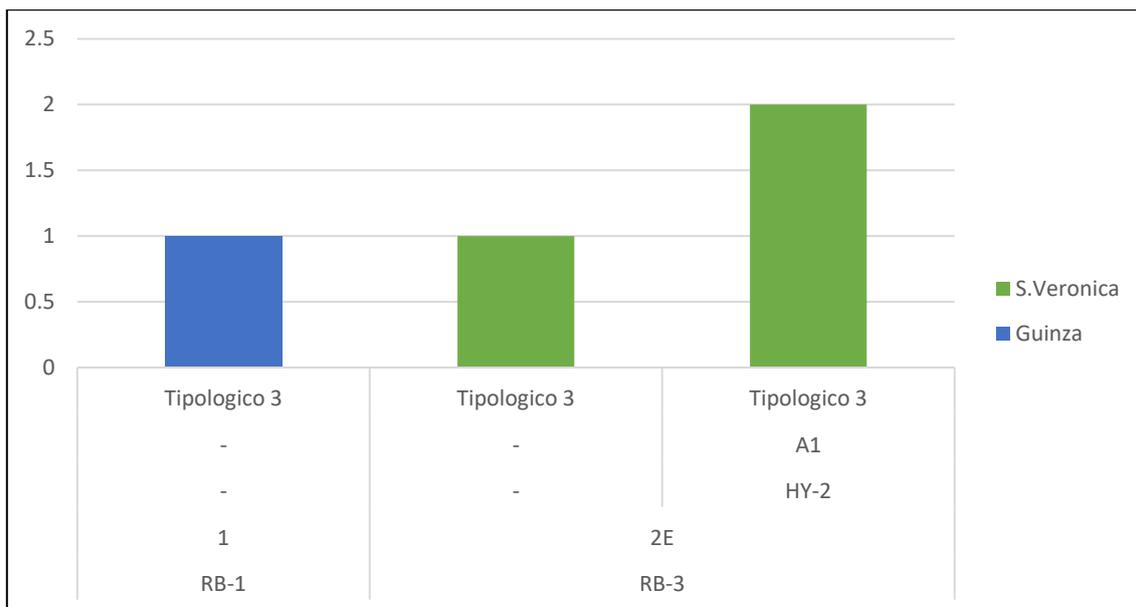


Figura 17: Istogrammi deterioramento dei materiali di rivestimento

Nella maggior parte dei casi, ovvero quelli riscontrati all'interno della galleria S.Veronica, i deterioramenti sono rappresentati da esfoliazioni come quella raffigurata in Figura 18. L'altro caso è rappresentato dalle scheggiature riscontrate all'interno della Galleria Guinza (Figura 19)

Come verrà maggiormente dettagliato nel seguito, l'intervento di riparazione previsto per i deterioramenti del materiale di rivestimento è quello denominato Tipologico 3 (Par. 4.3).



Figura 18: Esempio esfoliazione sulla calotta della Galleria S.Veronica [foto da sopralluogo del 05/10/2021]



Figura 19: Esempio di danno scheggiatura - Galleria Guinza p.k. 0+667 circa

4 INTERVENTI DI RIPRISTINO

Nel presente paragrafo si presentano gli interventi di riparazione per ciascuna tipologia di danno riscontrata all'interno delle gallerie Guinza, S. Antonio Sud, S. Antonio Nord, Valpiana e S. Veronica.

La Tabella 1 riportata nel seguito riassume i criteri di applicazione degli interventi tipologici in funzione della tipologia e della gravità di danni. In particolare, per ogni tipologia di difetto civile, è stato previsto un tipologico di riparazione in funzione dell'eventuale presenza di venute d'acqua.

Classificazione dei difetti civili			Classificazione delle venute d'acqua			Intervento di riparazione
Tipologia di danno		Gravità del danno	Tipologia di danno		Gravità del danno	
-	-	-	Infiltrazioni d'acqua	HY-1	A1	Nessun intervento (nel caso di infiltrazione puntuale)
						Tipologico 2 (nel caso di infiltrazione estesa)
				HY-1	A2	Tipologico 2
						Tipologico 4 (nel caso di difetti diffusi)
-	-	-	Concrezioni	HY-2	A1,A2	Tipologico 2
						Tipologico 4 (nel caso di difetti diffusi)
Disassamento di conci murari	DF-3	1	-	-	-	Nessun intervento
Fessure orizzontali, diagonali e verticali	FI-1,FI-2,FI-3	1	-	-	-	Nessun intervento
			Infiltrazioni d'acqua	HY-1	A1	
			Concrezioni	HY-1	A2	
		2	-	-	-	Tipologico 2
			Infiltrazioni d'acqua	HY-2	A1	
			Concrezioni	HY-1	A1	
						Tipologico 1
						Tipologico 2
Difetti superficiali nel calcestruzzo	MO-5	1		-	-	Nessun intervento
		2		-	-	Tipologico 3
Vespai	MO-3	1		-	-	Tipologico 3
Scheggiatura	RB-1	1		-	-	Tipologico 3
Lesioni e distacchi dovuti a carichi di compressione	RB-3	1,2,2E		-	-	Tipologico 3
Deterioramento dei giunti in calcestruzzo	MO-4	1,2	-	-	-	Intervento di riparazione dei giunti
			Infiltrazioni d'acqua	HY-1	A1	
			Concrezioni	HY-1	A2	
				HY-2	A1	
Scarsa manutenzione	EN-1	1	-	-	-	Intervento di riparazione dei giunti
			Infiltrazioni d'acqua	HY-1	A1	
			Concrezioni	HY-1	A2	
				HY-2	A1	

Tabella 1: Definizione de criteri di applicazione degli interventi tipologici

Le informazioni quali la tipologia di danno e la relativa gravità, la tratta in cui esso ricade (in termini di progressive relative rispetto all'inizio della galleria naturale) e la posizione (piedritto sinistro / calotta / piedritto destro) unitamente all'identificazione del tipo di intervento di riparazione previsto sono riportati all'interno degli elaborati grafici "Sezioni interpretative longitudinali delle indagini in galleria" [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29] e [30] per la Galleria Guinza, [31] per la Galleria Valpiana, [32] per la Galleria S. Veronica, [33], [34] e [35] per la Galleria S. Antonio Nord e [36] e [37] per la Galleria S. Antonio Sud.

