



Commissario Straordinario Unico

per il coordinamento e la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane
(Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10 e C-85/13)

D.P.C.M. 07/08/2023

ID33396 - DELIBERA CIPE 60/2012

"ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI SCORDIA - PROGETTO DI COMPLETAMENTO" E "REALIZZAZIONE COLLETTORE FOGNARIO DA MILITELLO A IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI SCORDIA"

CUP: F77B14000260006 - CIG: 7168427518

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROGETTISTI



PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE :



S.p.A.

RESPONSABILE DEL PROGETTO E DELLA INTEGRAZIONE
DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Simone Venturini



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO (R.U.P.) :

Dott. Ing. Orazio Catanzaro



SUPPORTO TECNICO-SPECIALISTICO

TITOLO ELABORATO:

Relazione sull'analisi delle indagini strutturali dell'impianto di
depuratore

ELABORATO N° :

B.5.1

		ELABORATO		CONTROLLATO		APPROVATO	
SIGLA		VB		DG		F.MALINGEGNO	
REVISIONE	N.	REVISIONE	DESCRIZIONE				
	0	MARZO 2021	PRIMA EMISSIONE				
	1						
	2						

NOME FILE :

DATA :
MARZO 2021

SCALA :
-



per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane
(Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure
di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

**ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI SCORDIA" E
"REALIZZAZIONE COLLETTORE FOGNARIO DA MILITELLO A
IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI SCORDIA"
COD. ID33396 E ID33541 – DELIBERA CIPE N. 60/2012.
CUP: F77B14000260006**

PROGETTO ESECUTIVO

**Relazione sull'analisi delle indagini strutturali e
proposta di intervento**

Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche: **Ing. Simone Venturini (Technital S.p.A.)**

Progettisti:

Capogruppo Mandataria:



Mandanti:



GEO R.A.S. s.r.l.





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

INDICE

1. PREMESSA	2
2. ANALISI CRITICA DEI RISULTATI.....	5
2.1 ANALISI GENERALE SULL'INTERA POPOLAZIONE DI RISULTATI	5
2.1.1 Risultati dei test sulla carbonatazione	5
2.1.2 Risultati dei test di permeabilità all'acqua	8
2.1.3 Risultati del test di resistenza a compressione	12
2.2 ANALISI PER SINGOLA UNITÀ FUNZIONALE	15
2.2.1 PRE-TRATTAMENTI.....	15
2.2.2 DISSABBIATURA	17
2.2.3 SEDIMENTAZIONE PRIMARIA	19
2.2.4 NITRIFICAZIONE Fase II	20
2.2.5 SEDIMENTAZIONE SECONDARIA	22
2.2.6 DISINFEZIONE.....	24
2.2.7 ISPESSIMENTO FANGHI.....	26
2.2.8 DISIDRATAZIONE	27
2.2.9 EDIFICIO SERVIZI.....	29
2.2.10 DENITRIFICAZIONE	30
2.2.11 NITRIFICAZIONE Fase I.....	32
2.2.12 DIGESTIONE AEROBICA.....	37
2.2.13 LOCALE SOFFIANTI.....	39
3. ANALISI DEI PROCESSI DI DEGRADO	41
3.1 CARBONATAZIONE.....	41
3.2 OSSIDAZIONE DELL'ARMATURA	42
3.3 PERMEABILITÀ DELL'ACQUA	43
3.4 RESISTENZA A COMPRESSIONE	43
3.5 PROVA A TRAZIONE DELLE BARRE DI ARMATURA	43
4. PROPOSTA DI INTERVENTO	45
4.1 INTERVENTO DI TIPO A - RIPRISTINO PER CARBONATAZIONE SUPERFICIALE	46
4.2 INTERVENTO DI TIPO B - RIPRISTINO PER CARBONATAZIONE PROFONDA	50
4.3 RAGGRUPPAMENTO DEI MANUFATTI PER TIPO DI INTERVENTO	53



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

1. PREMESSA

Nell'ambito dell'espletamento dei servizi relativi alla redazione del "Progetto di completamento" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia", su incarico del Commissario Straordinario Unico, la ditta GEO R.A.S. S.r.l., facente parte del Raggruppamento Temporaneo che ha Technital, capogruppo, e le società Etatec, Hydro Engineering, Gigateck Associati, GEO R.A.S., OASI, mandanti, nel mese di Novembre 2019 ha effettuato una campagna di indagini diagnostiche e prove di laboratorio sulle strutture in conglomerato cementizio armato dell'esistente impianto di depurazione di Scordia.

I servizi sono stati svolti attraverso le seguenti fasi operative:

- Indagine magnetometrica con pacometro;
- Prelievo di n. 65 carote di calcestruzzo da sottoporre a prove di compressione di laboratorio;
- n. 65 determinazioni in situ della profondità di carbonatazione su altrettante carote di cls prelevate;
- Prelievo di n. 8 barre di armatura da sottoporre a prova di trazione in laboratorio.

Le indagini in situ sono state eseguite da GEO R.A.S. S.r.l.; mentre, le prove di laboratorio sui materiali da costruzione dal laboratorio certificato GEOLAB S.r.l.

In Figura 1 si riporta la planimetria con l'indicazione di tutte le strutture indagate; mentre, nella tabella 1 sono riportati i codici delle carote prelevate su ogni singola vasca, per facilitarne la identificazione e la lettura.



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

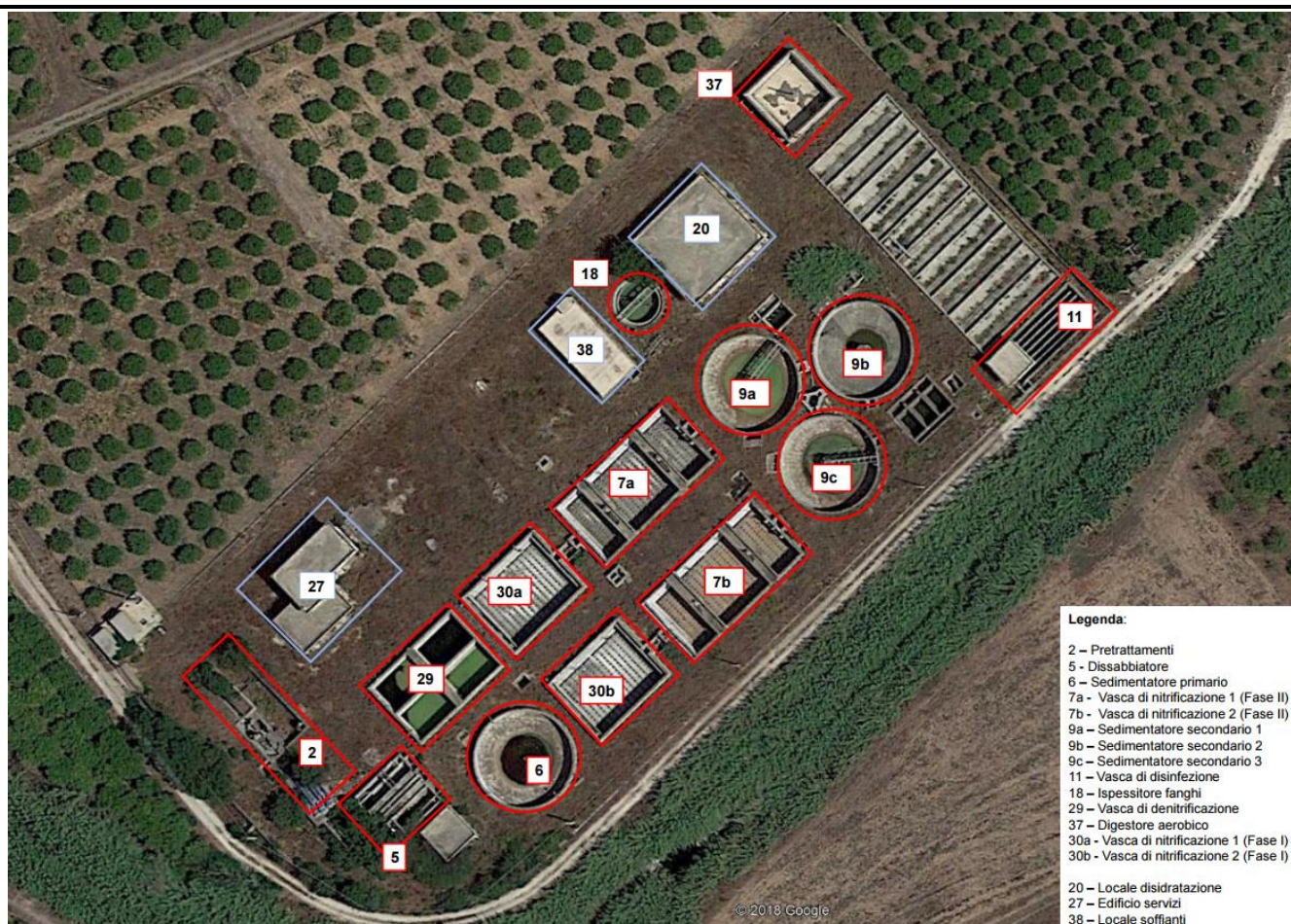


Figura 1 Ortofoto con ubicazione delle strutture in c.a.

Tabella 1 Numerazione dei manufatti in c.a. indagati

Tipologia di vasca in c.a.	Codice vasca	Codice carote
Pretrattamenti	2	2-C1,2-C2,2-C3,2-C4
Dissabbiatore	5	5-C1,5-C2,5-C3,5-C4
Sedimentatore primario	6	6-C1,6-C2,6-C3,6-C4
Vasca di nitrificazione Fase II	7A	7A-C1,7A-C2,7A-C3,7A-C4
Vasca di nitrificazione Fase II	7B	7B-C1,7B-C2,7B-C3,7B-C4
Sedimentatore secondario 1	9A	9A-C1,9A-C2,9A-C3,9A-C4
Sedimentatore secondario 2	9B	9B-C1,9B-C2,9B-C3,9B-C4
Sedimentatore secondario 3	9C	9C-C1,9C-C2,9C-C3,9C-C4
Vasca di disinfezione	11	11-C1,11-C2,11-C3,11-C4



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

Ispessitore dei fanghi	18	18-C1,18-C2,18-C3,18-C4
Locale disidratazione	20	20-C1,20-C2,20-C3
Edificio Servizi	27	27-C1,27-C2,27-C3
Vasca denitrificazione	29	29-C1,29-C2,29-C3,29-C4
Vasca di nitrificazione 1 Fase I	30A	30A-C1,30A-C2,30A-C3,30A-C4
Vasca di nitrificazione 2 Fase I	30A	30B-C1,30B-C2,30B-C3,30B-C4
Digestore aerobico	37	37-C1,37-C2,37-C3,37-C4
Locale soffianti	38	38-C1,38-C2,38-C3



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

2. ANALISI CRITICA DEI RISULTATI

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei risultati per tutte le tipologie di test eseguiti sulle carote estratte. I risultati sono stati graficizzati in diagrammi in modo tale da individuare da ogni diagramma un'informazione utile a costruire il quadro completo dei risultati. Per ognuna delle tre tipologie di test, i risultati vengono di seguito mostrati partendo dalla distribuzione globale di tutte le carote per poi andare a raggruppare i risultati per ogni tipologia di struttura o funzione operativa all'interno dell'impianto (es. pretrattamenti, dissabbiatore etc.).

