

# AUTOSTRADA A2 DEL MEDITERRANEO

Interventi per la rinaturalizzazione o il riutilizzo dei tratti campani dismessi con particolare riferimento ai lotti fra il km 8+000 e il km 13+000 e fra il km 36+000 e il km 53+000

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UC149

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  
Dott. Ing. Nando Granieri  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:  
MANDATARIA:

 Sintagma

 GEOTECHNICAL DESIGN GROUP

 ICARIA società di ingegneria

Dott. Ing. N. Granieri  
Dott. Ing. V. Truffini  
Dott. Arch. A. Bracchini  
Dott. Ing. F. Durastanti  
Dott. Ing. E. Bartolucci  
Dott. Geol. G. Cerquiglioni  
Geom. S. Scopetta  
Dott. Ing. L. Dinelli  
Dott. Ing. L. Nani  
Dott. Ing. F. Pambianco  
Dott. Agr. F. Berti Nulli  
Dott. Ing. F. Negozio  
Geom. C. Calcina  
Dott. Ing. F. Rotini  
Dott. Ing. E. Santucci

Dott. Ing. D. Carliaccini  
Dott. Ing. S. Sacconi  
Dott. Geol. M. Boldorini  
Dott. Ing. L. Casaburi  
Dott. Ing. C. Consorti

Dott. Ing. V. Rotisciani  
Dott. Ing. F. Macchioni  
Geom. C. Vischini  
Dott. Ing. V. Pionno  
Dott. Ing. G. Pulli  
Geom. C. Sugaroni

IL PROGETTISTA:  
Elena Bartolucci  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n°A3217

IL GEOLOGO:  
Dott. Geol. Giorgio Cerquiglioni  
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

Il R.U.P.  
Dott. Ing. Antonio Citarella

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  
Dott. Ing. Filippo Pambianco  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

PROTOCOLLO

DATA



## 14.STRUTTURE 14.06 INDAGINI STRUTTURALI

### Relazione di sintesi delle indagini strutturali

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00-SG01-STR-RE03-B		
DPUC0149	D	21	CODICE ELAB. T00SG01STRRE03	B	-
B	Revisione a seguito istruttoria Anas		APR 24	R.Serra	E. Bartolucci N. Granieri
A	Emissione		OTT 23	R.Serra	E. Bartolucci N. Granieri
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	INFORMAZIONI DESUMIBILI DALLA DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE .....	3
3	INFORMAZIONI DESUMIBILI DALLE INDAGINI DIAGNOSTICHE .....	5
3.1	PROVE SUI MATERIALI: CALCESTRUZZO .....	5
3.1.1	RESISTENZA A COMPRESSIONE .....	5
3.1.2	RESISTENZA A TRAZIONE .....	9
3.2	PROVE SUI MATERIALI: ACCIAIO .....	12
3.3	INTERVENTI DI RISANAMENTO .....	13

## 1 PREMESSA

La presente relazione restituisce un'analisi dei risultati delle prove eseguite sugli elementi strutturali delle opere interessate dagli interventi di rinaturalizzazione o riutilizzo dei tratti campani dismessi lungo l'autostrada A2 "Autostrada del Mediterraneo", con riferimento ai lotti fra il Km 8+000 e il km 13+000 e fra il km 36+000 e km 53+000. Le opere interessate risultano essere: viadotto Tenza, viadotto Rialto e opera PDZ5

Nello specifico, sono stati eseguiti carotaggi per il prelievo di carote di calcestruzzo per l'esecuzione di prove di rottura a compressione, rottura a trazione indiretta o Brasiliana e per la determinazione dei pesi di volume; prove di carbonatazione su carote di calcestruzzo; prove di valutazione dei potenziali di corrosione di barre d'armatura; prove pacometriche necessarie per la corretta ubicazione dei carotaggi su parte delle opere d'arte.

## 2 INFORMAZIONI DESUMIBILI DALLA DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE

Nei primi anni sessanta del XX secolo il governo italiano decise di finanziare la costruzione di un'autostrada che collegasse il resto dell'Italia alla Calabria, i lavori iniziarono il 21 gennaio del 1962 in località Montevergine (Reggio Calabria) L'autostrada venne aperta all'esercizio tra Salerno e Lagonegro nel 1967, l'anno successivo raggiunse Cosenza e nel 1969 arrivò a Gioia Tauro. Nel 1974 l'autostrada raggiunse Reggio Calabria.

L'autostrada realizzata era a due corsie di limitata larghezza per senso di marcia, priva di corsie d'emergenza e con sole piazzole di sosta distanziate tra loro.

Dal 1987 in poi si sono susseguiti progetti di ammodernamento e ampliamento che hanno portato alla progressiva cantierizzazione di tratte per l'ampliamento a due carreggiate.

Il concreto avvio dei lavori di ammodernamento avvenne nel 1997, seppur con una certa lentezza, con l'appalto di pochi lotti di modeste dimensioni e subì un'importante accelerazione con l'approvazione della legge Obiettivo n. 443 del 21 dicembre 2001 e la riprogettazione della cantierizzazione dell'autostrada da parte dell'Anas.

L'ammodernamento non è consistito semplicemente in un allargamento della vecchia sede stradale (procedimento attuato in alcuni tratti), ma nella vera e propria costruzione di una nuova autostrada con graduale abbattimento della precedente.

A disposizione dei progettisti non risulta esserci documentazione originale relativa alla realizzazione delle opere oggetto delle indagini strutturali (disegni di carpenteria, specifiche originali di progetto, certificati di prova originali). Sono disponibili invece, gli elaborati progettuali riferiti ai lavori per il rafforzamento ed il risanamento strutturale dei viadotti ad arco Rialto e Tenza eseguiti nel 1990. L'analisi di tali documenti ha consentito di avere informazioni sulla tipologia di calcestruzzo utilizzata per la realizzazione del risanamento, le cui caratteristiche meccaniche sono state utilizzate come metro di confronto con i risultati ottenuti dall'elaborazione delle indagini strutturali.

Di seguito vengono riportate le due tipologie di calcestruzzo desumibili dai disegni (in allegato alcuni stralci degli elaborati storici ALLEGATO1).

		<b>CLS DESUMIBILE DA DISEGNI RISANAMENTO (1990)</b>
<i>VIADOTTO TENZA</i>	TRAVI	CLASSE 500_C40/50
	TRAVERSI	CLASSE 500_C40/50
	SOLETTA/CORDOLI	CLASSE 500_C40/50
	SOLETTA DI COLLEGAMENTO ARCHI	CLASSE 500_C40/50
	RINFORZO ARCO SUPERFICIALE	CLASSE 500_C40/50
	SPALLE	CLASSE 400_C32/40
	PILE	CLASSE 400_C32/40
<i>VIADOTTO RIALTO</i>	INCAMICIATURA STILATE	CLS REOPLASTICO
	SOLETTA COLLABORANTE	CLASSE 500_C40/50
	ARCO DI RINFORZO	CLASSE 500_C40/50

Figura 2.1: Classe di calcestruzzo utilizzate per gli interventi di risanamento.

Per quanto riguarda il muro di contenimento lungo la strada provinciale SP227 (Lotto 2b) che rimane in essere dopo l'intervento di progetto (PDZ5) non si hanno informazioni sulla geometria e sulle caratteristiche dei materiali utilizzate per la realizzazione; pertanto, si farà una valutazione critica dei risultati ottenuti dalle prove strutturali eseguite, confrontando le resistenze determinate con quelle che appartengono ai calcestruzzi che tipicamente sono utilizzati nella realizzazione di simili opere.

### 3 INFORMAZIONI DESUMIBILI DALLE INDAGINI DIAGNOSTICHE

Nel presente capitolo si illustrano le indagini condotte sulle opere: viadotto Tenza, viadotto Rialto e il muro di contenimento (opera PDZ5). I risultati sono stati utilizzati per definire le proprietà meccaniche dei materiali costituenti l'opera.

Nella tabella seguente sono riportate le prove eseguite con la relativa numerosità i cui rapporti sono presenti all'interno del Fascicolo 9 - "Prove non distruttive su opere d'arte".

	<b>PROVA</b>	<b>n° prove</b>
<i>VIADOTTO TAENZA</i>	SC	0
	PS	17
	PB	15
	PV	15
	PE	14
<i>VIADOTTO RIALTO</i>	SC	0
	PS	4
	PB	0
	PV	3
	PE	0
<i>OPERA PDZ5</i>	SC	0
	PS	3
	PB	1
	PV	0
	PE	1

Figura 3.1: Quadro di sintesi delle prove eseguite.

SC: ispezione visiva puntuale dello stato di conservazione dell'opera

PS: prova di schiacciamento su carote di calcestruzzo

PB: prova di compressione "Brasiliana"

PV: determinazione peso/volume

PE: valutazione dello stato di corrosione delle armature lente mediante misura e mappatura del potenziale

#### 3.1 PROVE SUI MATERIALI: CALCESTRUZZO

##### 3.1.1 RESISTENZA A COMPRESSIONE

In sito sono stati eseguiti diversi carotaggi su vari elementi strutturali in calcestruzzo e le relative resistenze a compressione sono state determinate analizzando separatamente le prove eseguite sulle differenti opere.

Relazione di sintesi delle indagini strutturali

Di seguito si riporta una tabella di riepilogo delle prove di compressione eseguite sulle carote di calcestruzzo prelevate e le resistenze a compressione cubica e cilindrica che per ognuna si determina.