All'interno dell'Appendice vengono riportate per comodità delle tabelle riepilogative che forniscono, per i soli danni per i quali è previsto un intervento di riparazione, la tipologia e la gravità del danno, la tipologia di intervento associato e le tratte di applicazione.

4.1 Tipologico 1: intervento di riparazione delle fessure asciutte/umide

L'intervento di riparazione delle fessure asciutte umide è previsto per tutte le fessure (FI-1, FI-2, FI-3, FI-4, FI-5) di gravità 2 in assenza di acqua o alla sola presenza di macchie di umidità (HY-1/A1).

Per la definizione dell'intervento in oggetto, si è fatto riferimento a quanto previsto da Anas S.p.A. all'interno di un progetto tipologico per il ripristino conservativo delle gallerie. La soluzione proposta per la riparazione delle fessure asciutte/umide [4] è stata adattata, in relazione ai danni rilevati durante la fase di mappatura, per definire l'intervento Tipologico 1 [11].

Quest'ultimo prevede una prima fase di preparazione della superficie durante la quale le superficie dovranno essere adeguatamente pulite, con l'eliminazione delle parti friabili, e si sia verificato che le stesse siano asciutte (tollerando al più la presenza di umidità superficiale) prima dell'applicazione dei prodotti da ripristino.

Le successive fasi dell'intervento di ripristino (rappresentate schematicamente in Figura 20) sono le seguenti:

- 1) Apertura della fessura.
- 2) Realizzazione di fori inclinati, con inclinazione tale da intercettare la fessura a circa metà dello spessore del rivestimento. I fori andranno realizzati, ove possibile, a quinconce ad una distanza dalla fessura di circa 20-30 cm. I fori andranno realizzati ad una distanza di circa 25 cm gli uni dagli altri.
- 3) Pulizia/depolverizzazione con aria compressa della superficie della fessura e del foro.
- 4) Sigillatura della fessura per mezzo di malta epossidica bi-componente.
- 5) Montaggio dei packer (meccanici o superficiali).
- 6) Iniezione di resina epossidica a bassa viscosità.
- 7) Una volta terminata la polimerizzazione della resina, rimozione dei packer e sigillatura dei fori con malta epossidica bi-componente.

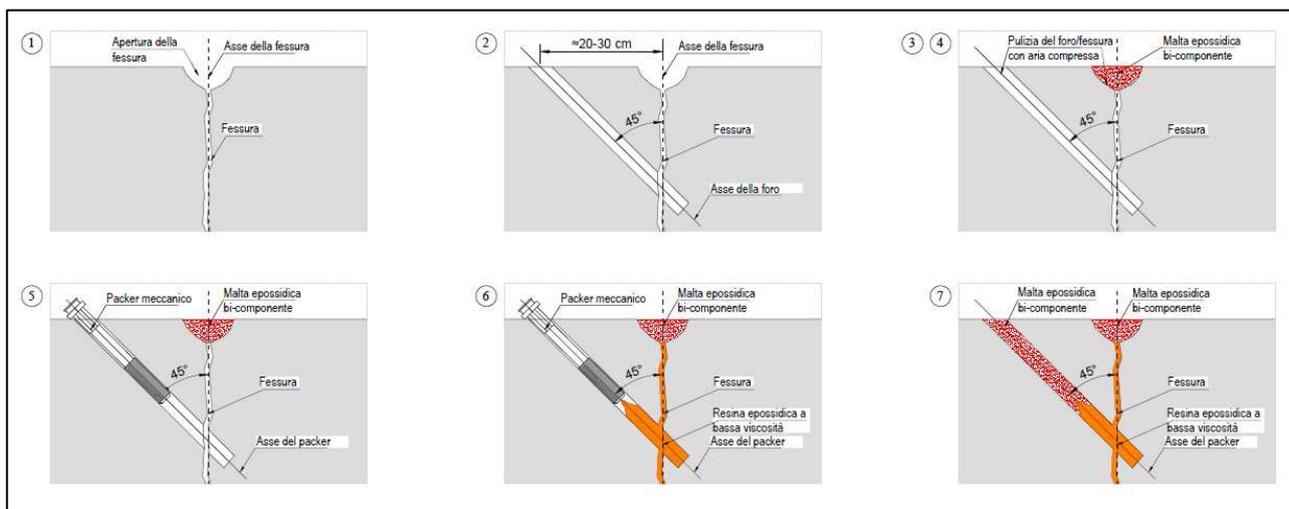


Figura 20: Tipologico 1 – Rappresentazione schematica

Per ulteriori dettagli sulle metodologie realizzative e sui materiali impiegati si faccia riferimento al relativo elaborato grafico "Tipologico 1: intervento di riparazione per fessure asciutte/umide" [11].