2.1 ANALISI GENERALE SULL'INTERA POPOLAZIONE DI RISULTATI

2.1.1 Risultati dei test sulla carbonatazione

La misura della profondità di carbonatazione ha interessato tutte e sessantacinque carote prelevate.

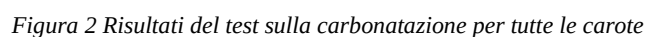
I risultati delle analisi di laboratorio sono stati raggruppati seguendo criteri diversi con lo scopo di meglio evidenziare sia la loro distribuzione nelle diverse parti di impianto che per singola vasca o componente in conglomerato cementizio armato indagato.

I dati provenienti dal laboratorio sono stati raggruppati nell'istogramma di Figura 2, che consente di avere una visione unitaria e complessiva dei dati, da cui risulta evidente che la profondità di carbonatazione è compresa in un intervallo compreso tra lo 0,00 e 7,00 cm, con una sola carota con carbonatazione prossima ai 12,00 cm (carota 2-C4).



D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

Successivamente, si è predisposto il grafico a torta di

Figura 3 che, invece, evidenzia il peso dei diversi gradi di carbonatazione:

- il 31% dei campioni ha una profondità di carbonatazione nell'intervallo 0-2 cm;
- il 54% dei campioni ha una profondità di carbonatazione nell'intervallo 2-4 cm;
- il 9% dei campioni ha una profondità di carbonatazione nell'intervallo 4-6 cm;
- il 6% dei campioni ha una profondità di carbonatazione maggiore di 6 cm.

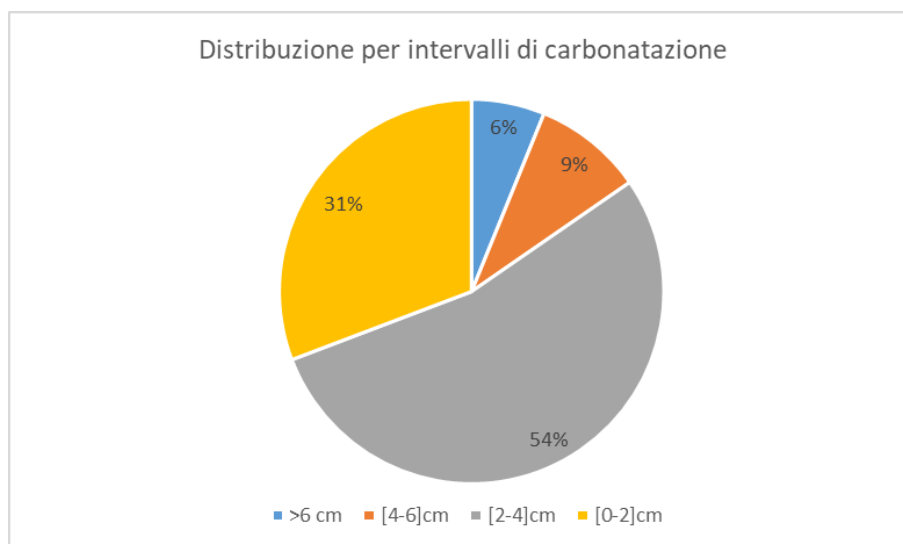


Figura 3 Distribuzione dei risultati per intervalli di carbonatazione

Infine, i dati sono stati raccolti per singola componente indagata. Nell'istogramma di Figura 4, così, si evidenzia che le strutture con maggiore profondità di carbonatazione sono:

- La vasca pretrattamenti (2): profondità media 68 mm;
- Locale disidratazione (20): profondità media 46 mm;
- Edificio servizi (27): profondità media 46 mm;
- Sedimentatore primario (6): profondità media 39 mm.



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

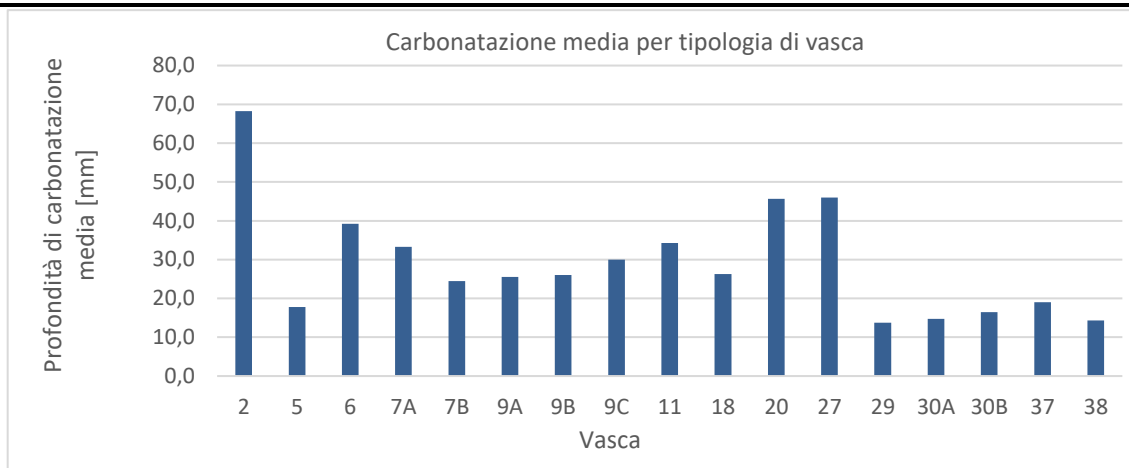


Figura 4 Profondità di carbonatazione media per tipologia di vasca

2.1.2 Risultati dei test di permeabilità all'acqua

L'istogramma di Figura 5 riporta complessivamente i dati relativi alla profondità di penetrazione dell'acqua. Dall'analisi dei dati risulta che essa è compresa in un intervallo 1,00-8,00 cm, con solo quattro carote con permeabilità superiore ai 10,00 cm (carote 7A-C2,18-C1,37-C2) e solo una con permeabilità prossima ai 13,00 cm (carota 9A-C1).

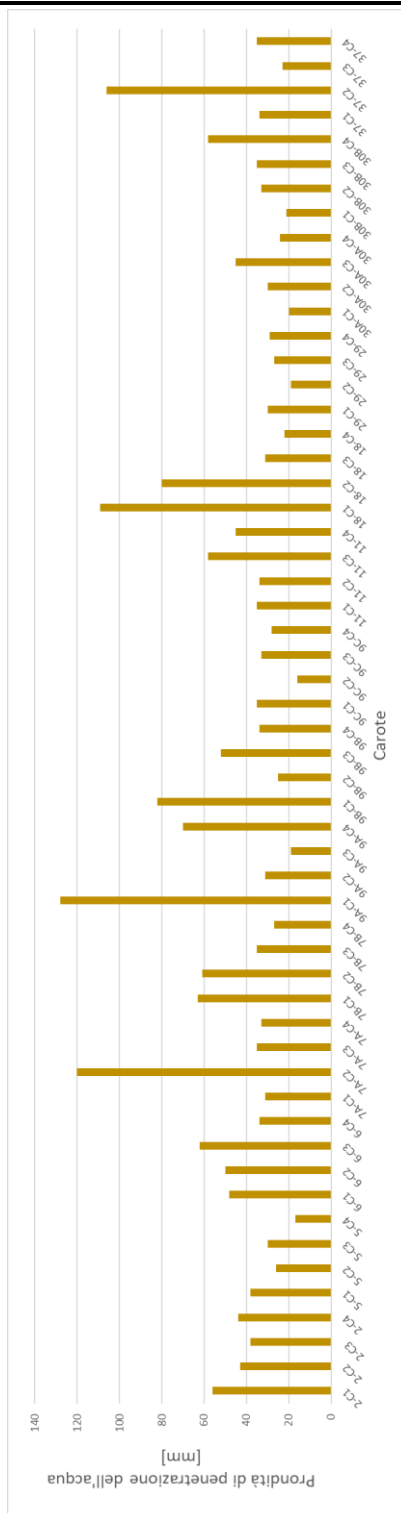


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

Dal grafico a torta di Figura 6 si nota invece che:

- il 22% dei campioni ha profondità di penetrazione dell'acqua nell'intervallo 0-2 cm;
- il 48% dei campioni ha profondità di penetrazione dell'acqua nell'intervallo 2-4 cm;
- il 15% dei campioni ha profondità di penetrazione dell'acqua nell'intervallo 4-6 cm;
- il 15% dei campioni ha profondità di penetrazione dell'acqua maggiore di 6 cm.

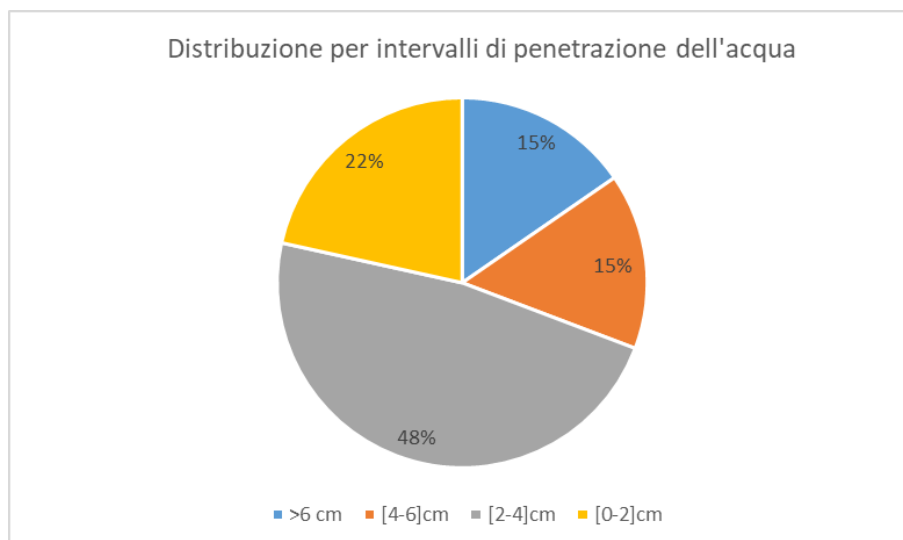


Figura 6 Distribuzione dei risultati per intervalli di permeabilità

Dall'istogramma di Figura 7 si evince che le strutture con maggiore profondità di penetrazione dell'acqua sono:

- La vasca di nitrificazione (7A): profondità media 55 mm;
- Sedimentatore secondario (9A): profondità media 62 mm;
- Ispessitore fanghi (18): profondità media 61 mm;
- Digestore aerobico (37): profondità media 50 mm.



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

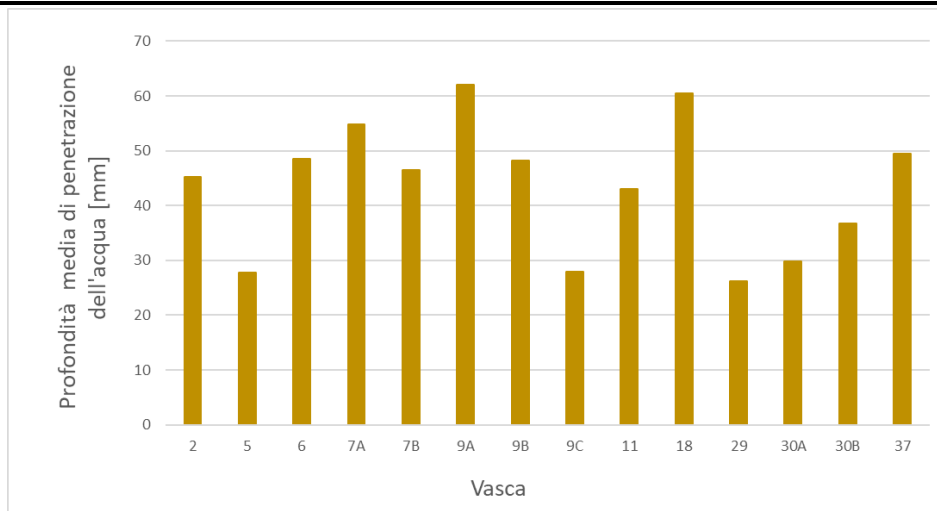


Figura 7 Profondità media di penetrazione dell'acqua per tipologia di vasca

Nel successivo grafico in **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.**, si è voluto comparare, per ogni singola struttura indagata, i valori della profondità di carbonatazione con quella di penetrazione dell'acqua. Dalla comparazione emerge un andamento simile; mentre, in termini di valori assoluti, la profondità alla penetrazione dell'acqua risulta sempre superiore alla profondità di carbonatazione.