OPERA	ID PROVA	UBICAZIONE	F [kN]	RES. UNITARIA [N/mm <sup>2</sup> ]	Φ [mm]	H [mm]	H/Φ	Fd	Res. Strutturale di ciascuna carota	tipo di res. determinata	fc_stimata
MURO DI CONTENIMENTO OPERA PDZ5	C1	MURO DI CONTENIMENTO	179.96	25.93	94.00	94.00	1.00	1.08	28.00	Rc	23.24
	C2	MURO DI CONTENIMENTO_ALTA	189.02	27.24	94.00	94.00	1.00	1.08	29.42	Rc	24.42
VIADOTTO TENZA	C1	SPALLA LATO REGGIO CALABRIA CARR. SUD_BASSO	238.95	34.43	94.00	94.00	1.00	1.06	36.50	Rc	30.29
	C2	PILA 1 PILASTRO 4 CARR. SUD	224.85	32.40	94.00	94.00	1.00	1.06	34.34	Rc	28.51
	C3	SPALLA LATO REGGIO CALABRIA CARR. NORD	144.99	20.89	94.00	94.00	1.00	1.09	22.77	Rc	18.90
	C4	PILA 1 PILASTRO 1 CARR. NORD_BASSO	153.95	22.18	94.00	94.00	1.00	1.09	24.18	Rc	20.07
	C5	ARCO LATO SALERNO	163.95	23.62	94.00	94.00	1.00	1.09	25.75	Rc	21.37
	C6	PILA SALERNO PILASTRO 4 DIETRO ARCO LATO SALERNO	211.15	30.43	94.00	94.00	1.00	1.06	32.26	Rc	26.77
	C7	PILA REGGIO CALABRIA PILASTRO 3 DIETRO ARCO LATO R.C.	220.11	31.72	94.00	94.00	1.00	1.06	33.62	Rc	27.91
	C8	ARCO LATO REGGIO CALABRIA	183.95	26.51	94.00	94.00	1.00	1.08	28.63	Rc	23.76
	C9	TRAVE CARR. SUD	173.93	25.06	94.00	94.00	1.00	1.08	27.06	Rc	22.46
	C10	SOLETTA CARR. SUD	230.8	33.26	94.00	94.00	1.00	1.06	35.26	Rc	29.26
	C11	TRAVERSO CARR. SUD	110.05	15.86	94.00	94.00	1.00	1.10	17.45	Rc	14.48
	C12	TRAVE CARR. NORD	192.29	27.71	94.00	94.00	1.00	1.08	29.93	Rc	24.84
	C13	SOLETTA CARR. NORD	153.11	35.60	74.00	74.00	1.00	1.06	37.74	Rc	31.32
	C14	PILA 1 PILASTRO 1_ALTA	112.33	16.19	94.00	94.00	1.00	1.10	17.81	Rc	14.78
	C15	TRAVERSO CARR. NORD	141.95	20.45	94.00	94.00	1.00	1.09	22.29	Rc	18.50
	C16	SPALLA_ALTA_CARR. NORD	211.63	30.50	94.00	94.00	1.00	1.06	32.33	Rc	26.83
	C17	SPALLA_ALTA_CARR. SUD	208.55	30.05	94.00	94.00	1.00	1.06	31.85	Rc	26.44
VIADOTTO RIALTO	C1A-1	OPERA PDZ5 SPALLA NORD CARR. SUD	367.96	41.70	106.00	106.00	1.00	1.00	41.70	Rc	34.61
	C1A-2	VIADOTTO RIALTO SPALLA LATO R.C.	411.23	46.60	106.00	106.00	1.00	1.00	46.60	Rc	38.68

Analizzando singolarmente le opere si ottiene:

- GRUPPO 1: MURO DI CONTENIMENTO OPERA PDZ5

OPERA	ID PROVA	UBICAZIONE	Rc STIMATA [N/mm <sup>2</sup> ]	fc STIMATA [N/mm <sup>2</sup> ]
MURO DI CONTENIMENTO OPERA PDZ5	C1	MURO DI CONTENIMENTO	28.00	23.24
	C2	MURO DI CONTENIMENTO_ALTA	29.42	24.42

La stima del valore caratteristico della resistenza a compressione del calcestruzzo dell'opera, vista la poca numerosità dei provini a disposizione è stata determinata considerando il valore medio dei due valori fc\_STIMATA, che di seguito viene riporta.

MEDIA	
n° provini	2
fck	23.83 [N/mm <sup>2</sup> ]

Per l'opera in questione la resistenza caratteristica determinata può essere ritenuta confrontabile con quella di un calcestruzzo di classe C25/30, quindi in linea con i calcestruzzi utilizzati tipicamente nella realizzazione di simili opere.

Inoltre, va tenuto in considerazione che l'opera subirà una riduzione dei carichi sia permanenti, dal momento che la soluzione di progetto prevede un abbassamento della quota di terreno a tergo ma soprattutto l'eliminazione del carico accidentale da traffico stradale per il cambiamento di destinazione d'uso dal momento che il progetto di rinaturalizzazione prevede la demolizione della vecchia autostrada dismessa e il ripristino delle aree ad uso boschivo.

Relazione di sintesi delle indagini strutturali

- GRUPPO 2: VIADOTTO RIALTO + VIADOTTO TENZA

Per quanto riguarda i viadotti ad arco Rialto e Tenza, in virtù della medesima tipologia costruttiva e delle classi dei calcestruzzi utilizzati durante il risanamento dei vari elementi strutturali; che dall'analisi degli elaborati grafici possono essere ipotizzati simili per le due opere ed eseguiti nello stesso anno (1990), le rispettive resistenze caratteristiche a compressione sono state determinate considerando le due opere come un unico gruppo affine, differenziando il calcolo della resistenza in funzione delle indagini eseguite sull'impalcato e sulle opere di elevazione. Dagli elaborati storici è stata desunta una classe di calcestruzzo assimilabile a 400 per le opere di elevazione (equivalente alla C32/40 prevista da normativa) e una classe di calcestruzzo assimilabile a 500 per gli impalcati (equivalente alla C32/40 prevista da normativa)

Dalle prove di compressione eseguite sulle carote di calcestruzzo prelevate è stata determinata la resistenza compressione cubica e cilindrica per ognuna.

Di seguito si riporta una tabella di riepilogo dove si evidenzia la differenza tra i valori desunti dalle prove e quelli attesi ipotizzati dall'analisi degli elaborati storici (ultima colonna) .

	OPERA	ID PROVA	UBICAZIONE	Rc STIMATA [N/mm <sup>2</sup> ]	fc STIMATA [N/mm <sup>2</sup> ]	RISANAMENTO
<b>ELEVAZIONE</b>	VIADOTTO TENZA	C1	SPALLA LATO REGGIO CALABRIA CARR. SUD_BASSO	36.50	30.29	CLASSE 400 C32/40
		C2	PILA 1 PILASTRO 4 CARR. SUD	34.34	28.51	
		C3	SPALLA LATO REGGIO CALABRIA CARR. NORD	22.77	18.90	
		C4	PILA 1 PILASTRO 1 CARR.NORD_BASSO	24.18	20.07	
		C6	PILA SALERNO PILASTRO 4 DIETRO ARCO LATO SALERNO	32.26	26.77	
		C7	PILA REGGIO CALABRIA PILASTRO 3 DIETRO ARCO LATO R.C.	33.62	27.91	
		C14	PILA 1 PILASTRO 1_ALTA	17.81	14.78	
		C16	SPALLA_ALTA_CARR. NORD	32.33	26.83	
		C17	SPALLA_ALTA_CARR. SUD	31.85	26.44	
		VIADOTTO RIALTO	C1A-1	OPERA PDZ5 SPALLA NORD CARR.SUD	41.70	
		C1A-2	VIADOTTO RIALTO SPALLA LATO R.C.	46.60	38.68	
<b>IMPALCATO</b>	VIADOTTO TENZA	C5	ARCO LATO SALERNO	25.75	21.37	CLASSE 500 C40/50
		C8	ARCO LATO REGGIO CALBRIA	28.63	23.76	
		C9	TRAVE CARR.SUD	27.06	22.46	
		C10	SOLETTA CARR. SUD	35.26	29.26	
		C11	TRAVERSO CARR. SUD	17.45	14.48	
		C12	TRAVE CARR. NORD	29.93	24.84	
		C13	SOLETTA CARR. NORD	37.74	31.32	
		C15	TRAVERSO CARR. NORD	22.29	18.50	

Anche in questo caso, la stima del valore caratteristico della resistenza a compressione del calcestruzzo, data la numerosità dei provini a disposizione, è stata valutata applicando alla resistenza  $f_{c\_STIMATA}$  un APPROCCIO FORFETTARIO seguendo quanto descritto in precedenza.

Pertanto, si ottiene:

<b>APPROCCIO FORFETTARIO_ELEVAZIONE</b>		
<b>n° provini</b>	11	
<b>f<sub>cm</sub></b>	26.71	[N/mm <sup>2</sup> ]
<b>f<sub>cmin</sub></b>	14.78	[N/mm <sup>2</sup> ]
<b>k</b>	5	[N/mm <sup>2</sup> ]
<b>f<sub>ck</sub></b>	18.78	[N/mm <sup>2</sup> ]

Relazione di sintesi delle indagini strutturali

<b>APPROCCIO FORFETTARIO_IMPALCATO</b>		
<b>n° provini</b>	8	
<b>f<sub>cm</sub></b>	23.25	[N/mm <sup>2</sup> ]
<b>f<sub>cm</sub>min</b>	14.48	[N/mm <sup>2</sup> ]
<b>k</b>	6	[N/mm <sup>2</sup> ]
<b>f<sub>ck</sub></b>	17.25	[N/mm <sup>2</sup> ]

Analizzando gli esiti delle analisi si riscontra una notevole differenza di resistenza a compressione per entrambi i gruppi strutturali considerati

Classe	R <sub>ck</sub>	f <sub>ck</sub>	f <sub>cm</sub>	f <sub>ctm</sub>	f <sub>ctk(0,05)</sub>	f <sub>ctk(0,95)</sub>	f <sub>cfm</sub>	E <sub>c</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctd</sub>
C8/10	10	8,30	16,30	1,23	0,86	1,60	1,48	25472,9	4,70	0,57
C12/15	15	12,45	20,45	1,61	1,13	2,09	1,93	27266,6	7,06	0,75
C16/20	20	16,60	24,60	1,95	1,37	2,54	2,34	28820,6	9,41	0,91
C20/25	25	20,75	28,75	2,27	1,59	2,94	2,72	30200,5	11,76	1,06
C25/30	30	24,90	32,90	2,56	1,79	3,33	3,07	31447,2	14,11	1,19
C28/35	35	29,05	37,05	2,83	1,98	3,69	3,40	32588,1	16,46	1,32
C32/40	40	33,20	41,20	3,10	2,17	4,03	3,72	33642,8	18,81	1,45
C35/45	45	37,35	45,35	3,35	2,35	4,36	4,02	34625,5	21,17	1,56
C40/50	50	41,50	49,50	3,60	2,52	4,67	4,32	35547,1	23,52	1,68

Tabella 7.2 – Valori dei parametri per le diverse classi di calcestruzzo

Figura 3.2: Caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi utilizzati per gli interventi di risanamento.

La scarsa resistenza a compressione ottenuta da evidenza che nell'ipotesi di mantenere in esercizio seppur con destinazione d'uso differente le opere, esse necessiterebbero di un intervento di rinforzo strutturale importante previa naturalmente una campagna di indagini strutturali molto più approfondita e di dettaglio, al contrario l'ipotesi di demolizione delle stesse ben si allinea ai risultati ottenuti.