4.2 Tipologico 2: intervento di riparazione delle fessure puntuali in presenza di stillicidio / flusso d'acqua

L'intervento di riparazione delle fessure puntuali in presenza di stillicidio o flusso d'acqua è previsto in caso di macchie d'umidità estese (HY-1/A1), infiltrazioni con presenza d'acqua (HY-1/A2), concrezioni umide o in presenza d'acqua (HY-2/A1-A2) e sempre in presenza di fessure (FI-1, FI-2, FI-3, FI-4, FI-5) di gravità 1 e 2 caratterizzate da infiltrazioni con presenza d'acqua (HY-1/A2) e concrezioni umide (HY-2/A1).

Per la definizione dell'intervento in oggetto, si è fatto riferimento a quanto previsto da Anas S.p.A. all'interno di un progetto tipologico per il ripristino conservativo delle gallerie. La soluzione proposta per la riparazione delle fessure in presenza di acqua, stillicidi, puntuali [5] è stata adattata, in relazione ai danni rilevati durante la fase di mappatura, per definire l'intervento Tipologico 2 [12].

Quest'ultimo prevede una prima fase di preparazione della superficie durante la quale le superficie dovranno essere adeguatamente pulite, con l'eliminazione delle parti friabili.

Le successive fasi dell'intervento di ripristino (rappresentate schematicamente in Figura 21) sono le seguenti:

- 1) Realizzazione di fori inclinati, con inclinazione tale da intercettare la fessura a circa metà dello spessore del rivestimento. I fori andranno realizzati, ove possibile, a quinconce ad una distanza dalla fessura di circa 20-30 cm. I fori andranno realizzati ad una distanza di circa 25 cm gli uni dagli altri.
- 2) Pulizia del foro e montaggio del packer meccanici.
- 3) Iniezione di resina acrilica tri-componente o di resina poliuretana bi-componente.
- 4) Una volta terminata la polimerizzazione della resina, rimozione dei packer e sigillatura dei fori con malta epossidica bi-componente.
- 5) Apertura della fessura con depolverizzazione con aria compressa.
- 6) Sigillatura della fessura con malta epossidica bi-componente.

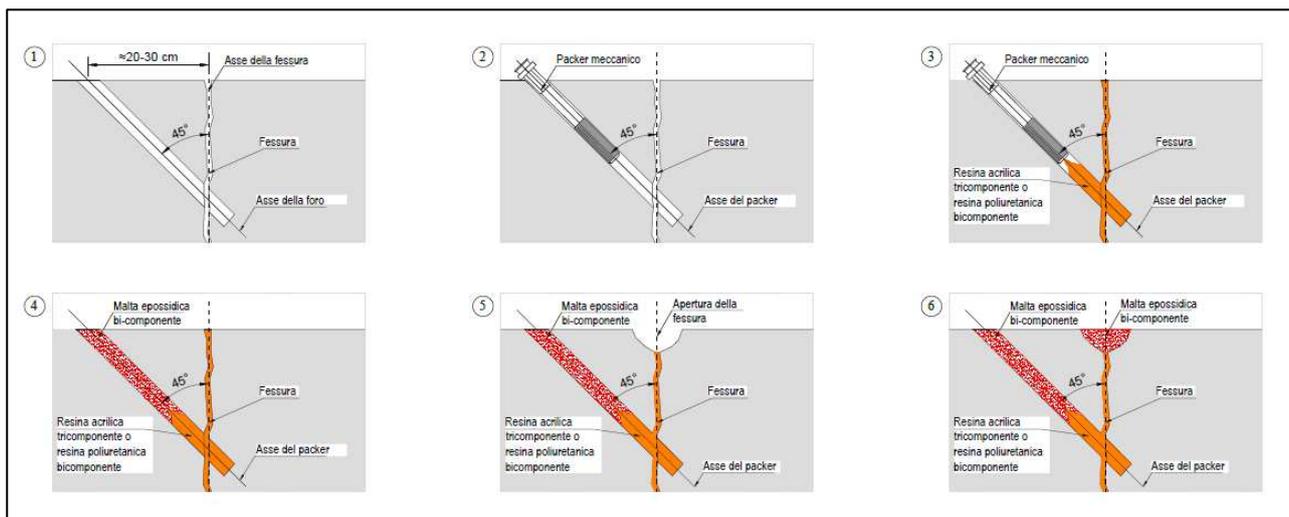


Figura 21: Tipologico 2 – Rappresentazione schematica

Per ulteriori dettagli sulle metodologie realizzative e sui materiali impiegati si faccia riferimento al relativo elaborato grafico "Tipologico 2: intervento di riparazione per fessure con presenza di stillicidio/flusso d'acqua, puntuali" [12].

Qualora si riscontrassero delle venute d'acqua caratterizzate da una gravità maggiore rispetto a quella evidenziata durante la mappatura si prevede, al posto del Tipologico 2, un sistema di convogliamento delle acque analogo a quello previsto per la riparazione dei giunti [15].

4.3 Tipologico 3: intervento di riparazione dei difetti superficiali e ripristino dei copriferri

L'intervento di riparazione dei difetti superficiali e di ripristino dei copriferri è previsto nel caso di difetti superficiali nel calcestruzzo MO-5 di gravità 2 (difetti superficiali) e in presenza di vespai MO-3 di gravità 1 (buono stato apparente) e di scheggiature RB-1 di gravità 1 (buono stato apparente).

Per la definizione dell'intervento in oggetto, si è fatto riferimento a quanto previsto da Anas S.p.A. all'interno di un progetto tipologico per il ripristino conservativo delle gallerie. Le soluzioni proposte per la riparazione dei vespai [7] e il ripristino dei copriferri [8] sono state adattate, in relazione ai danni rilevati durante la fase di mappatura, per definire l'intervento Tipologico 3 [13].