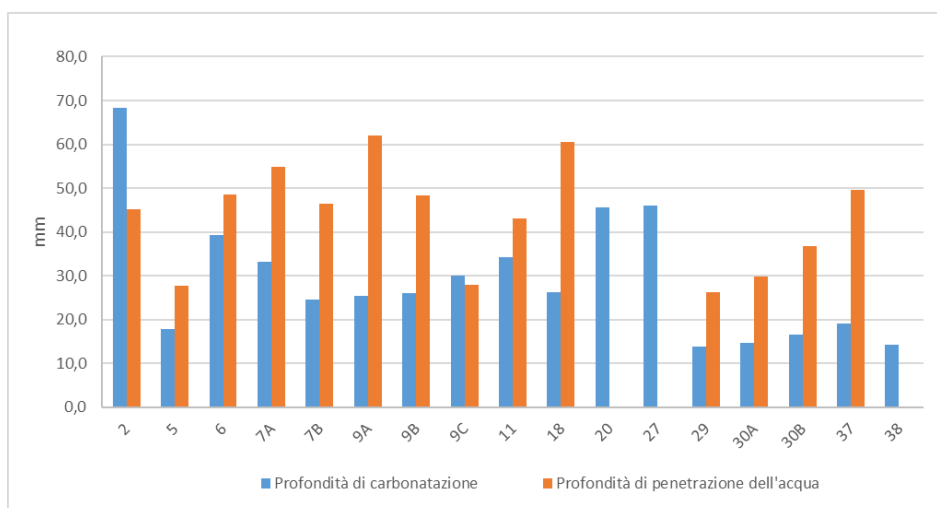


Figura 8 Confronto tra carbonatazione e permeabilità



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

2.1.3 Risultati del test di resistenza a compressione

I dati provenienti dalla rottura a schiacciamento delle carote che ne hanno determinato la resistenza a compressione sono stati complessivamente raggruppati nell'istogramma di Figura 9.

La sua analisi evidenzia la resistenza a compressione di tutte le carote è compresa in un intervallo 18,00-65,00 N/mm², con solo cinque carote con resistenza inferiore ai 30,00 N/mm² (carote 2-C1,2-C3,7B-C1,20_C1,20_C3) e due carote con resistenza prossima ai 65,00 N/mm² (carote 5-C4,30A-C1).



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

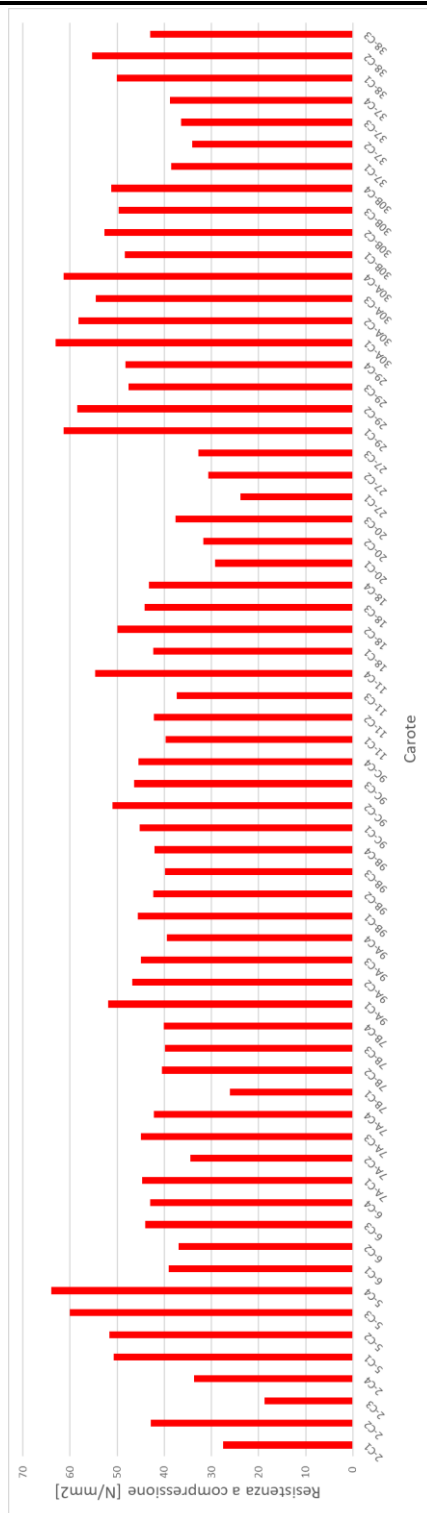


Figura 9 Risultati del test sulla resistenza a compressione su tutte le carote



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

Dal grafico a torta di Figura 10 si nota, invece, che:

- il 2% dei campioni ha resistenza a compressione nell'intervallo 0-20 N/mm²;
- il 32% dei campioni ha resistenza a compressione nell'intervallo 20-40 N/mm²;
- il 60% dei campioni ha resistenza a compressione nell'intervallo 40-60 N/mm²;
- il 6% dei campioni ha resistenza a compressione maggiore di 60 N/mm².

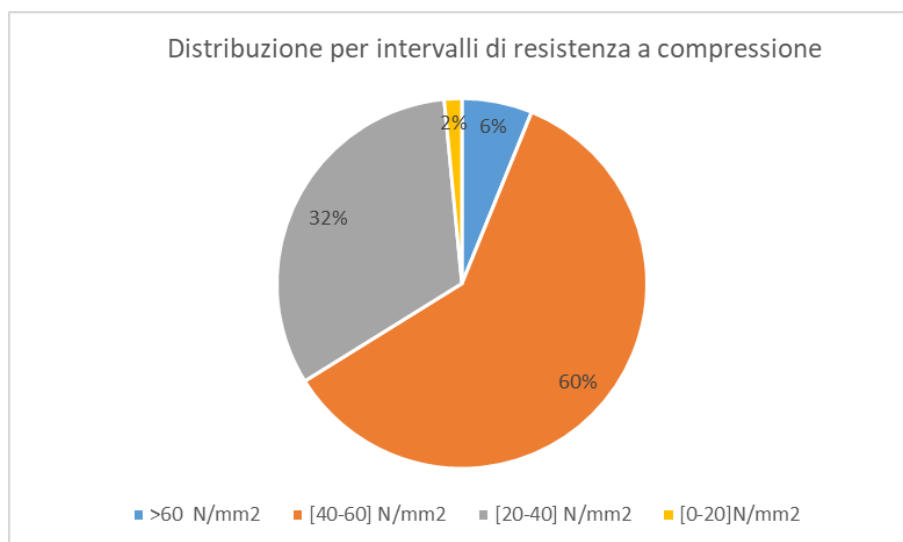


Figura 10 Distribuzione dei risultati per intervalli di resistenza a compressione

Dall'istogramma di Figura 11 *Figura 4* si evince che le strutture che presentano una maggiore resistenza a compressione sono:

- Dissabbiatore (5): resistenza a compressione media 57 N/mm²;
- Vasca di denitrificazione (29): resistenza a compressione media 54 N/mm²;
- Vasca di nitrificazione1 Fase I (30A): resistenza a compressione media 59 N/mm²;
- Vasca di nitrificazione2 Fase I (30B): resistenza a compressione media 51 N/mm².



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

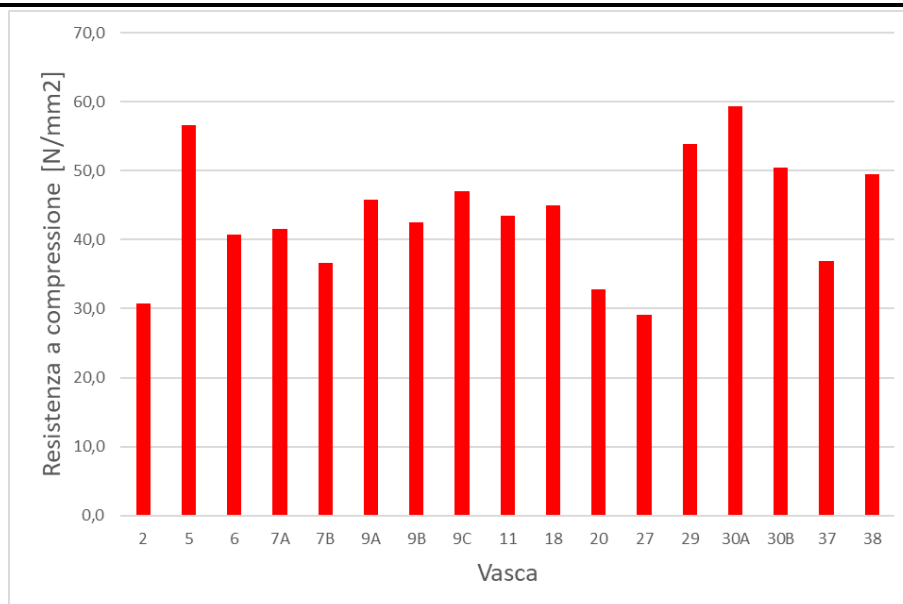


Figura 11 Resistenza a compressione media per tipologia di vasca

2.2 ANALISI PER SINGOLA UNITÀ FUNZIONALE

Per una migliore comprensione dello stato di consistenza delle strutture in conglomerato cementizio armato indagate, i parametri indagati sono stati riportati per ciascuna componente strutturale (es. pretrattamenti, dissabbiatore etc.).

2.2.1 PRE-TRATTAMENTI

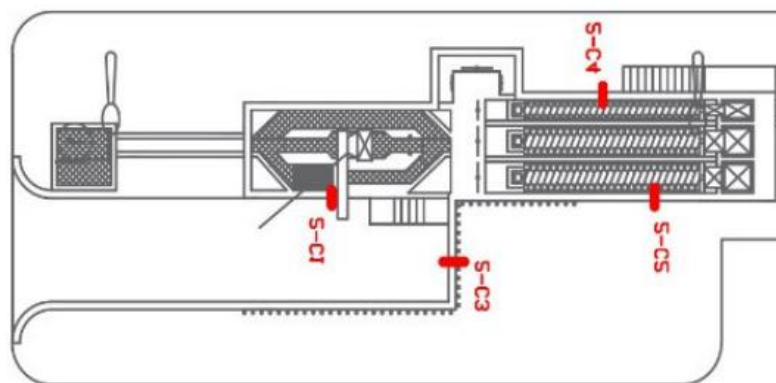


Figura 12 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo

Per i pretrattamenti la tabella seguente riporta i dati di laboratorio; mentre, i grafici permettono una facile comparazione.