### 3.1.2 RESISTENZA A TRAZIONE

In sito sono stati eseguiti vari carotaggi su differenti elementi strutturali in calcestruzzo, i quali sono stati utilizzati per la determinazione della resistenza a trazione del calcestruzzo tramite prova di trazione indiretta "Brasiliana".

Di seguito si riporta una tabella di riepilogo delle prove di trazione eseguite sulle carote di calcestruzzo prelevate.

OPERA	ID PROVA	UBICAZIONE	H [mm]	L [mm]	F [kN]	fct [N/mm <sup>2</sup> ]
MURO DI CONTENIMENTO OPERA PDZ5	CT1	MURO DI CONTENIMENTO	94.00	188.00	59.38	2.14
VIADOTTO TENZA	CT1	SPALLA R.C. CARR.SUD	94.00	188.00	101.98	3.67
	CT2	PILA 1 PILASTRO 4 CARR. SUD	94.00	188.00	67.26	2.42
	CT3	SPALLA LATO R.C. CARR. NORD	94.00	188.00	74.13	2.67
	CT4	PILA 1 PILASTRO 1 CARR. NNORD	94.00	188.00	68.32	2.46
	CT5	ARCO LATO SALERNO	94.00	188.00	84.34	3.04
	CT6	PILA SALERNO PILASTRO 4 DIETRO ARCO LATO SALERNO	94.00	188.00	115.03	4.14
	CT7	PILA R.C. PILASTRO 3 DIETRO ARCOLATO R.C.	94.00	188.00	107.97	3.89
	CT8	ARCO LATO R.C.	94.00	188.00	71.94	2.59
	CT9	TRAVE CARR. SUD	94.00	188.00	97.31	3.51
	CT10	SOLETTA CARR. SUD	94.00	188.00	101.12	3.64
	CT11	TRAVERSO CARR. SUD	94.00	188.00	62.25	2.24
	CT12	TRAVE CARR. NORD	94.00	188.00	72	2.59
	CT13	SOLETTA CARR. NORD	94.00	148.00	54.33	3.16
	CT15	TRAVERSO CARR. NORD	94.00	188.00	83.94	3.02
	VIADOTTO RIALTO	C1C-1	OPERA PDZ5 SPALLA NORD CARR.SUD	106.00	212.00	129.115
C1C-2		VIADOTTO RIALTO SPALLA LATO R.C. SUD DIR. R.C.	106.00	212.00	114.175	3.23

Analizzando singolarmente le opere si ottiene:

- GRUPPO 1: MURO DI CONTENIMENTO OPERA PDZ5

OPERA	ID PROVA	UBICAZIONE	H [mm]	L [mm]	F [kN]	fct [N/mm <sup>2</sup> ]
MURO DI CONTENIMENTO OPERA PDZ5	CT1	MURO DI CONTENIMENTO	94.00	188.00	59.38	2.14

Il valore della resistenza a trazione caratteristica è stato determinato secondo quanto riportato nelle norme NTC18 al cap.11.2.10 e risulta essere il seguente:

<b>fctm</b>	2.14 [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>fctk</b>	1.50 [N/mm <sup>2</sup> ]

Tale valore risulta leggermente inferiore rispetto a quello relativo alla classe di calcestruzzo C25/30, che per l'opera in questione è stata ipotizzata in un primo momento analizzando le prove a compressione nel capitolo precedente per il quale si ha un valore di  $f_{ctk}=1.79\text{N/mm}^2$ .

Relazione di sintesi delle indagini strutturali

- GRUPPO 2: VIADOTTO RIALTO + VIADOTTO TENZA

Per quanto riguarda i viadotti ad arco Rialto e Tenza, in analogia a quanto fatto per la valutazione della resistenza caratteristica a compressione, le resistenze caratteristiche a trazione sono state valutate differenziando il calcolo in funzione delle indagini eseguite sull'impalcato e sulle opere di elevazione.

Di seguito si riporta una tabella di riepilogo nella quale si riporta questa suddivisione.

	OPERA	ID PROVA	UBICAZIONE	H [mm]	L [mm]	F [kN]	fct [N/mm <sup>2</sup> ]	RISANAMENTO
<b>ELEVAZIONE</b>	VIADOTTO TENZA	CT1	SPALLA R.C. CARR.SUD	94.00	188.00	101.98	3.67	CLASSE 400 C32/40
		CT2	PILA 1 PILASTRO 4 CARR. SUD	94.00	188.00	67.26	2.42	
		CT3	SPALLA LATO R.C. CARR. NORD	94.00	188.00	74.13	2.67	
		CT4	PILA 1 PILASTRO 1 CARR. NNORD	94.00	188.00	68.32	2.46	
		CT6	PILA SALERNO PILASTRO 4 DIETRO ARCO LATO SALERNO	94.00	188.00	115.03	4.14	
		CT7	PILA R.C. PILASTRO 3 DIETRO ARCOLATO R.C.	94.00	188.00	107.97	3.89	
		VIADOTTO RIALTO	C1C-1	OPERA PDZ5 SPALLA NORD CARR.SUD	106.00	212.00	129.115	
	C1C-2		VIADOTTO RIALTO SPALLA LATO R.C. SUD DIR. R.C.	106.00	212.00	114.175	3.23	
<b>IMPALCATO</b>	VIADOTTO TENZA	CT5	ARCO LATO SALERNO	94.00	188.00	84.34	3.04	CLASSE 500 C40/50
		CT9	TRAVE CARR. SUD	94.00	188.00	97.31	3.51	
		CT10	SOLETTA CARR. SUD	94.00	188.00	101.12	3.64	
		CT11	TRAVERSO CARR. SUD	94.00	188.00	62.25	2.24	
		CT12	TRAVE CARR. NORD	94.00	188.00	72	2.59	
		CT13	SOLETTA CARR. NORD	94.00	148.00	54.33	3.16	
		CT15	TRAVERSO CARR. NORD	94.00	188.00	83.94	3.02	

Il valore della resistenza a trazione caratteristica è stato determinato considerando il valore medio delle resistenze ottenute dalle prove e seguendo quanto stabilito dalle NTC18 al cap. 11.2.10 e risulta essere il seguente:

<b>MEDIA ELEVAZIONE</b>	
<b>n° provini</b>	8
<b>fctm</b>	3.27 [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>fctk</b>	2.29 [N/mm <sup>2</sup> ]

Il valore di resistenza a trazione risulta leggermente superiore rispetto a quello corrispondente al calcestruzzo di classe C32/40 ipotizzato dall'analisi dei disegni relativi all'intervento di risanamento strutturale.

Relazione di sintesi delle indagini strutturali

Classe	R <sub>ck</sub>	f <sub>ck</sub>	f <sub>cm</sub>	f <sub>ctm</sub>	f <sub>ctk(0,05)</sub>	f <sub>ctk(0,95)</sub>	f <sub>cfm</sub>	E <sub>c</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctd</sub>
C8/10	10	8,30	16,30	1,23	0,86	1,60	1,48	25472,9	4,70	0,57
C12/15	15	12,45	20,45	1,61	1,13	2,09	1,93	27266,6	7,06	0,75
C16/20	20	16,60	24,60	1,95	1,37	2,54	2,34	28820,6	9,41	0,91
C20/25	25	20,75	28,75	2,27	1,59	2,94	2,72	30200,5	11,76	1,06
C25/30	30	24,90	32,90	2,56	1,79	3,33	3,07	31447,2	14,11	1,19
C28/35	35	29,05	37,05	2,83	1,98	3,69	3,40	32588,1	16,46	1,32
C32/40	40	33,20	41,20	3,10	2,17	4,03	3,72	33642,8	18,81	1,45
C35/45	45	37,35	45,35	3,35	2,35	4,36	4,02	34625,5	21,17	1,56
C40/50	50	41,50	49,50	3,60	2,52	4,67	4,32	35547,1	23,52	1,68

Tabella 7.2 – Valori dei parametri per le diverse classi di calcestruzzo

Figura 3.3: Caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi utilizzati per gli interventi di risanamento.

<b>MEDIA_IMPALCATO</b>	
<b>n° provini</b>	7
<b>f<sub>ctm</sub></b>	3.03 [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>f<sub>ctk</sub></b>	2.12 [N/mm <sup>2</sup> ]

In questo caso invece, il valore di resistenza a trazione risulta inferiore rispetto a quello corrispondente al calcestruzzo di classe C32/40 ipotizzato dall'analisi dei disegni relativi all'intervento di risanamento strutturale e conferma quindi le ipotesi fatte nel paragrafo precedente durante la valutazione delle prove a compressione.

### 3.2 PROVE SUI MATERIALI: ACCIAIO

In sito sono state eseguite prove di valutazione del potenziale di corrosione di barre d'armatura lenta e di seguito si riporta una tabella di riepilogo delle prove eseguite per le varie opere.

OPERA	ID PROVA	UBICAZIONE	Area indagata [m <sup>2</sup> ]	valore medio potenziale [mV]	valore medio potenziale [V]	VALUTAZIONE ESITO CORROSIONE
MURO DI CONTENIMENTO OPERA PDZ5	P1	MURO DI CONTENIMENTO	1	-232	-0.232	INCERTEZZA
VIADOTTO TENZA	P1	CARR. SUD SPALLA RC	1	-293	-0.293	INCERTEZZA
	P2	CARR. SUD PILA 1 PILASTRO 4	1	-219	-0.219	INCERTEZZA
	P3	CARR. NORD SPALLA RC	1	-296	-0.296	INCERTEZZA
	P4	CARR. NORD PILA 1 PILASTRO 1	1	-217	-0.217	INCERTEZZA
	P5	ARCO LATO SA	1	-291	-0.291	INCERTEZZA
	P6	PILA LATO SA_DIETRO ARCO LATO SA	1	-291	-0.291	INCERTEZZA
	P7	PILA LATO RC PILASTRO 3_DIETRO ARCO LARO RC	1	-292	-0.292	INCERTEZZA
	P8	ARCO LATO RC	1	-295	-0.295	INCERTEZZA
	P9	CARR. SUD	1	-227	-0.227	INCERTEZZA
	P10	CARR. SUD TRAVERSO	1	-218	-0.218	INCERTEZZA
	P11	CARR. SUD TRAVERSO	1	-210	-0.21	INCERTEZZA
	P12	CARR. NORD TRAVE	1	-217	-0.217	INCERTEZZA
	P13	CARR. NORD SOLETTA	1	-226	-0.226	INCERTEZZA
	P14	CARR. NORD TRAVERSO	1	-217	-0.217	INCERTEZZA

I valori della differenza di potenziale forniti dalle singole prove sono stati analizzati confrontandoli con quelli che la norma ASTM C876-91 fornisce per la definizione dello stato di corrosione. Di seguito viene riportato un estratto di riferimento:

La norma ASTM C876-91 stabilisce una serie di intervalli di valori per definire lo stato di corrosione dell'armatura:

- per  $E > -200$  mV la probabilità che l'armatura metallica sia integra è superiore al 90%;
- per  $-200$  mV  $< E < -350$  mV si ha incertezza sul fenomeno di corrosione;
- per  $E < -350$  mV la probabilità che l'armatura metallica si stia corrodendo è superiore al 90%.