Nel caso in cui la lesione sia di natura superficiale (ovvero non sia riscontrata armatura a vista) si procederà con l'intervento di riparazione descritto nel seguito come "intervento di riparazione dei difetti superficiali senza armatura a vista"; viceversa, qualora sia necessario effettuare il ripristino dell'armatura si procederà con l'intervento di riparazione descritto nel seguito come "intervento di riparazione dei difetti superficiali con armatura a vista".

L'intervento di riparazione dei difetti superficiali senza armatura a vista prevede le seguenti fasi:

- 1) Scalpellatura meccanica delle parti di materiale non coeso nell'area oggetto di intervento.
- 2) Rimozione manuale e soffiatura delle polveri o delle porzioni ammalorate di calcestruzzo all'interno delle cavità da riempire.
- 3) Risagomatura e spazzolatura delle eventuali armature esistenti.
- 4) Ricostruzione e regolarizzazione della sezione in calcestruzzo dell'area da trattare con malta di classe R4 a seconda dello spessore del calcestruzzo da ripristinare si utilizzano malte a caratteristiche meccaniche differenti.
- 5) Finitura superficiale con rasante cemetizio.
- 6) Applicazione di un rivestimento protettivo polimero-cemento.

L'intervento di riparazione dei difetti superficiali con armatura a vista prevede le seguenti fasi:

- 1) Scalpellatura meccanica, idroscarifica, scarifica meccanica del calcestruzzo ammalorato o comunque in fase di distacco.
- 2) Rimozione di eventuali ferri di armatura disposti erroneamente all'esterno delle staffe trasversali o eccessivamente deteriorati.
- 3) Risagomatura e pulizia delle armature esistenti se necessaria.
- 4) Passivazione dei ferri di armatura.
- 5) Eventuale ripristino di armatura metallica corrosa.
- 6) Posa di rete in GFRP di armatura del copriferro realizzato successivamente.
- 7) Preparazione delle superfici da ripristinare.
- 8) Ricostruzione e regolarizzazione della sezione in calcestruzzo dell'area da trattare con malta di classe R4 a seconda dello spessore del calcestruzzo da ripristinare si utilizzano malte a caratteristiche meccaniche differenti.
- 9) Finitura superficiale con rasante cemetizio.
- 10) Applicazione di un rivestimento protettivo polimero-cemento.

Per ulteriori dettagli sulle metodologie realizzative e sui materiali impiegati si faccia riferimento al relativo elaborato grafico "Tipologico 3: intervento di riparazione di difetti superficiali e ripristino copriferri" [13].

4.4 Tipologico 4: intervento di riparazione in presenza di venute d'acqua diffuse

L'intervento di riparazione delle venute d'acqua diffuse è da eseguirsi in caso di macchie d'umidità estese (HY-1/A1), infiltrazioni con presenza d'acqua (HY-1/A2), concrezioni umide o in presenza d'acqua (HY-2/A1-A2) quando queste si presentano molto diffuse (condizione riscontrata esclusivamente all'interno della Galleria S. Veronica).

Per la definizione dell'intervento in oggetto, si è fatto riferimento a quanto previsto da Anas S.p.A. all'interno di un progetto tipologico per il ripristino conservativo delle gallerie. La soluzione proposta per la riparazione delle fessure in presenza di acqua, stillicidi, diffuse [6] è stata adattata, in relazione ai danni rilevati durante la fase di mappatura, per definire l'intervento Tipologico 4 [14].

Quest'ultimo prevede una prima fase di preparazione della superficie durante la quale le superficie dovranno essere adeguatamente pulite, con l'eliminazione delle parti friabili.

Le successive fasi dell'intervento di ripristino (rappresentate schematicamente in Figura 22) sono le seguenti:

- 1) Eventuale realizzazione di cordoni di compartimentazione con resina poliuretanica bi-componente espansiva, per garantire un intervento a settori e limitare le successive dispersioni della resina impiegata nelle retroiniezioni.
- 2) Realizzazione di fori passanti il rivestimento definitivo.
- 3) Pulizia dei fori e montaggio dei packer meccanici.
- 4) Iniezione di malta cementizia o di resina acrilica tri-componente.
- 5) Una volta terminata la polimerizzazione della resina, rimozione dei packer e sigillatura dei fori con malta epossidica bi-componente.
- 6) Eventuale trattamento superficiale con malta cementizia polimero rinforzata.