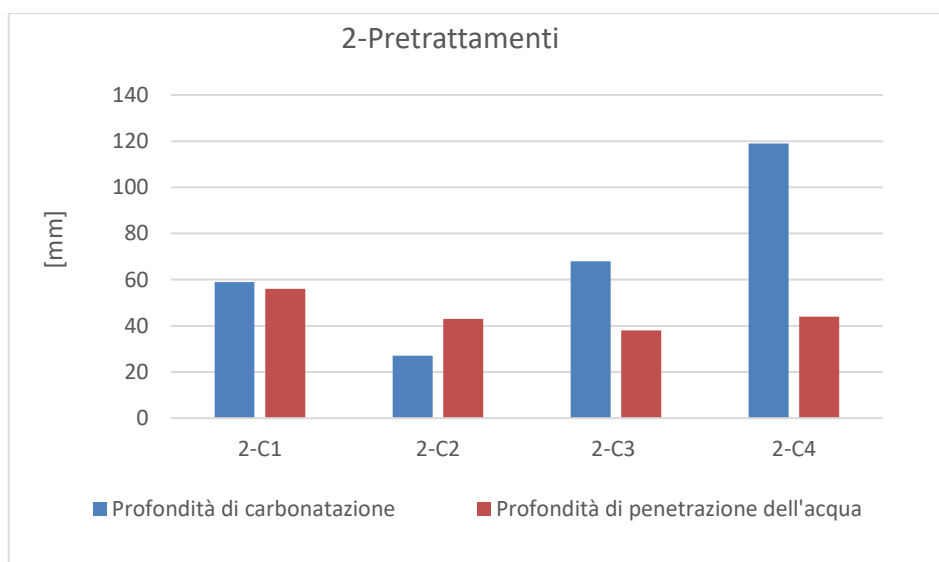
Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm ²]
2-C1	Pretrattamenti	59	56	27,5
2-C2		27	43	42,9
2-C3		68	38	18,7
2-C4		119	44	33,7



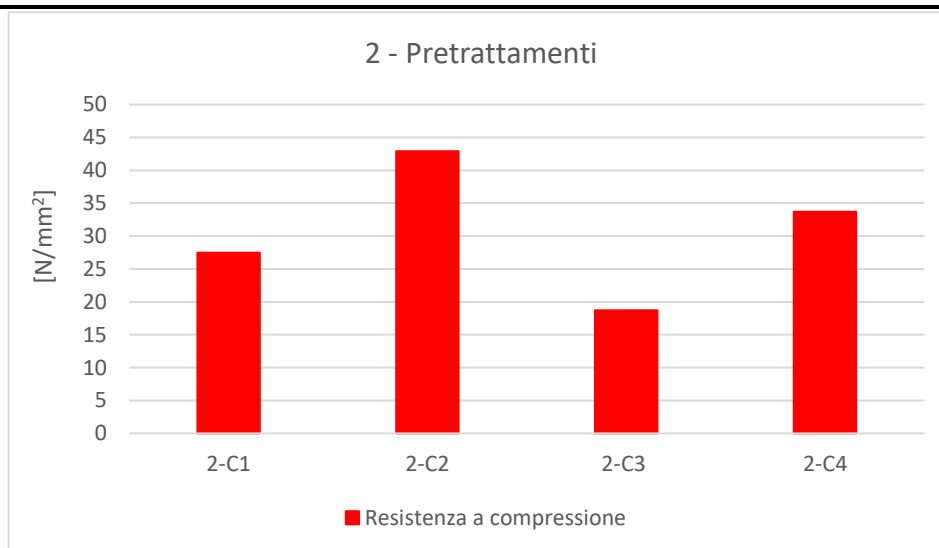


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006



2.2.2 DISSABBIATURA

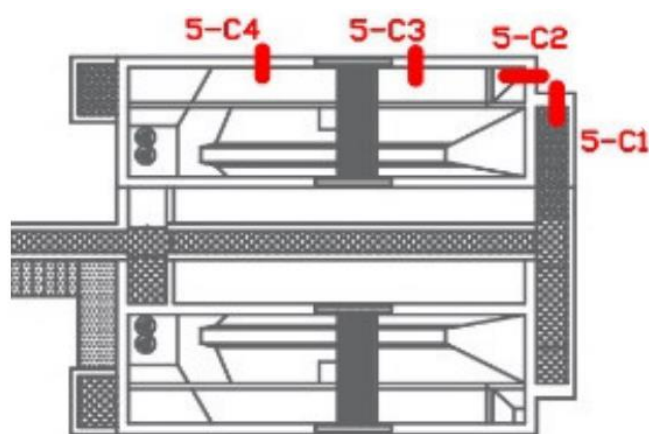


Figura 13 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo



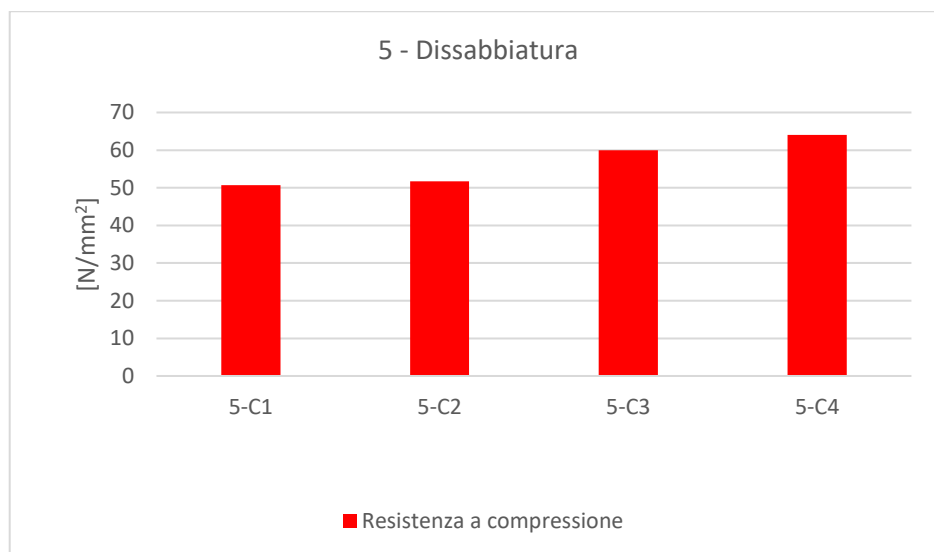
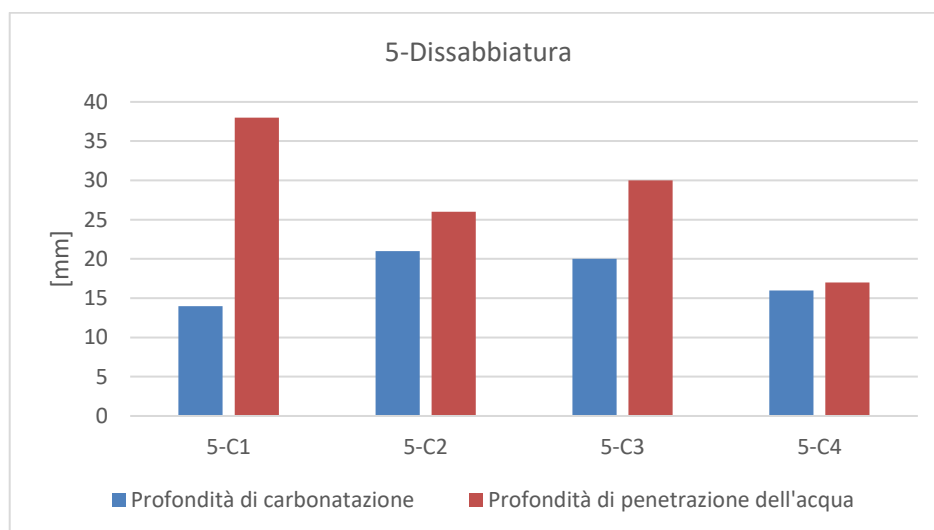
Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm ²]
5-C1	Dissabbiatore	14	38	50,7
5-C2		21	26	51,7
5-C3		20	30	60
5-C4		16	17	64





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

2.2.3 SEDIMENTAZIONE PRIMARIA

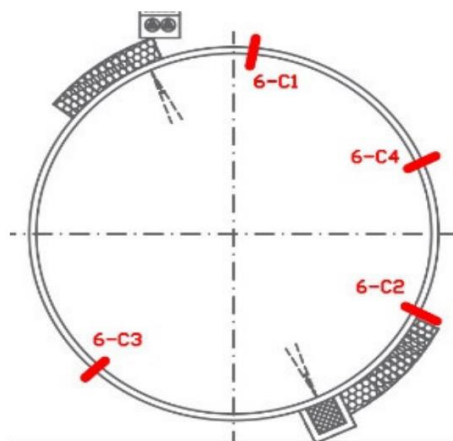
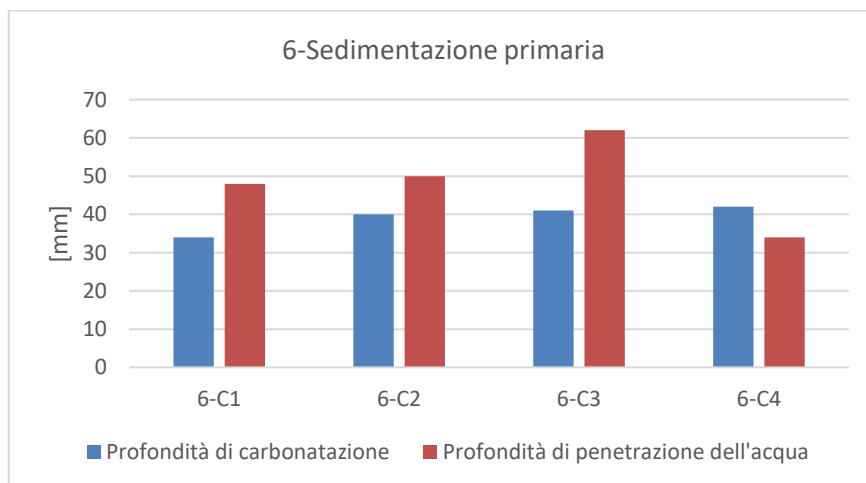


Figura 14 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm ²]
6-C1	Sedimentatore primario	34	48	39,1
6-C2		40	50	37
6-C3		41	62	44,1
6-C4		42	34	43