Pertanto, nel caso specifico, dalle prove eseguite non si può dedurre una indicazione chiara sull'integrità delle armature, ma al contrario come si evidenzia nella tabella precedente, restituiscono dei risultati incerti che non possono portare ad escludere del tutto che il processo corrosivo dell'armatura lenta sia in atto.

### 3.3 INTERVENTI DI RISANAMENTO

Analizzando complessivamente l'esito delle prove eseguite si può riassumere che nello stato attuale, per quanto riguarda i viadotti ad arco Rialto e Tenza, la variabilità delle resistenze del calcestruzzo ed il potenziale avviamento del processo corrosivo delle armature lente, poco influiscono sulle valutazioni finali, in virtù della soluzione di progetto proposta che prevede la totale demolizione delle stesse.

Considerazione differente invece va fatta per il muro di sostegno (opera PDZ5), per il quale è stata prevista una riduzione dei carichi permanenti con l'abbassamento della quota del terreno ed il cambiamento della destinazione d'uso, associata ad un intervento di rivestimento in pietra locale per inserimento ambientale, come riportato nell'elaborato progettuale T02-OS010-STR-DI01.

Da una speditiva analisi dell'opera con le immagini reperibili da Google Maps, si riscontra la presenza di superfici verticali ed orizzontali con tracce di umidità o di scolo, e la di fenomeni fessurativi distribuiti e ramificati.

Si riporta di seguito un breve report fotografico esplicativo:

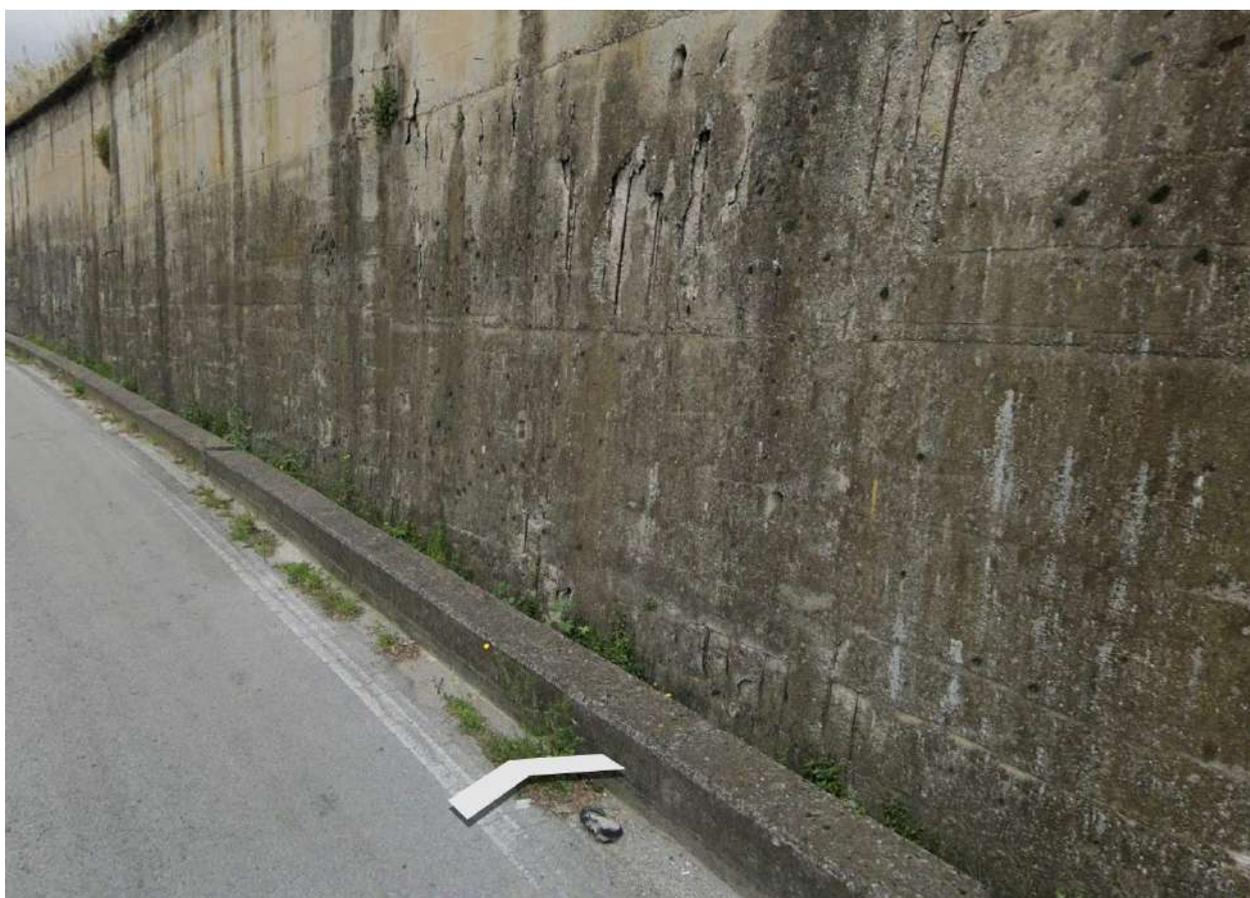


Figura 3.4: Tracce di scolo e quadro fessurativo in evidenza.

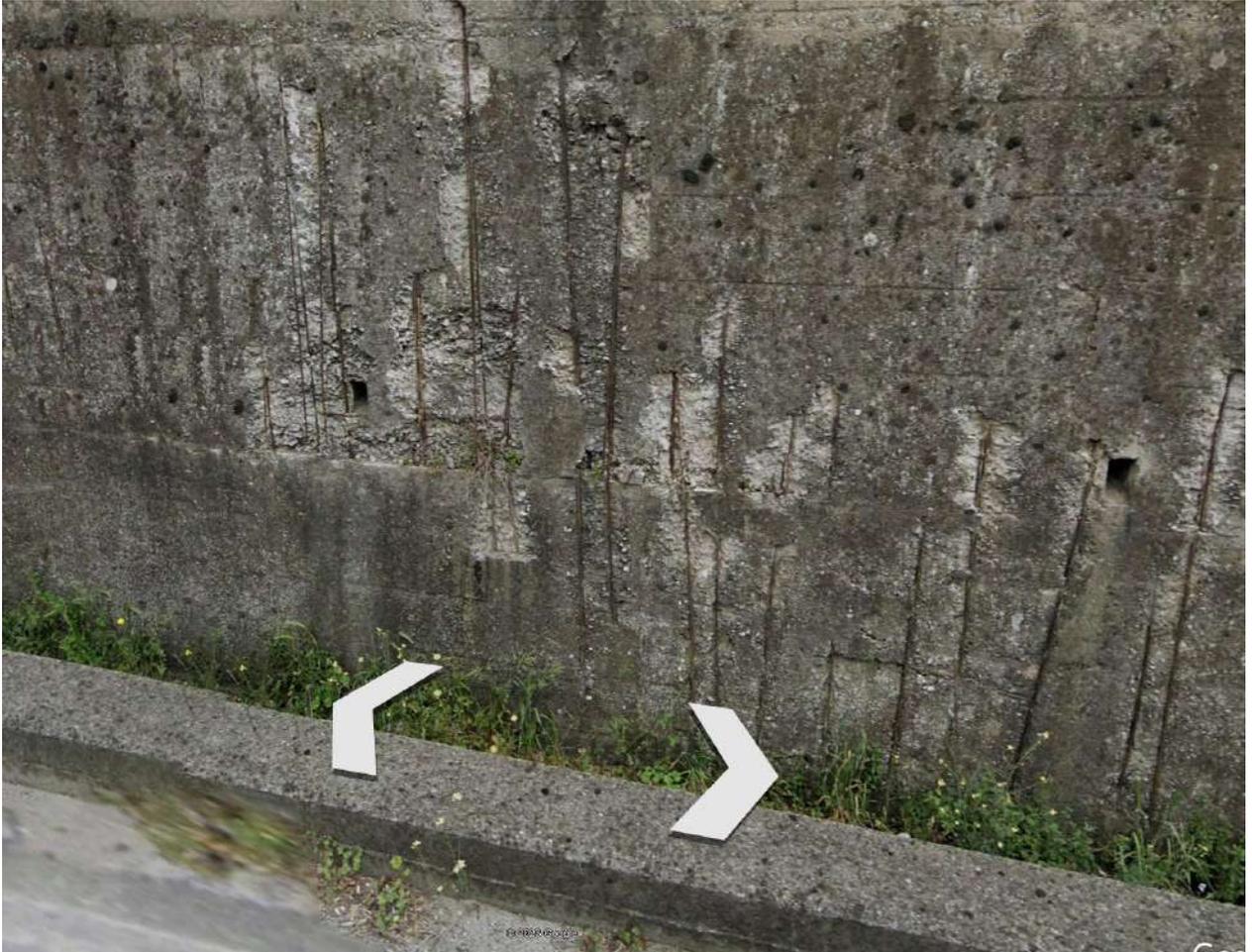


Figura 3.5: Quadro fessurativo ed armatura priva di copriferro in evidenza.



Figura 3.6: Tracce di scolo/umidità ed armatura priva di copriferro in evidenza.

Tale situazione di degrado si unisce all'incertezza restituita dalle prove per la valutazione del potenziale di corrosione delle barre di armatura lenta. Pertanto, è stato previsto un intervento di ripristino superficiale del muro con malta polimerica bicomponente, da eseguire precedentemente al rivestimento con pietra naturale.

Tale intervento è riportato nell'elaborato progettuale T02-OS010-STR-DI01-A, del quale si riportano alcuni estratti.