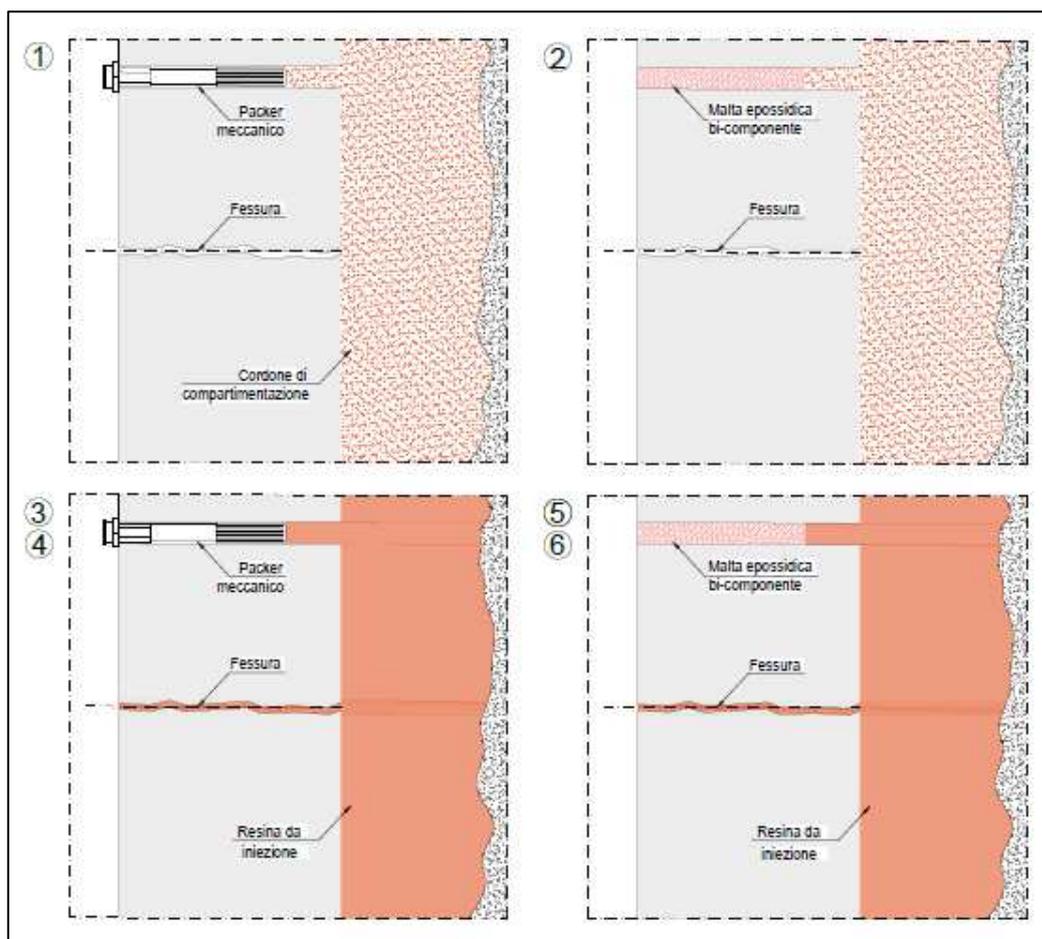


Figura 22: Tipologico 4 – Rappresentazione schematica

Per ulteriori dettagli sulle metodologie realizzative e sui materiali impiegati si faccia riferimento al relativo elaborato grafico "Tipologico 4: intervento di riparazione in presenza di venute d'acqua diffuse" [14].

4.5 Tipologico di riparazione delle venute d'acqua lungo i giunti

L'intervento di riparazione delle venute d'acqua è da eseguirsi in caso di deterioramento dei giunti (MO-4) di gravità 1 e 2 e in caso di scarsa manutenzione (EN-1) riscontrata in corrispondenza dei giunti di gravità 1, sia in condizioni asciutte che in concomitanza di macchie d'umidità estese (HY-1/A1), infiltrazioni con presenza d'acqua (HY-1/A2), concrezioni umide o in presenza d'acqua (HY-2/A1-A2).

L'intervento prevede una prima fase di preparazione della superficie durante la quale le superficie dovranno essere adeguatamente pulite, con l'eliminazione delle parti friabili.

Le successive fasi dell'intervento di ripristino (rappresentate schematicamente in Figura 23) sono le seguenti:

- 1) Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente con idrodemolizione o scarifica selettiva mediante attrezzature meccaniche.
- 2) Applicazione di un tubo microfessurato avvolto in TNT e con guaina in PVC.
- 3) Installazione cordoncini bentonitici water stop per chiusura della guaina in PVC.
- 4) Applicazione dello strato di resina epossidica e della striscia di neoprene ai lati della tasca.
- 5) Posa di un traliccio metallico per un rinforzo strutturale.
- 6) Getto di calcestruzzo Classe C32/40 a ritiro compensato.