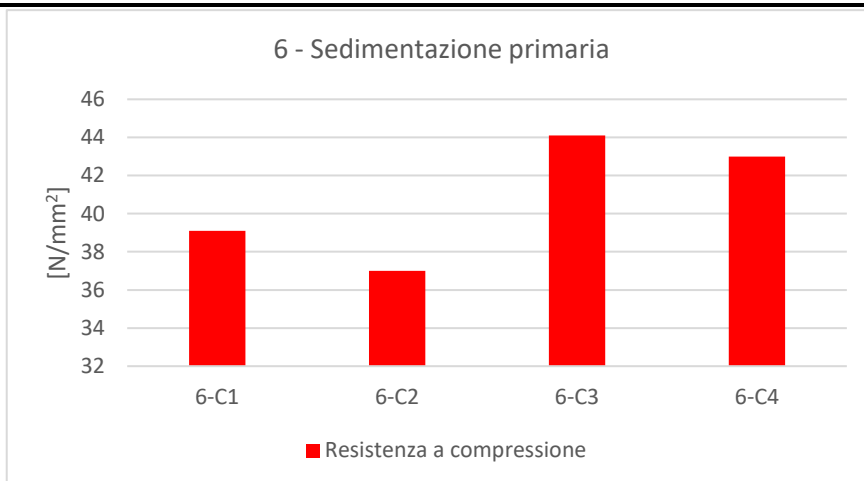


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006



2.2.4 NITRIFICAZIONE Fase II

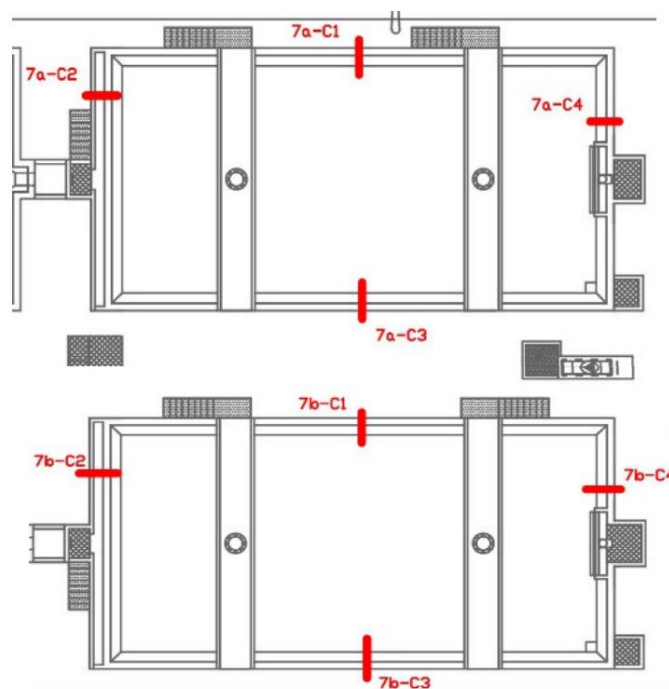


Figura 15 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo



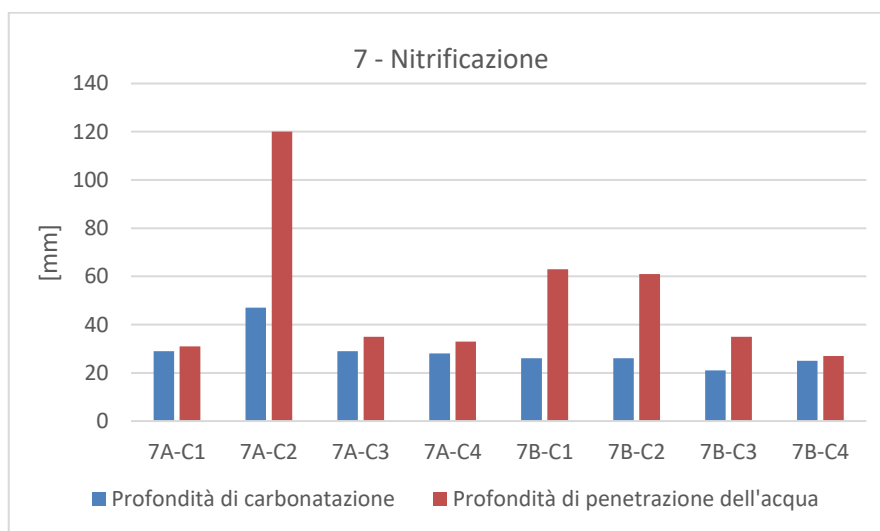
Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm ²]
7A-C1	Vasca di nitrificazione Fase II	29	31	44,7
7A-C2		47	120	34,5
7A-C3		29	35	45
7A-C4		28	33	42,2
7B-C1	Vasca di nitrificazione Fase II	26	63	26,1
7B-C2		26	61	40,5
7B-C3		21	35	39,9
7B-C4		25	27	40,1



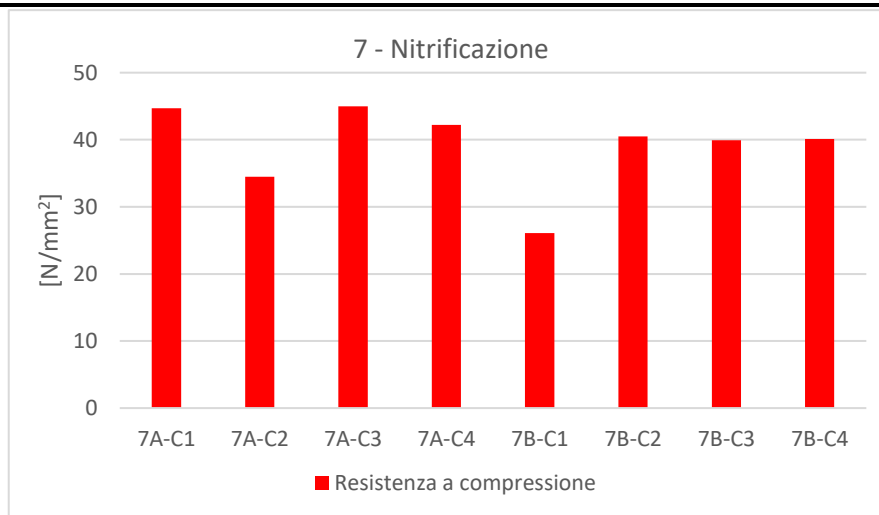


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006



2.2.5 SEDIMENTAZIONE SECONDARIA

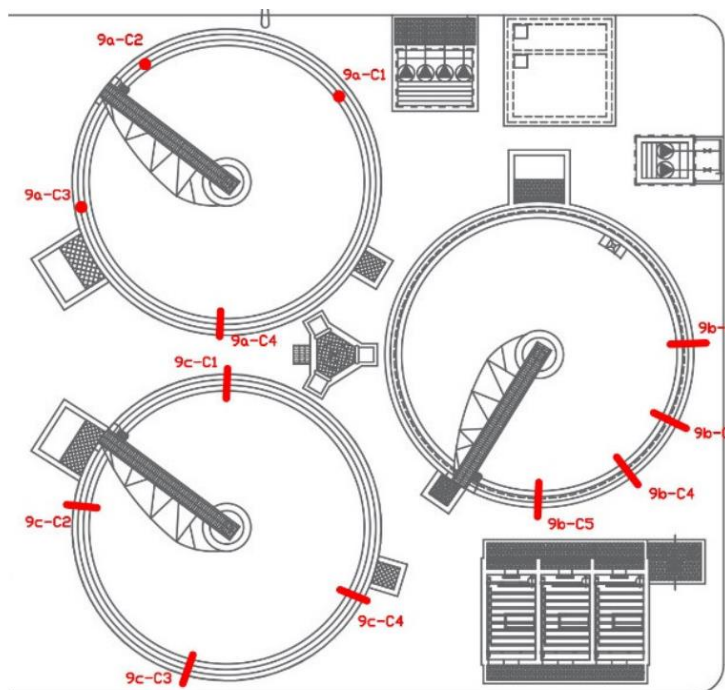


Figura 16 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo



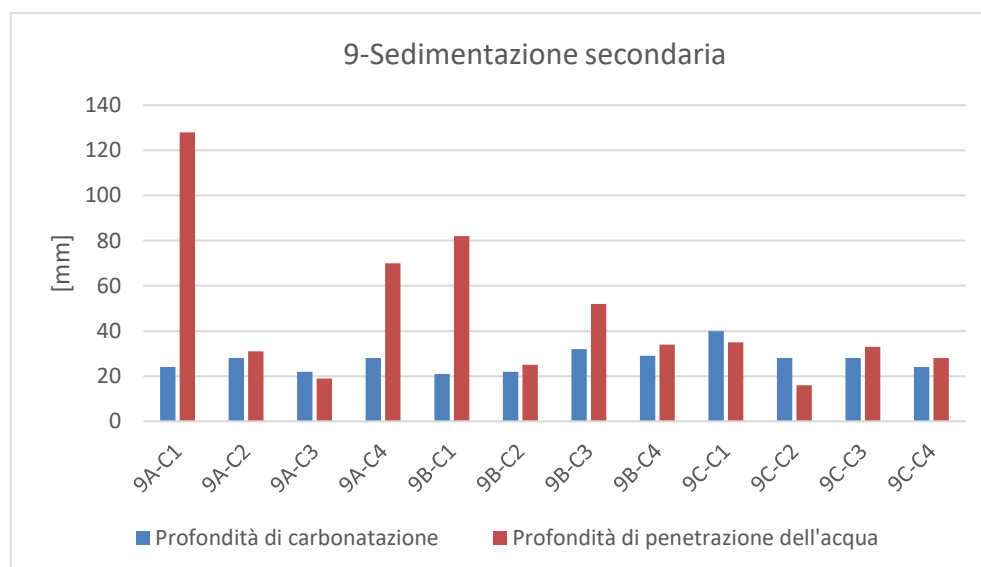
Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm ²]
9A-C1	Sedimentatore secondario 1	24	128	51,9
9A-C2		28	31	46,8
9A-C3		22	19	45,0
9A-C4		28	70	39,5
9B-C1	Sedimentatore secondario 2	21	82	45,6
9B-C2		22	25	42,4
9B-C3		32	52	39,9
9B-C4		29	34	42,11
9C-C1	Sedimentatore secondario 3	40	35	45,3
9C-C2		28	16	51
9C-C3		28	33	46,4
9C-C4		24	28	45,5



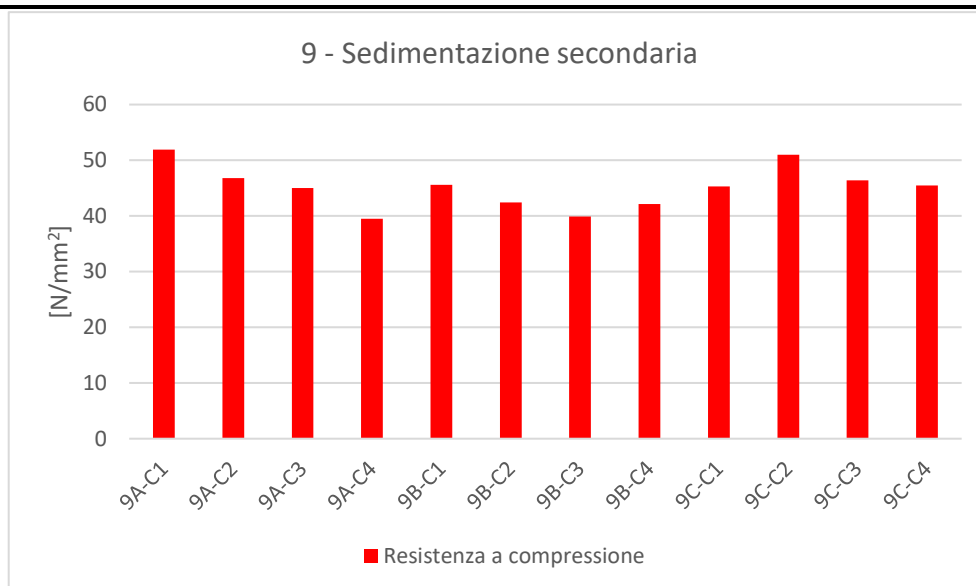


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006



2.2.6 DISINFEZIONE

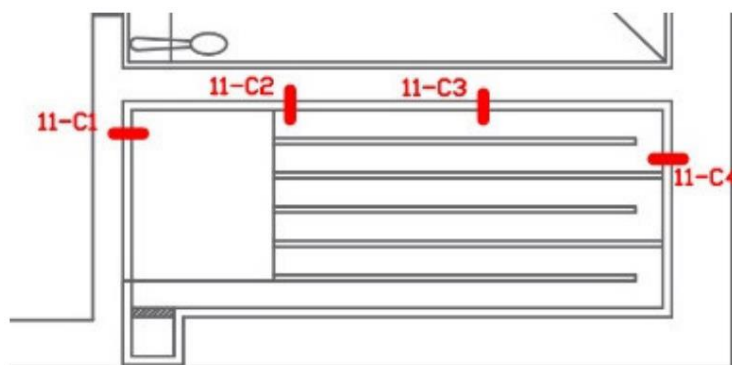


Figura 17 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm²]
11-C1	Vasca di disinfezione	30	35	39,7
11-C2		30	34	42,2
11-C3		29	58	37,4
11-C4		48	45	54,7