Relazione di sintesi delle indagini strutturali

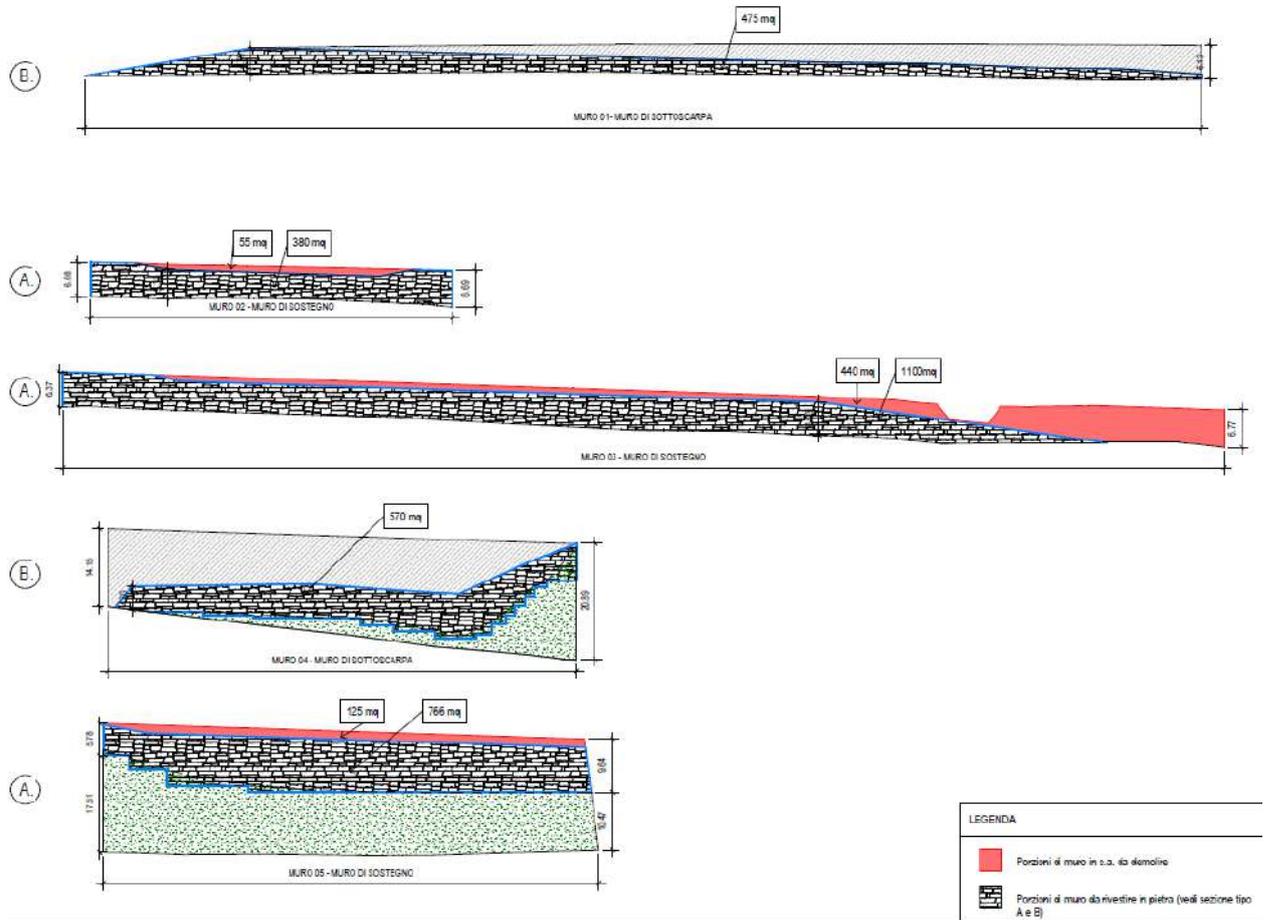


Figura 3.7: Intervento di demolizione e rivestimento.

## 1. RIPRISTINO SUPERFICIALE - SEZIONI TIPOLOGICHE DI INTERVENTO

Rasatura superficiale con malta polimerica bicomponente\_ sp. 2 mm

### 1. RAVVIVATURA DI STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO (Art. ANAS B.09.205)

Da eseguirsi a mezzo di idrosabbatura con acqua e sabbia in pressione e/o mediante sabbiatrice con solo sabbia silicea con pressione massima 400 atm fino ad ottenere superfici bonificate, pulite e sgrassate con ferri di armature disossidati allo scopo di eliminare zone corticali poco resistenti o degradate che possano fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti.

### 2. PROTEZIONE DELLE SUPERFICI (Art. ANAS B.09.215.a)

Impermeabilizzazione e rasature di strutture leggermente degradate con malta cementizia bicomponente polimero modificata. Applicazione a spatola o a spruzzo di Malta cementizia elastica bicomponente a base di aggregati a grana fine selezionati, leganti idraulici, additivi e polimeri, in spessori di 2 mm.

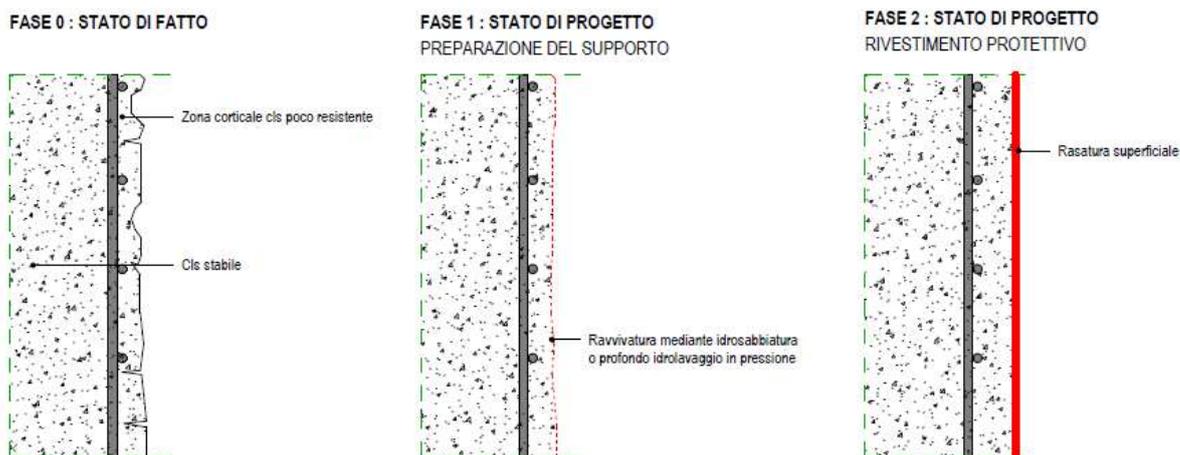


Figura 3.8: Ripristino superficiale - Tipologico.