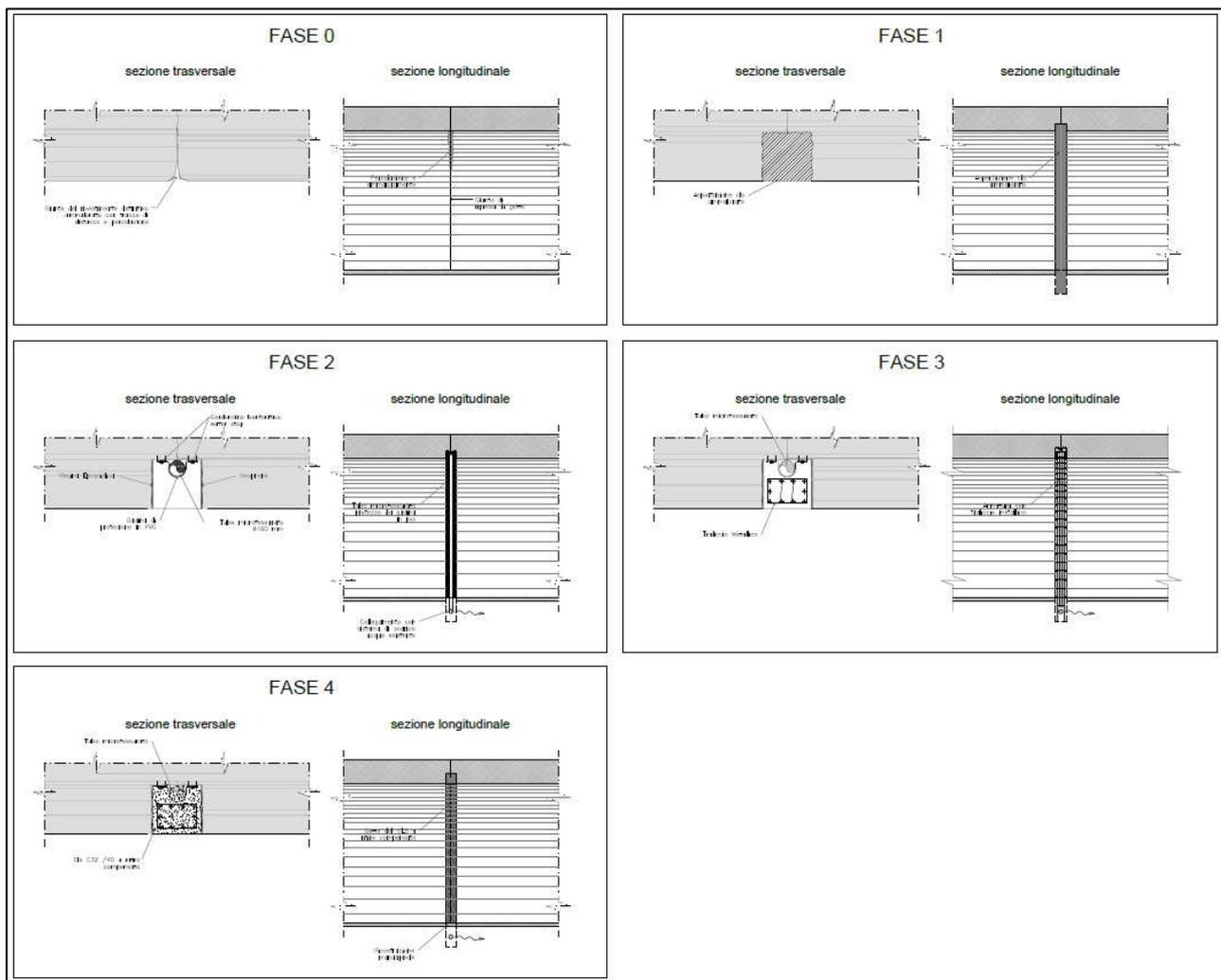


Figura 23: Intervento di riparazione dei giunti – Rappresentazione schematica

Per ulteriori dettagli sulle metodologie realizzative e sui materiali impiegati si faccia riferimento al relativo elaborato grafico "Intervento per le venute d'acqua lungo i giunti delle riprese di getto in calotta" [15].

APPENDICE

ELENCO DANNI E AMMALORAMENTI CHE NECESSITANO INTERVENTI

Galleria Guinza

Le progressive riportate nel seguito al fine di definire le tratte di applicazione degli interventi per la Galleria Guinza sono riferite a inizio galleria naturale (p.k. 0+225.12).

Galleria Guinza						
Danni strutturali		Azione dell'acqua		Posizione		Intervento
Tipologia di danno	Gravità del danno	Tipologia di danno	Gravità del danno	p.k. Iniziale	p.k. Finale	
FI-1	2	-	-	0	10	Tipologico 1
FI-3	2	HY-1	A2	255	256	Tipologico 2
FI-3	1	HY-2	A1	262	262	Tipologico 2
FI-1	1	HY-2	A1	264	268	Tipologico 2
RB-1	1	-	-	267	268	Tipologico 3
-	-	HY-2	A1	285	285	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	460	460	Tipologico 2
EN-1	1	-	-	540	540	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	629	629	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	634	635	Tipologico 2
MO-4	2	HY-1	A2	636	636	Intervento Giunto
FI-1	1	HY-2	A1	636	640	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	642	643	Tipologico 2
MO-3	1	-	-	720	723	Tipologico 3
MO-3	1	-	-	725	727	Tipologico 3
-	-	HY-2	A1	840	840	Tipologico 2
-	-	HY-2	A2	844	844	Tipologico 2
MO-3	1	-	-	862	862	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	1002	1002	Intervento Giunto
MO-4	1	HY-2	A1	1074	1074	Intervento Giunto
FI-3	1	HY-2	A1	1075	1077	Tipologico 2
-	-	HY-1	A2	1112	1117	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	1122	1122	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	1141	1141	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A1	1448	1497	Tipologico 2
-	-	HY-1	A1	1503	1508	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	1728	1728	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2062	2062	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2074	2074	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2098	2098	Intervento Giunto
MO-5	2	-	-	2138	2140	Tipologico 3

Galleria Guinza						
Danni strutturali		Azione dell'acqua		Posizione		Intervento
Tipologia di danno	Gravità del danno	Tipologia di danno	Gravità del danno	p.k. Iniziale	p.k. Finale	
MO-4	1	-	-	2242	2242	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2500	2500	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2512	2512	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2536	2536	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2548	2548	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2604	2604	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2711	2711	Intervento Giunto
FI-3	2	-	-	2742	2744	Tipologico 1
MO-4	1	-	-	2761	2761	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2773	2773	Intervento Giunto
MO-5	2	-	-	2788	2790	Tipologico 3
-	-	HY-1	A1	2884	2885	Tipologico 2
MO-4	1	HY-1	A1	2892	2892	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	2991	2991	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3015	3015	Intervento Giunto
MO-4	1	HY-1	A1	3082	3082	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A1	3115	3156	Tipologico 2
-	-	HY-1	A1	3166	3205.5	Tipologico 2
-	-	HY-1	A1	3215.5	3257	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	3132	3132	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	3200	3257	Tipologico 2
-	-	HY-1	A2	3257	3266.5	Tipologico 2
-	-	HY-1	A2	3276.5	3346	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	3299	3299	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3305	3305	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3311	3311	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3484	3484	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3536	3536	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3672	3672	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3678	3678	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3752	3752	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3764	3764	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3812	3812	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3896	3896	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3908	3908	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	3920	3920	Intervento Giunto
FI-2	2	-	-	3924	3940	Tipologico 1
MO-4	1	-	-	3932	3932	Intervento Giunto

Relazione degli interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua

27

RTP di progettazione:

Mandataria:



Mandanti:



Galleria Guinza						
Danni strutturali		Azione dell'acqua		Posizione		Intervento
Tipologia di danno	Gravità del danno	Tipologia di danno	Gravità del danno	p.k. Iniziale	p.k. Finale	
MO-4	1	-	-	3992	3992	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A1	4000	4023	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	4040	4040	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4064	4064	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4088	4088	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4100	4100	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4112	4112	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A1	4145	4150	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	4148	4148	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4196	4196	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4220	4220	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A1	4231	4236	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	4250	4250	Intervento Giunto
MO-4	1	HY-1	A2	4256	4256	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4268	4268	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4274	4274	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A1	4392	4398	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	4400	4400	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4448	4448	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4592	4592	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4640	4640	Intervento Giunto
FI-2	2	-	-	4698	4700	Tipologico 1
MO-4	1	-	-	4712	4712	Intervento Giunto
MO-3	1	-	-	4716	4717	Tipologico 3
-	-	HY-1	A2	4731	4736	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	4736	4736	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4760	4760	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4784	4784	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4796	4796	Intervento Giunto
MO-4	1	-	-	4808	4808	Intervento Giunto
MO-4	1	HY-1	A2	4832	4832	Intervento Giunto
FI-3	2	HY-1	A1	4833	4834	Tipologico 1
-	-	HY-1	A2	4839	4844	Tipologico 2
MO-4	1	HY-1	A1	4844	4844	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A1	4995	5000	Tipologico 2
FI-1	1	HY-2	A1	5049	5051	Tipologico 2
-	-	HY-1	A2	5059	5208	Tipologico 2
FI-1	1	HY-2	A1	5066	5069	Tipologico 2

Relazione degli interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua

28

RTP di progettazione:

Mandataria:



Mandanti:



Galleria Guinza						
Danni strutturali		Azione dell'acqua		Posizione		Intervento
Tipologia di danno	Gravità del danno	Tipologia di danno	Gravità del danno	p.k. Iniziale	p.k. Finale	
MO-5	1	HY-1	A2	5074	5074	Tipologico 2
MO-5	1	HY-1	A2	5073	5074	Tipologico 3
-	-	HY-1	A2	5089	5093	Tipologico 2
FI-2	1	HY-2	A1	5100	5102	Tipologico 2
-	-	HY-1	A2	5111	5112	Tipologico 2
MO-4	1	HY-1	A2	5120	5120	Intervento Giunto
MO-5	2	-	-	5141	5201	Tipologico 3
MO-4	1	HY-1	A1	5153	5153	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	5156	5156	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	5159	5159	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	5166	5166	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	5178	5178	Tipologico 2
MO-5	2	-	-	5179	5181	Tipologico 3
-	-	HY-2	A1	5187	5188	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	5214	5215	Tipologico 2
MO-5	2	-	-	5305	5341	Tipologico 3
-	-	HY-2	A1	5390	5400	Tipologico 2
-	-	HY-1	A1	5395	5412	Tipologico 2
FI-2	1	HY-2	A1	5403	5408	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	5408	5409	Tipologico 2
FI-1	1	HY-2	A1	5419	5422	Tipologico 2
MO-5	2	-	-	5636	5637	Tipologico 3
MO-5	2	-	-	5637	5639	Tipologico 3
MO-3	1	-	-	5639	5640	Tipologico 3
MO-4	2	-	-	5832	5832	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A1	5859	5930	Tipologico 2
-	-	HY-1	A1	5938	5946	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	5903	5903	Tipologico 2
MO-4	2	HY-1	A2	5904	5904	Intervento Giunto

Galleria Valpiana

Le progressive riportate nel seguito al fine di definire le tratte di applicazione degli interventi per la Galleria Valpiana sono riferite a inizio galleria naturale (p.k. 6+260.42) .

Galleria Valpiana						
Danni strutturali		Azione dell'acqua		Posizione		Intervento
Tipologia di danno	Gravità del danno	Tipologia di danno	Gravità del danno	p.k. Iniziale	p.k. Finale	
-	-	HY-2	A2	0	23	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	4	5	Tipologico 2
-	-	HY-2	A2	7	7	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	50	51	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	112	112	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	139	140	Tipologico 2
FI-1	2	-	-	146	156	Tipologico 1
FI-4	2	-	-	156	157	Tipologico 1
FI-1	2	-	-	156	165	Tipologico 1
FI-1	2	-	-	164	174	Tipologico 1
FI-1	2	-	-	164	192	Tipologico 1
FI-1	2	-	-	165	174	Tipologico 1
-	-	HY-2	A2	176	180	Tipologico 2
-	-	HY-2	A2	178	194	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	182	183	Tipologico 2
FI-1	2	-	-	192	200	Tipologico 1
FI-1	2	-	-	201	210	Tipologico 1
-	-	HY-2	A1	203	219	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	214	215	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	219	219	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	223	224	Tipologico 2

Galleria S. Veronica

Le progressive riportate nel seguito al fine di definire le tratte di applicazione degli interventi per la Galleria S. Veronica sono riferite a inizio galleria naturale (p.k. 6+971.33) .