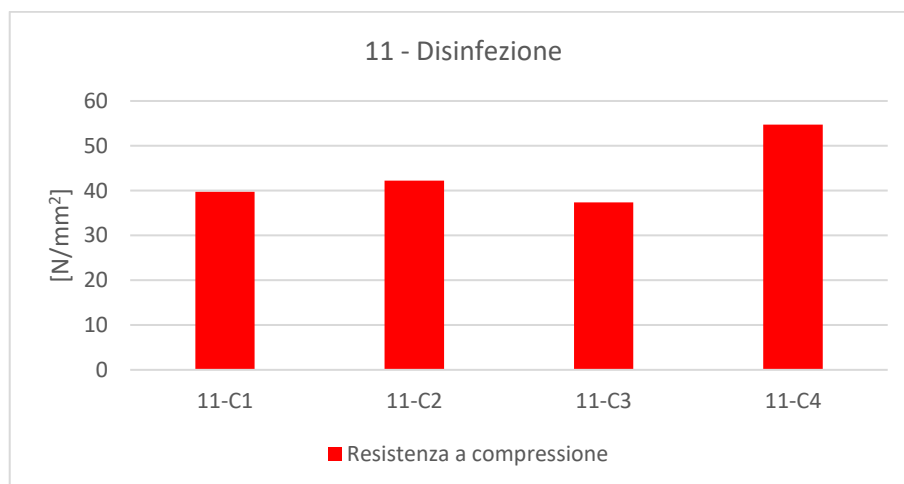
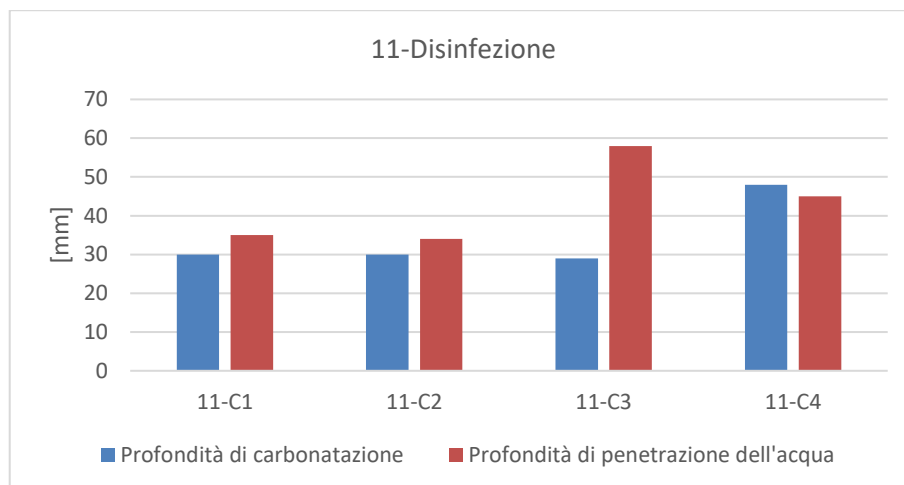


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

2.2.7 ISPESSIMENTO FANGHI

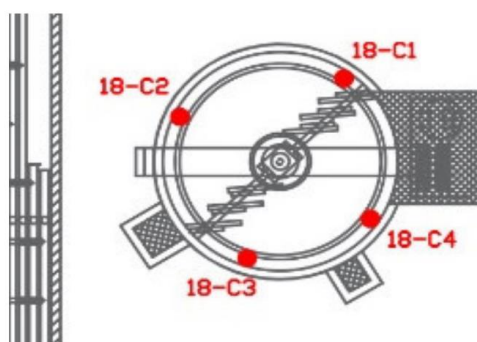
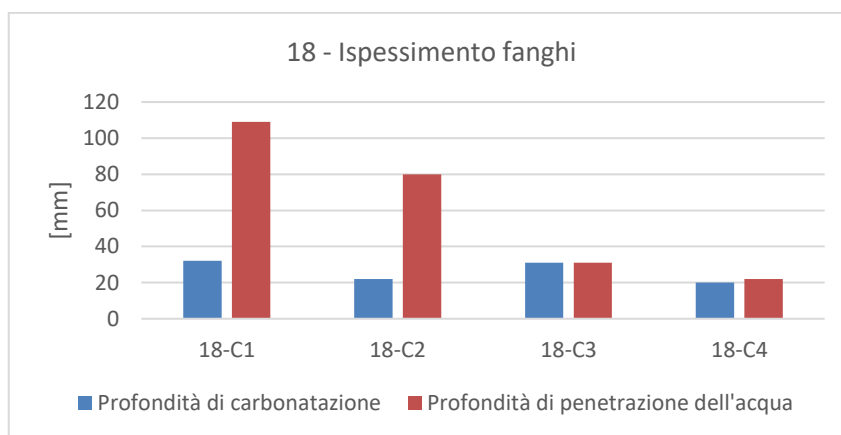


Figura 18 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm ²]
18-C1	Ispessitore fanghi	32	109	42,3
18-C2		22	80	49,9
18-C3		31	31	44,2
18-C4		20	22	43,3



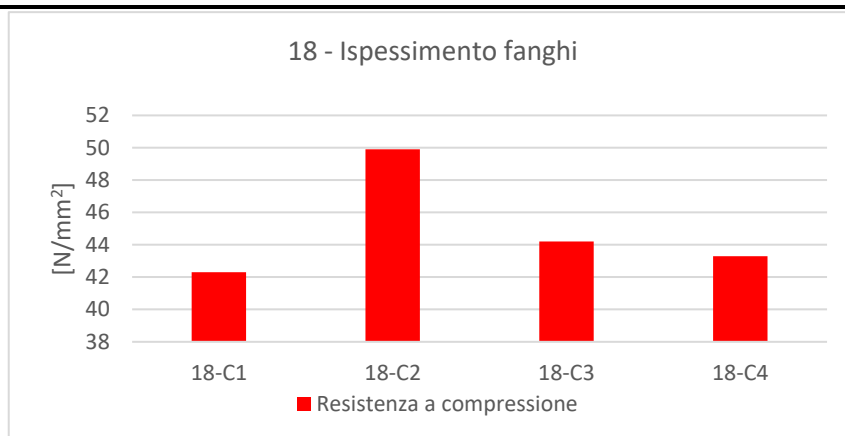


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006



2.2.8 DISIDRATAZIONE

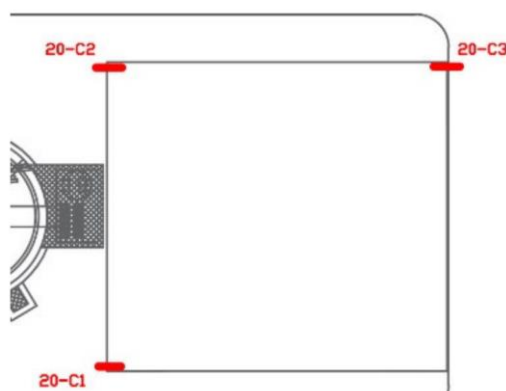


Figura 19 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm²]
20-C1	Locale disidratazione	49		29,2
20-C2		64		31,7
20-C3		24		37,6

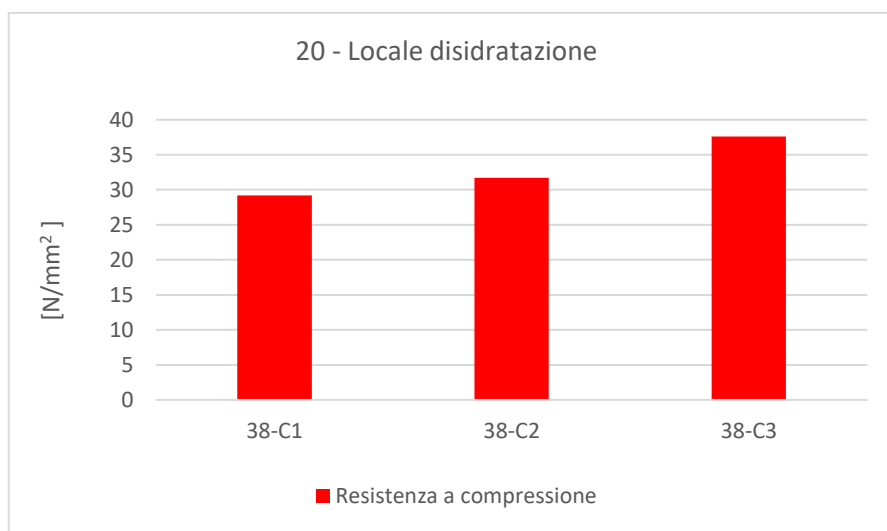
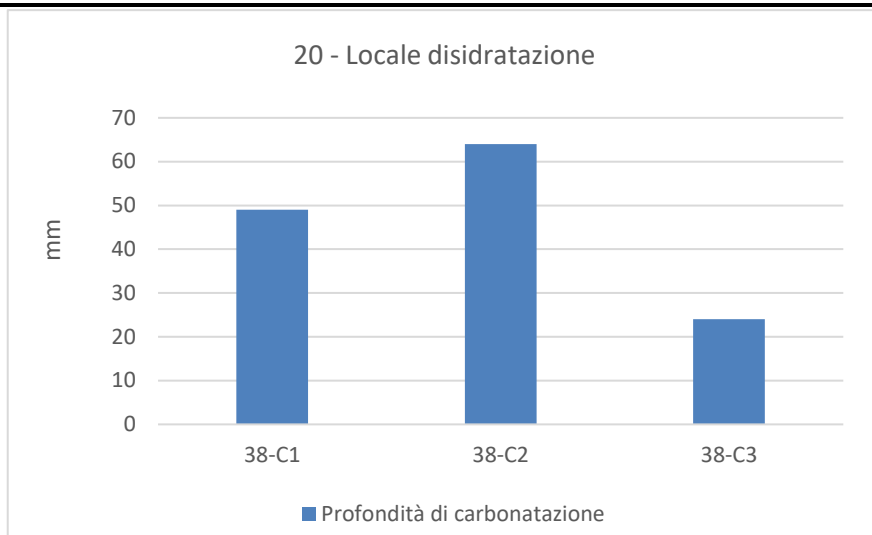