## 2. RIVESTIMENTO IN PIETRA

Pietra locale posata a mano\_sp. 5 cm

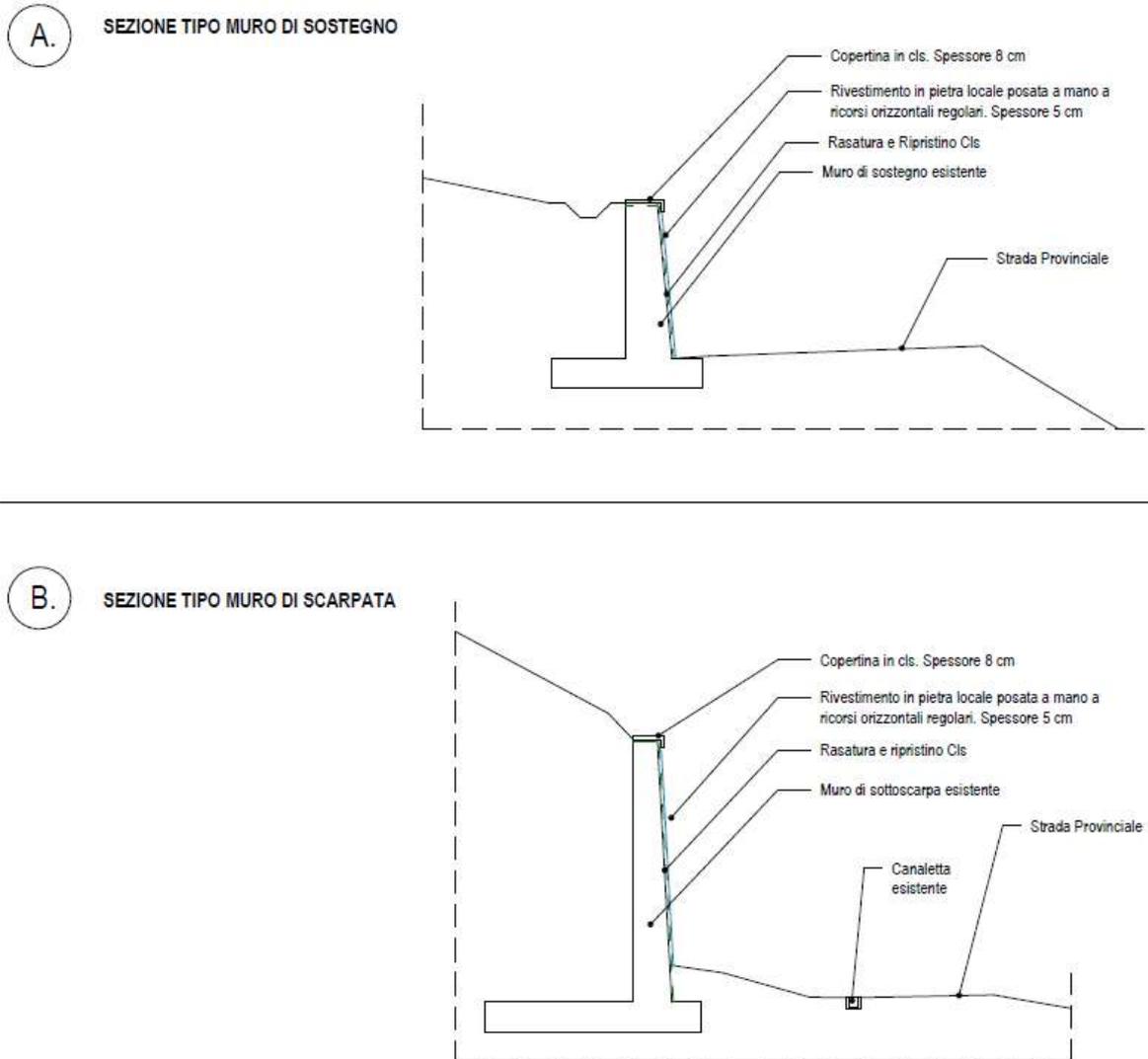
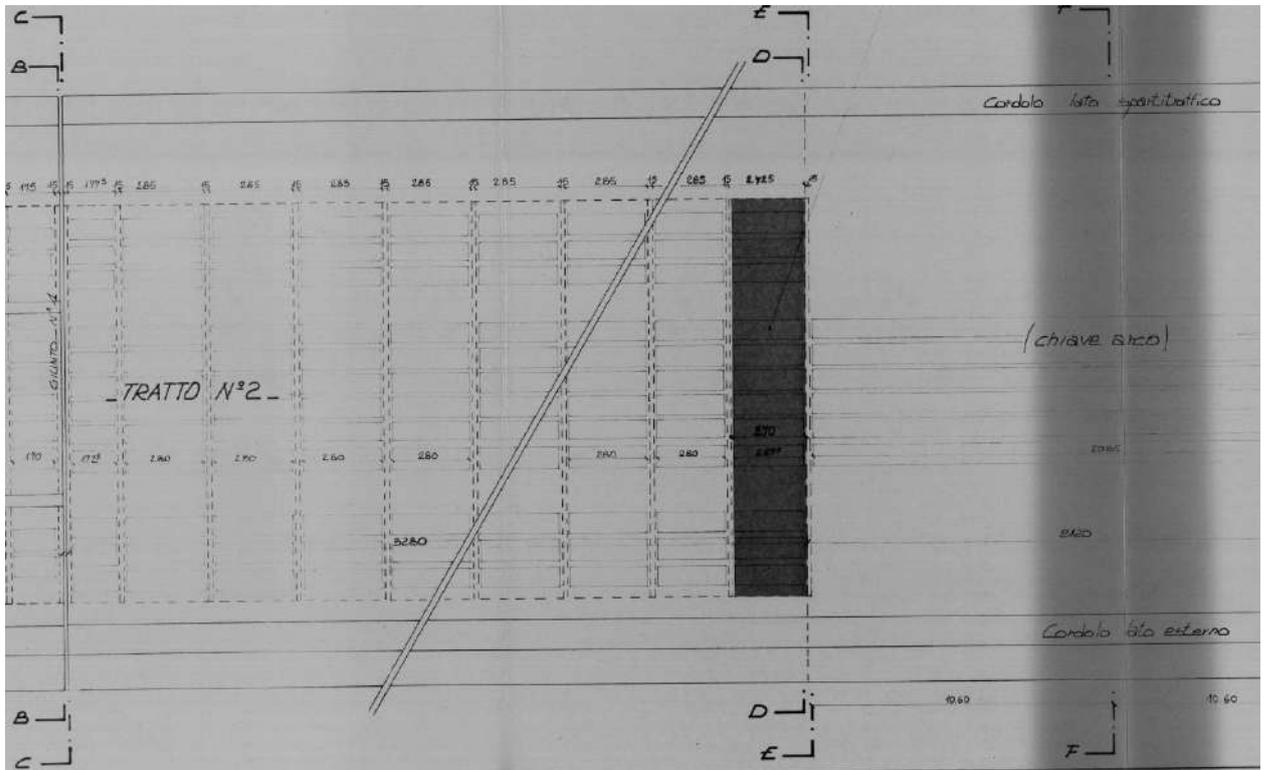
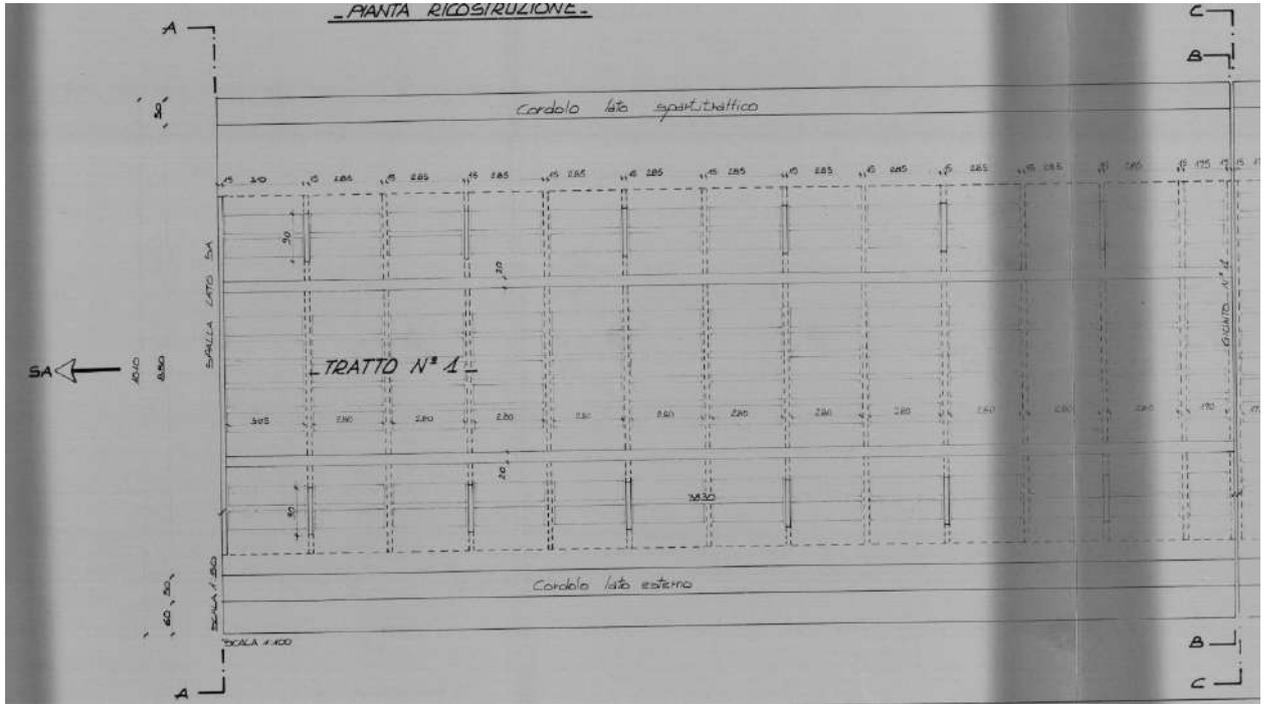


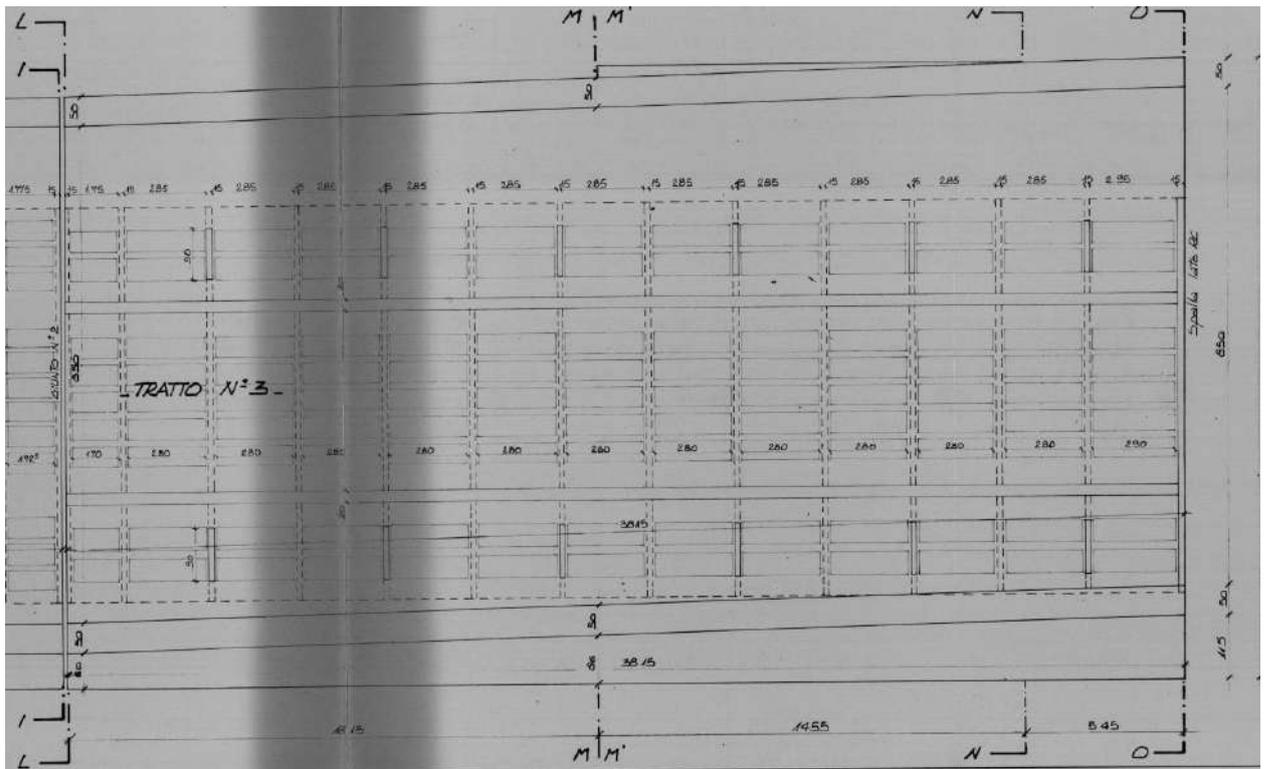
Figura 3.9: Rivestimento in pietra - Tipologico.