Galleria Valpiana						
Danni strutturali		Azione dell'acqua		Posizione		Intervento
Tipologia di danno	Gravità del danno	Tipologia di danno	Gravità del danno	p.k. Iniziale	p.k. Finale	
EN-1	1	-	-	0	0	Nessun intervento
-	-	HY-2	A2	0	11	Tipologico 4
-	-	HY-2	A1	10	12	Tipologico 4
EN-1	1	-	-	12	12	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	16	18	Tipologico 4
-	-	HY-2	A1	20	22	Tipologico 4
RB-3	2E	HY-2	A1	21	26	Tipologico 3
MO-4	1	HY-2	A1	24	24	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	24	34	Tipologico 4
-	-	HY-2	A1	29	31	Tipologico 4
RB-3	2E	-	-	33	35	Tipologico 3
MO-4	1	HY-2	A1	36	36	Intervento Giunto
RB-3	2E	HY-2	A1	36	39	Tipologico 3
-	-	HY-2	A1	36	44	Tipologico 4
MO-3	1	-	-	38	43	Tipologico 3

Galleria S. Antonio Nord

Le progressive riportate nel seguito al fine di definire le tratte di applicazione degli interventi per la Galleria S. Antonio Nord sono riferite a inizio galleria naturale (P.K. 7+242.40 riferita all'asse principale).

Galleria S. Antonio Nord						
Danni strutturali		Azione dell'acqua		Posizione		Intervento
Tipologia di danno	Gravità del danno	Tipologia di danno	Gravità del danno	p.k. Iniziale	p.k. Finale	
-	-	HY-2	A1	1	3	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	8	9	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	21	26	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	43	46	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	43	43	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	46	46	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	48	48	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	53	53	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	54	54	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	58	58	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	59	62	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	72	76	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	94	94	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	105	106	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	105	109	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	112	112	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	114	118	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	123	124	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	126	128	Tipologico 2
MO-4	1	HY-2	A1	130	130	Intervento Giunto
FI-2	2	-	-	249	254	Tipologico 1
-	-	HY-2	A1	315	315	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	354	355	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	422	423	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	429	429	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	454	454	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	481	490	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	491	492	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	521	522	Tipologico 2
MO-4	1	HY-1	A1	526	526	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A1	556	561	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	559	565	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	567	567	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	578	578	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	590	590	Intervento Giunto

Relazione degli interventi di riparazione dei difetti strutturali e delle venute d'acqua

32

RTP di progettazione:

Mandataria:



Mandanti:



Galleria S. Antonio Nord						
Danni strutturali		Azione dell'acqua		Posizione		Intervento
Tipologia di danno	Gravità del danno	Tipologia di danno	Gravità del danno	p.k. Iniziale	p.k. Finale	
MO-4	1	HY-2	A1	599	599	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	617	619	Tipologico 2
MO-4	1	HY-1	A1	626	626	Intervento Giunto
MO-3	1	-	-	639	640	Tipologico 3
-	-	HY-2	A1	640	642	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	657	658	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	660	661	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	666	667	Tipologico 2
MO-4	1	HY-1	A1	671	671	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A2	671	710	Tipologico 2
-	-	HY-1	A1	676	683	Tipologico 2
-	-	HY-1	A1	686	687	Tipologico 2
-	-	HY-1	A1	687	688	Tipologico 2
-	-	HY-1	A1	710	716	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	728	729	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	774	774	Tipologico 2
EN-1	1	HY-2	A1	784	784	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	784	793	Tipologico 2
EN-1	1	HY-2	A1	793	793	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	793	802	Tipologico 2
EN-1	1	HY-1	A1	802	802	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	802	811	Tipologico 2
EN-1	1	HY-1	A1	811	811	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	814	815	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	817	818	Tipologico 2
EN-1	1	-	-	820	820	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	823	827	Tipologico 2
EN-1	1	-	-	829	829	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	833	833	Tipologico 2
EN-1	1	-	-	835	835	Intervento Giunto

Galleria S. Antonio Sud

Le progressive riportate nel seguito al fine di definire le tratte di applicazione degli interventi per la Galleria S. Antonio Sud sono riferite a inizio galleria naturale (p.k. 7+426.85).

Galleria S. Antonio Sud						
Danni strutturali		Azione dell'acqua		Posizione		Intervento
Tipologia di danno	Gravità del danno	Tipologia di danno	Gravità del danno	p.k. Iniziale	p.k. Finale	
-	-	HY-2	A1	0	1	Tipologico 2
MO-4	1	HY-2	A1	4	4	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	6	10	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	28	31	Tipologico 2
FI-1	1	HY-2	A1	35	38	Tipologico 2
MO-4	1	HY-2	A1	40	40	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	41	42	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	44	45	Tipologico 2
MO-4	1	HY-1	A2	49	49	Intervento Giunto
FI-1	2	HY-2	A1	49	60	Tipologico 2
MO-4	1	HY-2	A1	58	58	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A2	58	94	Tipologico 2
-	-	HY-2	A2	67	200	Tipologico 2
FI-1	1	HY-2	A1	104	111	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	124	125	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	134	135	Tipologico 2
MO-4	1	HY-2	A1	139	139	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	139	144	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	157	166	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	192	193	Tipologico 2
MO-3	1	-	-	210	211	Tipologico 3
-	-	HY-2	A1	233	234	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	238	238	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	375	376	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	412	413	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	451	453	Tipologico 2
DF-3	1	HY-2	A1	458	459	Tipologico 2
MO-4	1	HY-1	A1	504	504	Intervento Giunto
-	-	HY-1	A2	524	525	Tipologico 2
-	-	HY-1	A2	535	535	Tipologico 2
MO-4	1	-	-	621	621	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	622	622	Tipologico 2
FI-1	1	HY-2	A1	625	629	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	628	629	Tipologico 2

Galleria S. Antonio Sud						
Danni strutturali		Azione dell'acqua		Posizione		Intervento
Tipologia di danno	Gravità del danno	Tipologia di danno	Gravità del danno	p.k. Iniziale	p.k. Finale	
-	-	HY-2	A2	630	630	Intervento Giunto
-	-	HY-2	A1	635	635	Tipologico 2
-	-	HY-2	A1	637	637	Tipologico 2
-	-	HY-2	A2	639	639	Intervento Giunto