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

2.2.9 EDIFICIO SERVIZI

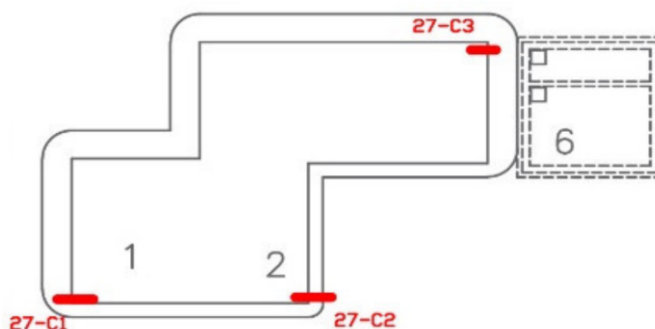
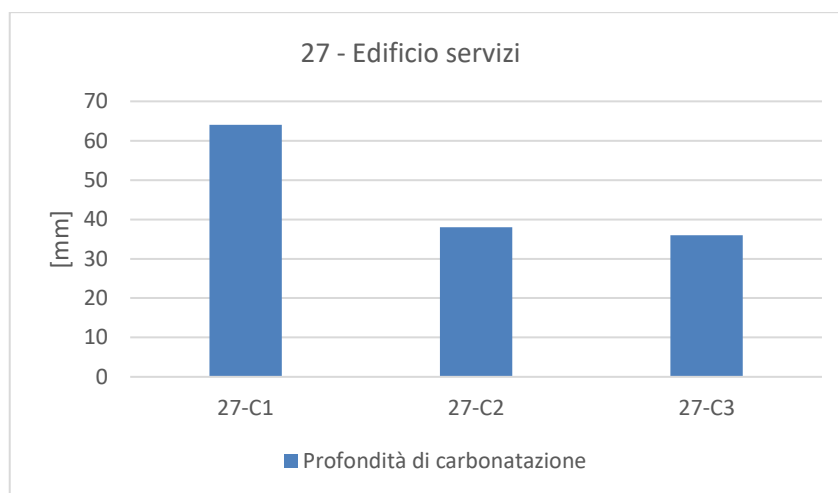


Figura 20 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm ²]
27-C1	Edificio Servizi	64		23,8
27-C2		38		30,7
27-C3		36		32,8



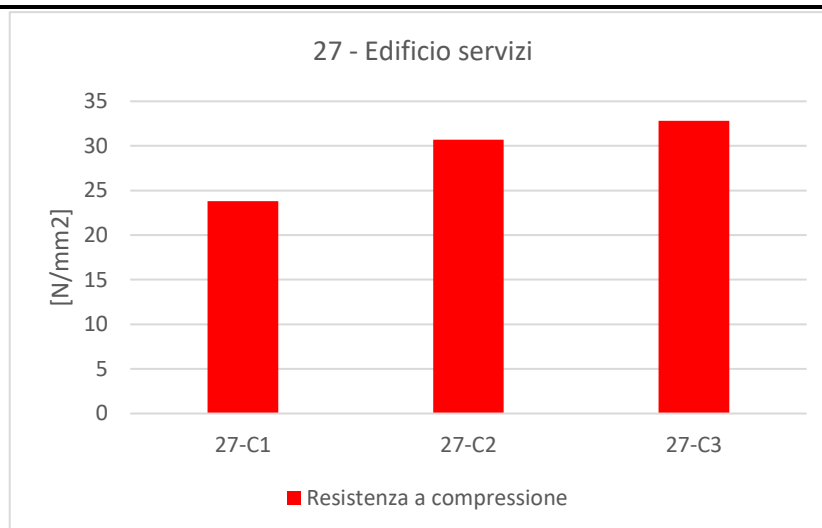


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006



2.2.10 DENITRIFICAZIONE

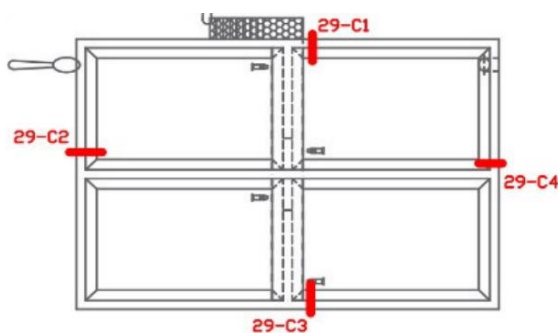


Figura 21 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm²]
29-C1	Vasca denitrificazione	19	30	61,4
29-C2		18	19	58,5
29-C3		0	27	47,6
29-C4		18	29	48,3

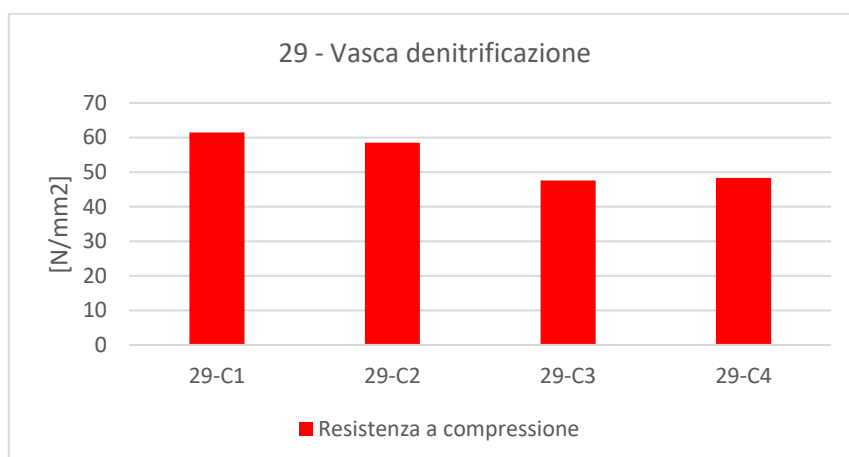
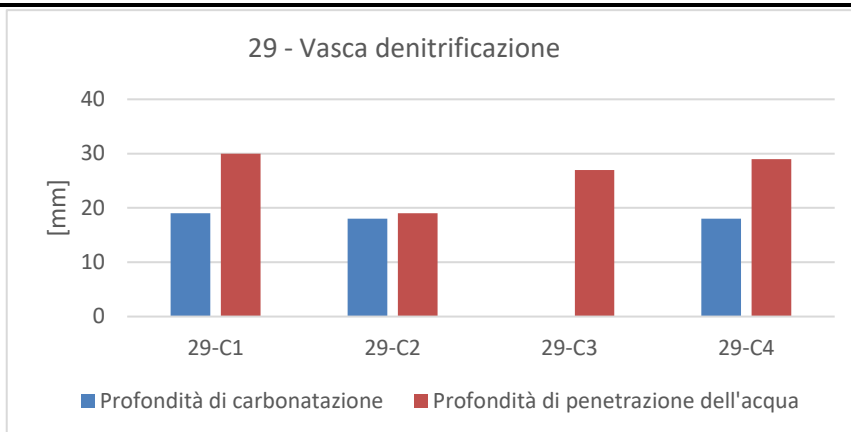


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

2.2.11 NITRIFICAZIONE Fase I

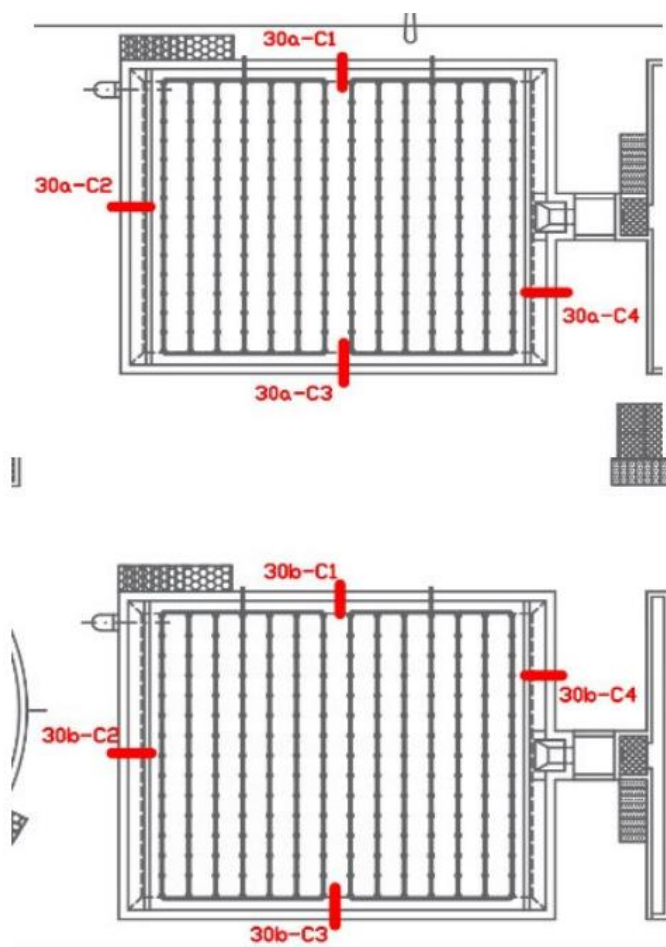


Figura 22 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm ²]
30A-C1	Vasca di nitrificazione 1 Fase I	15	20	63,1
30A-C2		16	30	58,2
30A-C3		15	45	54,6



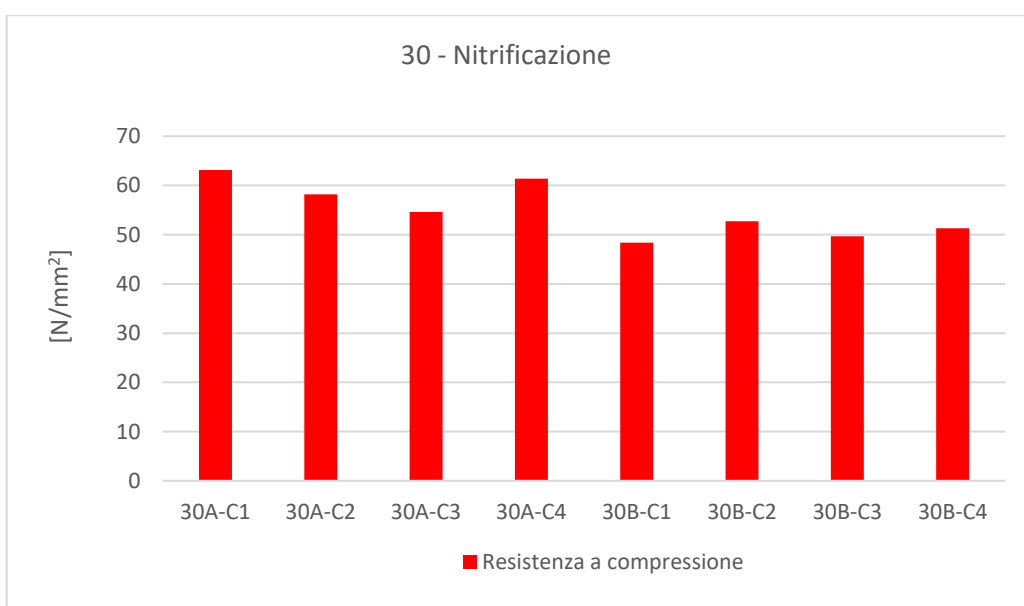
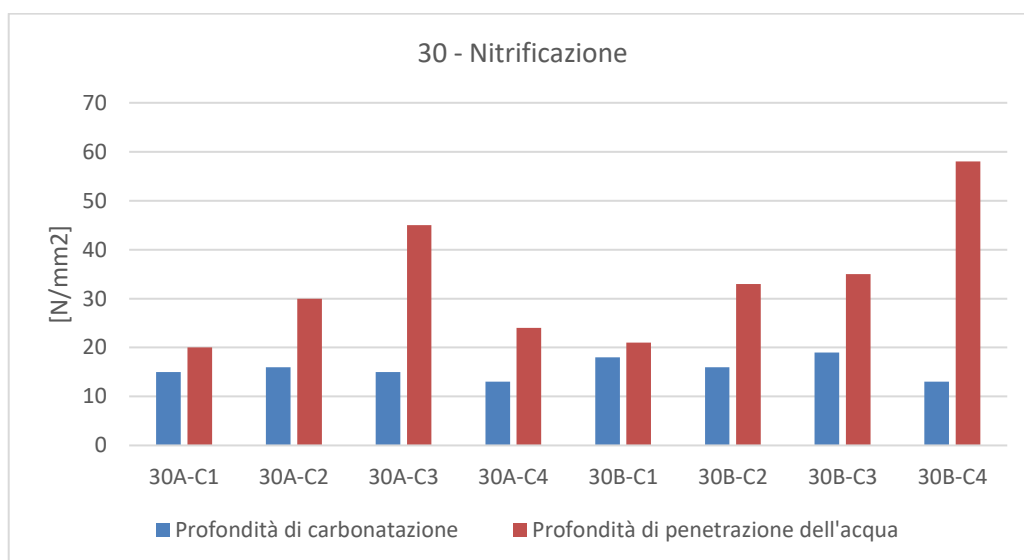
Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