## ALLEGATO 1

## 1 ESTRATTO PROGETTO DI RISANAMENTO - VIADOTTO TENZA

	AZIENDA NAZIONALE AUTONOMA DELLE STRADE UFFICIO PER L'AUTOSTRADA SALERNO REGGIO CALABRIA CON SEDE IN COSENZA SEZIONE T.E. 3° DI SALERNO
	<p style="text-align: center;"><b>AUTOSTRADA</b> Salerno-Reggio Calabria</p> <p>LAVORI URGENTI OCCORRENTI PER IL RAFFORZAMENTO ED IL RISANAMENTO STRUTTURALE DEI VIADOTTI AD ARCO RIALTO E TENZA UBICATI ALLE PROG.VE KM.CHE 36+460 E 37+080 DELL' A.S.S.</p>
IMPRESA: ING. E. MANTOVANI S.P.A. BOLOGNA	
CONTRATTO N. 20285 DEL 18.09.1990 1° ATTO AGGIUNT. N. 20598 DEL 13.05.1991	
VIADOTTO TENZA	
SEDE SA - RC	
RICOSTRUZIONE CORDOLI E	
SOLETTA	
	P. L'IMPRESA IL DIRETTORE TECNICO (DR. ING. A. ZOPPI)
	IL GEOMETRA CONT.RE (C. FORMICA)
	IL DIRETTORE DEI LAVORI (DR. ING. L. VARDONE)
SALERNO, II	
DISEGNO CONT. N° 27 B ALLEGATO AL LIBRETTO DELLE MISURE N° 2	



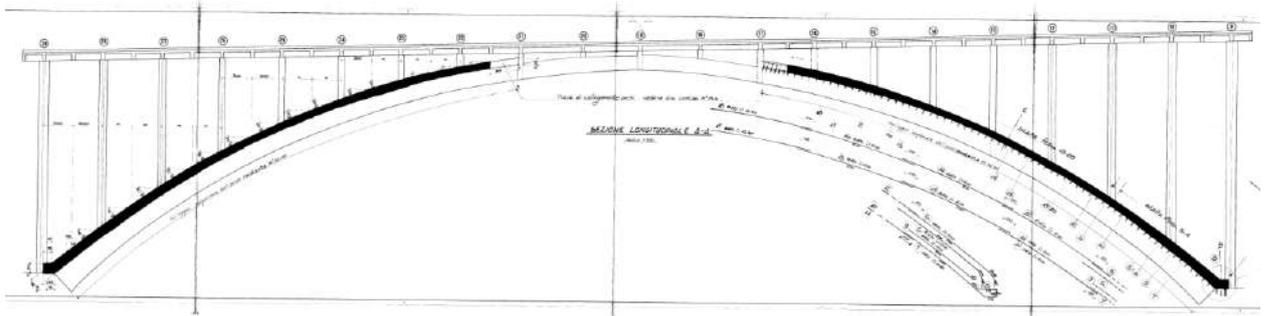


**ART. 17/B FORNITURA E POSA IN OPERA DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO CLASSE 500, ECC.**

<b>TRATTO N° 1</b>	
Tra le sez. A-A e B-B :	$(7.40+7.42) \times 1/2 \times 38.30 = \text{mc } 283.80$
<b>TRATTO N° 2</b>	
Tra le sez. C-C e D-D :	$(7.95+8.40) \times 1/2 \times 52.80 = \text{mc } 431.64$
Tra le sez. E-E e F-F :	$(8.14+6.58) \times 1/2 \times 10.60 = \text{mc } 78.02$
Tra le sez. F-F e G-G :	$(6.58+7.60) \times 1/2 \times 10.60 = \text{mc } 75.15$
Tra le sez. H-H e I-I :	$(8.40+8.03) \times 1/2 \times 50.00 = \text{mc } 410.75$
Porz. sol. totalm. ricostr.	$0.82 \times 2.70 = \text{mc } 2.21$
" " " "	$0.82 \times 2.90 = \text{mc } 2.38$
<b>TRATTO N° 3</b>	
Tra le sez. L-L e M-M :	$(7.50+7.47) \times 1/2 \times 18.15 = \text{mc } 135.85$
Tra le sez. M'-M' e N-N :	$(7.43+7.53) \times 1/2 \times 14.55 = \text{mc } 108.83$
tra le sez. N-N e O-O :	$(7.53+7.50) \times 1/2 \times 5.45 = \text{mc } 40.96$
<b>sommano mc 1569.59</b>	

Figura 1.1: Estratto risanamento 1990: ricostruzione cordoli e soletta.

 	<b>AZIENDA NAZIONALE AUTONOMA DELLE STRADE</b>
	<b>UFFICIO PER L'AUTOSTRADA SALERNO - REGGIO CALABRIA</b>
	<b>CON SEDE IN COSENZA</b>
	<b>SEZIONE T.E. 3° DI SALERNO</b>
<h2>AUTOSTRADA Salerno-Reggio Calabria</h2>	
<p>LAVORI URGENTI OCCORRENTI PER IL RAFFORZAMENTO ED IL RISANAMENTO STRUTTURALE DEI VIADOTTI AD ARCO RIALTO E TENZA UBICATI ALLE PROG.VE KM.CHE 36+460 E 37+080 DELL' A.S.R.</p>	
IMPRESA: ING. E. MANTOVANI S.P.A. BOLOGNA	
CONTRATTO N. 20285. DEL 18.09.1990	
<b>VIADOTTO TENZA</b>	
<b>SEDE RC-SA</b>	
<b>RINFORZO SUPERIORE ARCHI</b>	
	p. L'IMPRESA IL DIRETTORE TECNICO (DR. ING. A. ZOPPI)
	IL GEOMETRA CONT.RE (C. FORMICA)
	IL DIRETTORE DEI LAVORI (DR. ING. L. VARDONE)
<b>SALERNO, li</b>	
<b>DISEGNO CONT. N° 19B ALLEGATO AL LIBRETTO DELLE MISURE N° 2</b>	



ART. 17/b Fornitura e posa in opera di conglomerato cementizio classe 500, ecc.

- Atco	$2 \times 2 \times (52,00 - 3,10) \times 1,16 \times (0,95 + 0,92 + 0,85 + 0,81 + 0,80 + 0,78 + 0,75 + 0,74 + 0,73 + 0,72 + 0,71 + 0,68 + 0,67 + 0,66 + 0,66 + 0,66) \times 2,20$	= MK 327,04
- Imposta arco	$2 \times 2 \times 1/2 \times (1,10 + 0,78) \times (1,00 + 0,05) \times 2,20$	= " 8,69
	<b>Somma</b>	<b>MC 335,73</b>
	a detrarre:	
- Stibata n° 10	$2 \times 2 \times 0,90 \times 1,06 \times 0,10$	= MC 0,38
• " n° 28	$2 \times 2 \times 0,80 \times 1,13 \times 0,10$	= " 0,36
• " n° 11	$2 \times 2 \times 0,80 \times 0,83 \times 0,10$	= " 0,27
• " n° 27	$2 \times 2 \times 0,70 \times 0,90 \times 0,10$	= " 0,25
• " n° 12	$2 \times 2 \times 0,70 \times 0,88 \times 0,10$	= " 0,25
• " n° 26	$2 \times 2 \times 0,60 \times 0,82 \times 0,10$	= " 0,20
• " n° 13	$2 \times 2 \times 0,60 \times 0,68 \times 0,10$	= " 0,16
• " n° 25	$2 \times 2 \times 0,60 \times 0,68 \times 0,10$	= " 0,16
• " n° 14	$2 \times 2 \times 0,60 \times 0,66 \times 0,10$	= " 0,16
• " n° 24	$2 \times 2 \times 0,60 \times 0,66 \times 0,10$	= " 0,16
• " n° 15	$2 \times 2 \times 0,60 \times 0,62 \times 0,10$	= " 0,15
• " n° 23	$2 \times 2 \times 0,60 \times 0,62 \times 0,10$	= " 0,15
• " n° 16	$2 \times 2 \times 0,60 \times 0,61 \times 0,10$	= " 0,15
• " n° 22	$2 \times 2 \times 0,60 \times 0,61 \times 0,10$	= " 0,15
• " n° 9-n° 29	$2 \times 2 \times 2 \times 0,34 \times 1,05 \times 0,10$	= " 0,29
	<b>In uno a detrarre</b>	<b>MC 3,24</b>

Figura 1.2: Estratto risanamento 1990: rinforzo superiore degli archi.

 	AZIENDA NAZIONALE AUTONOMA DELLE STRADE UFFICIO PER L'AUTOSTRADA SALERNO REGGIO CALABRIA CON SEDE IN COSENZA SEZIONE T.E. 3° DI SALERNO
	<p style="text-align: center;"><b>AUTOSTRADA</b> Salerno-Reggio Calabria</p> <p>LAVORI URGENTI OCCORRENTI PER IL RAFFORZAMENTO ED IL RISANAMENTO STRUTTURALE DEI VIADOTTI AD ARCO RIALTO E TENZA UBICATI ALLE PROG.VE KM.CHE 36+460 E 37+080 DELL' A.S.R.</p>
IMPIRESA: ING. E. MANTOVANI S.P.A. BOLOGNA  CONTRATTO N. 20285. DEL 18.09.1990	
VIADOTTO TENZA	
SEDE RC-SA	
MURO DI SOSTEGNO IN PROSSIMITA' DELLA SPALLA LATO RC.	
	D. L'IMPRESA IL PROGETTATORE (DR. ING. P. ZOPPI)
	IL GEOMETRA CONT.RE (C. FORMICA)
	IL DIRETTORE DEI LAVORI (DR. ING. L. VARONE)
SALERNO, II	
DISEGNO CONT. N° 7B ALLEGATO AL LIBRETTO DELLE MISURE N° 2	

**ART. 17a** Fornitura e P.O. di conglom. cement. classe 400. ecc.

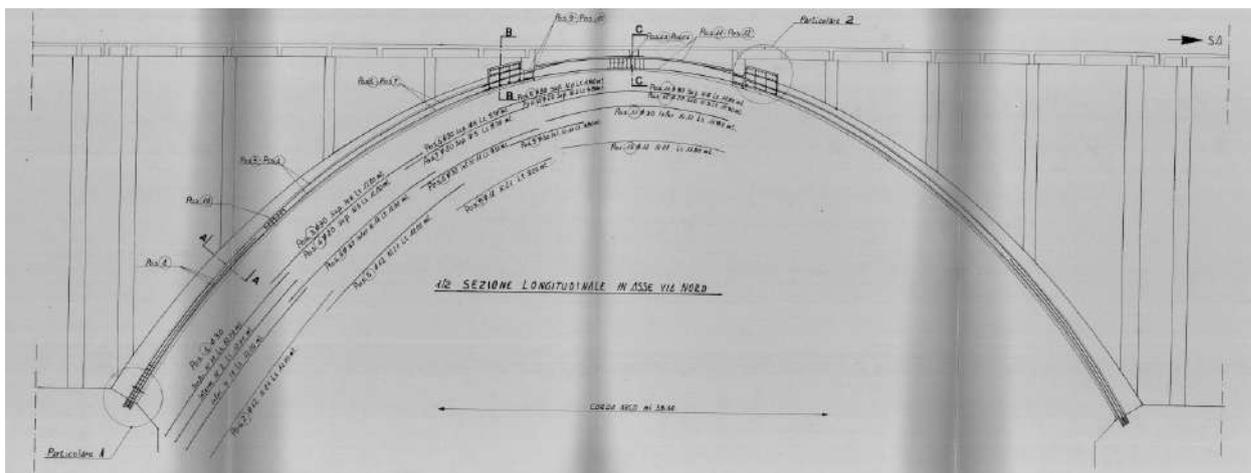
- Fondazione	$1.80 \times 2.20 \times 0.50 =$ MC	1.98
- Parete	$1/2 \times (2.20 + 1.30) \times 3.80 \times 0.50 =$ "	3.90
- Sommita' parete	$0.60 \times 1.90 \times 0.20 =$ "	0.23
	$0.50 \times 0.20 \times 1.90 =$ "	0.19
	<b>SOMMANDO</b>	<b>MC 6.30</b>

Figura 1.3: Estratto risanamento 1990: muro di sostegno in prossimità della spalla lato R.C.

## 2 ESTRATTO PROGETTO RISANAMENTO - VIADOTTO RIALTO

 	AZIENDA NAZIONALE AUTONOMA DELLE STRADE UFFICIO PER L'AUTOSTRADA SALERNO-REGGIO CALABRIA CON SEDE IN COSENZA SEZIONE T.E. 3° DI SALERNO
	<p style="text-align: center;"><b>AUTOSTRADA</b> Salerno-Reggio Calabria</p> <p>LAVORI URGENTI OCCORRENTI PER IL RAFFORZAMENTO ED IL RISANAMENTO STRUTTURALE DEI VIADOTTI AD ARCO RIALTO E TENZA UBICATI ALLE PROG.VE KM.CHE 36+460 E 37+080 DELL' A.S.R.</p>
IMPRESA: ING. E. MANTOVANI S.P.A. BOLOGNA  CONTRATTO N. 20285 DEL 18.09.1990	
VIADOTTO RIALTO SEDE RC-SA SOLETTA DI COLLEGAMENTO ARCHI.	
	p. L'IMPRESA IL DIRETTORE TECNICO (DR. ING. A. ZOPPI)
	IL GEOMETRA CONT.RE (G. FORMICA)
	IL DIRETTORE DEI LAVORI (DR. ING. L. VARONE)
SALERNO, II	
DISEGNO CONT. N° 14A ALLEGATO AL LIBRETTO DELLE MISURE N° 1	

Relazione di sintesi delle indagini strutturali



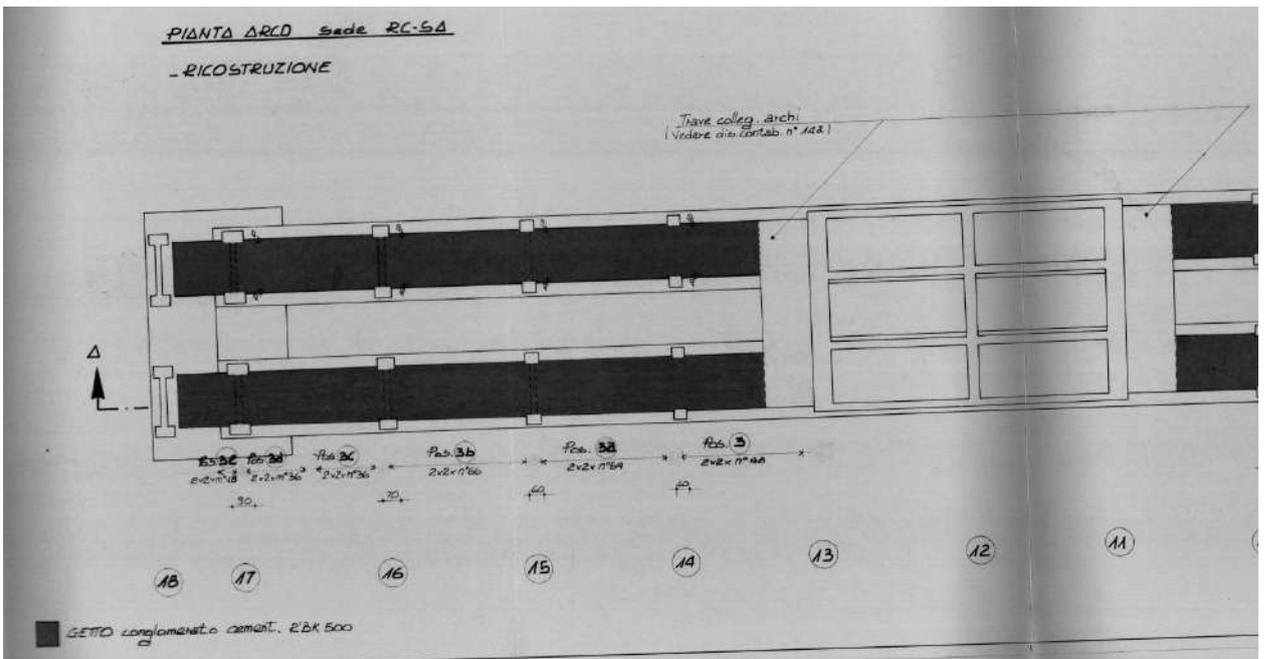
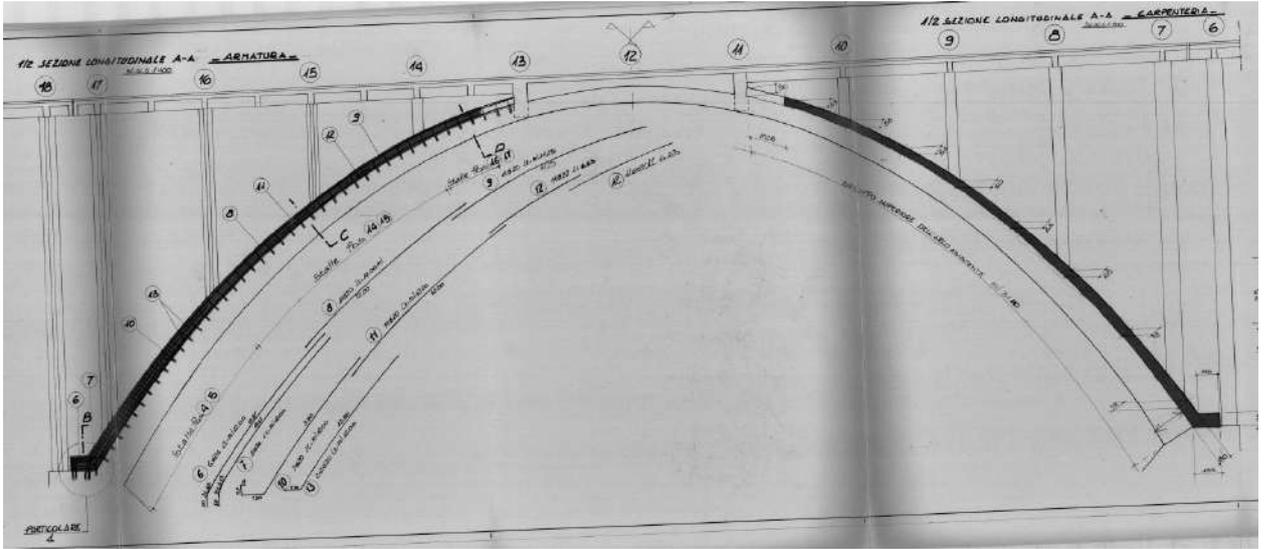
ART 17/b Fornitura e p.o. di conglomerato cementizio classe 500, ecc.

- ΔKCO	$2 \times (30,85 - 2,25) \times 2,25 \times 0,50 =$	MC 64,35
- Trave in prossimità trasverso di chiave	$2 \times 2,25 \times (1,24 - 0,50) \times 2,25 =$	" 7,99
- " " " "	$2 \times 2,26 \times 7,55 \times 0,50 =$	" 16,99
- Chiave	$11,90 \times 2,25 \times 0,90 =$	" 24,10
<b>Somma</b>		<b>MC 112,93</b>

Figura 2.1: Estratto risanamento 1990: soletta di collegamento degli archi.

Relazione di sintesi delle indagini strutturali

 	AZIENDA NAZIONALE AUTONOMA DELLE STRADE UFFICIO PER L'AUTOSTRADA SALERNO-REGGIO CALABRIA CON SEDE IN COSENZA SEZIONE T.E. 3° DI SALERNO
	<p style="text-align: center;"><b>AUTOSTRADA</b> <b>Salerno-Reggio Calabria</b></p> <p>LAVORI URGENTI OCCORRENTI PER IL RAFFORZAMENTO ED IL RISANAMENTO STRUTTURALE DEI VIADOTTI AD ARCO RIALTO E TENZA UBICATI ALLE PROG. VE. KM. CHE 36+460 E 37+080 DELL' A.S.R.</p>
	IMPRESA: ING. E. MANTOVANI S.P.A. BOLOGNA  CONTRATTO N. 20285 DEL 18.09.1990
	VIADOTTO RIALTO SEDE RC-SA RINFORZO SUPERIORE DEGLI ARCHI
SALERNO, II	p. L'IMPRESA IL DIRETTORE TECNICO (DR. ING. G. ZOPPI)
IL GEOMETRA CONT.RE (G. FORMICA)	IL DIRETTORE DEI LAVORI (DR. ING. L. VARONE)
DISEGNO CONT. N° 15A ALLEGATO AL LIBRETTO DELLE MISURE N° 1	



Art. 17/b Fornitura ep.o. di conglomerato cementizio classe 500 ecc.

- Imposta arco		$2 \times 2 \times 1/2 \times (1,16 + 1,55) \times 2,20 \times 0,80 =$	mc 9,54
- Arco		$2 \times 2 \times (3,180 - 2,25) \times 2,20 \times 1/8 \times (0,73 + 0,72 + 0,65 + 0,63 + 0,60 + 0,58 + 0,65 + 0,53) =$	" 164,15
		<b>Somma</b>	<b>mc 173,69</b>
	a detratte:		
- Porzione pilastri stilate	N° 7-17	$2 \times 2 \times 2 \times 1,35 \times 0,90 \times 0,10 =$	mc 0,97
- " " "	N° 8-16	$2 \times 2 \times 2 \times 0,90 \times 0,70 \times 0,10 =$	" 0,50
- " " "	N° 9-15	$2 \times 2 \times 2 \times 0,71 \times 0,60 \times 0,10 =$	" 0,34
- " " "	N° 10-14	$2 \times 2 \times 2 \times 0,59 \times 0,60 \times 0,10 =$	" 0,28
		<b>in uno a detratte</b>	<b>mc 2,09</b>
		<b>Restano</b>	<b><u>mc 171,60</u></b>

Figura 2.2: Estratto risanamento 1990: rinforzo superiore degli archi.