30A-C4		13	24	61,4
30B-C1	Vasca di nitrificazione 2 Fase I	18	21	48,4
30B-C2		16	33	52,7
30B-C3		19	35	49,7
30B-C4		13	58	51,3





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

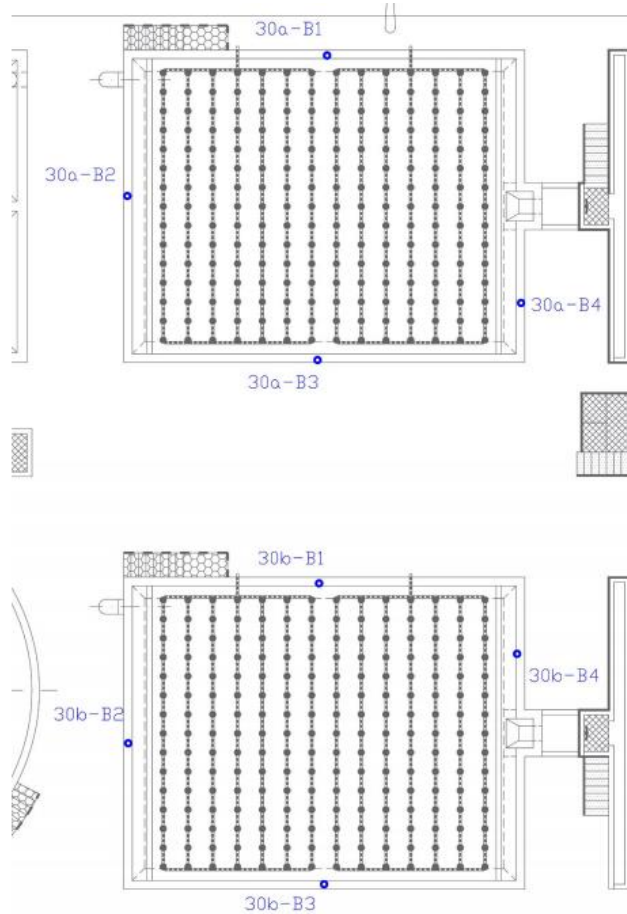
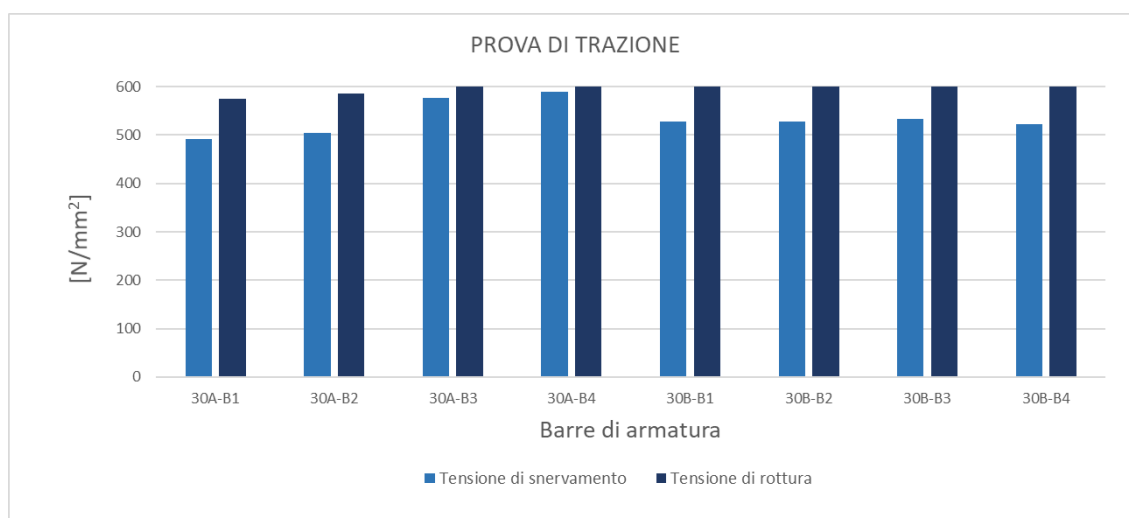


Figura 23 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle barre di armatura



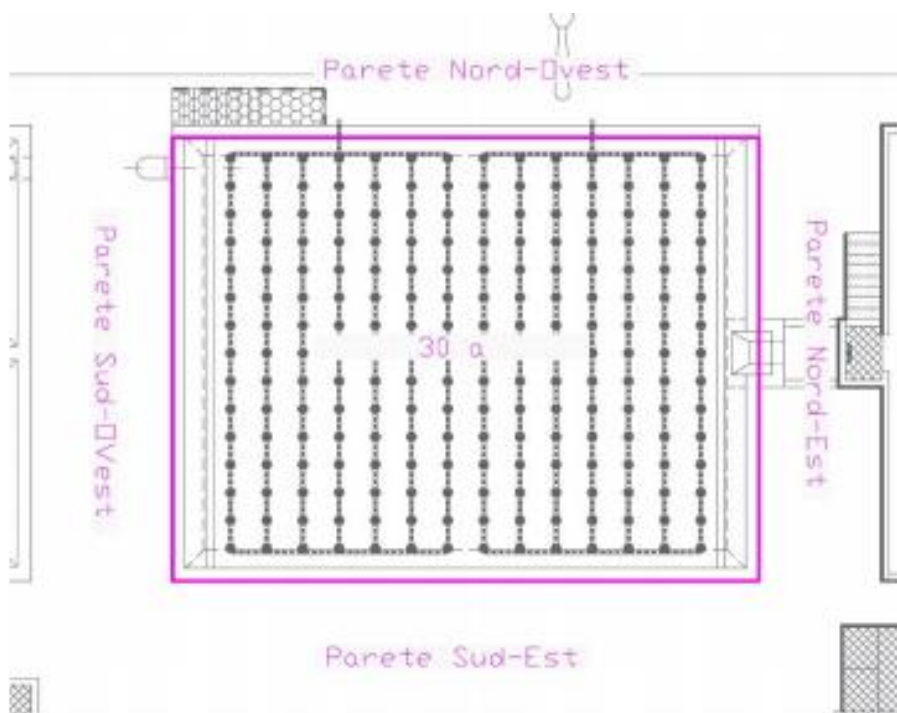
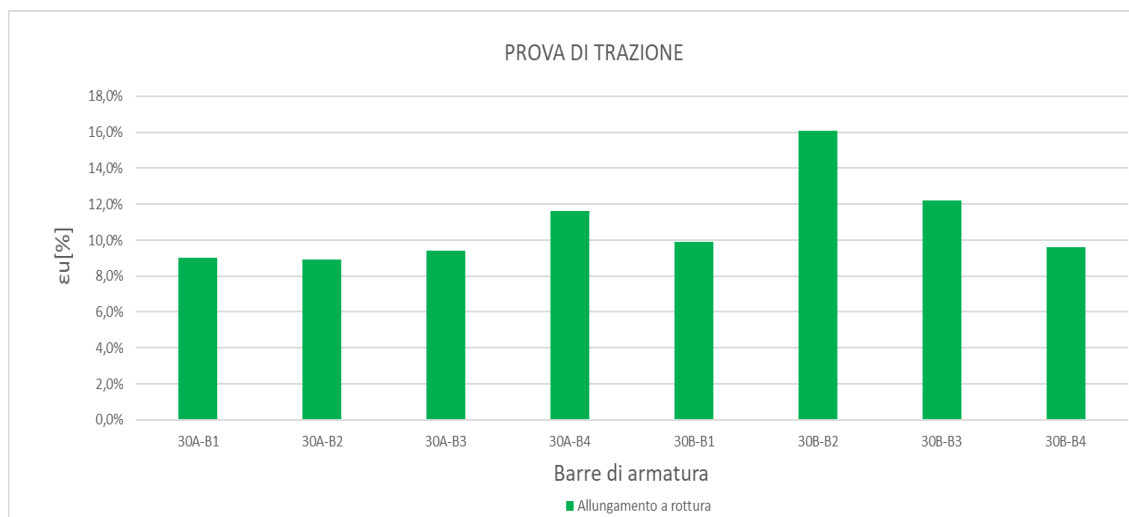


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

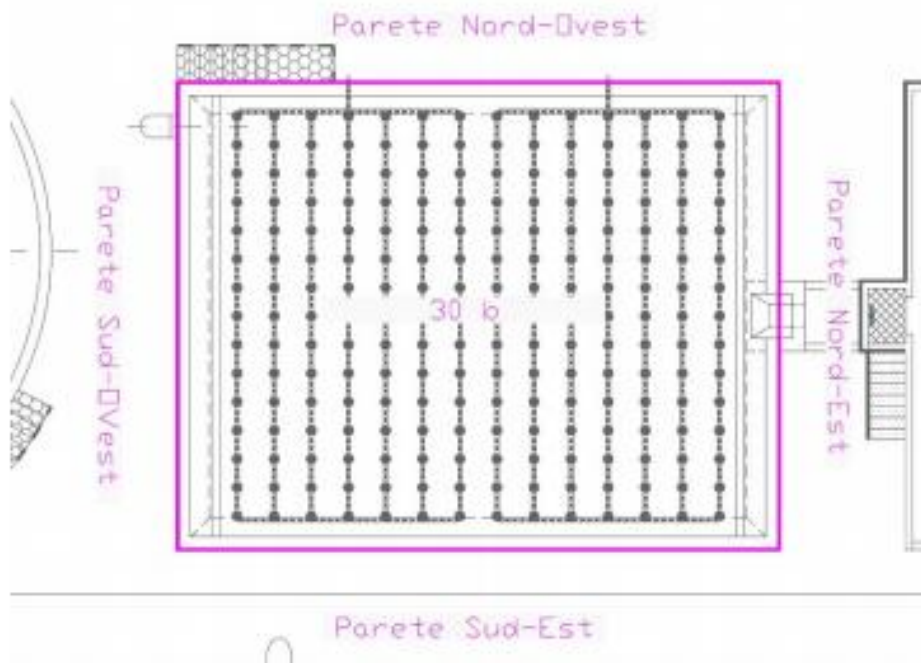


Figura 24 Planimetria con ubicazione delle pareti sottoposte ad indagine pacometrica

Le armature individuate sono le seguenti:

30A	Parete esterna N-O	54 orizzontali: Ø20 mm /30 cm; 8 verticali: Ø 20 mm /30 cm
	Parete esterna S-O	44 orizzontali: Ø 20 mm /30 cm; 8 verticali: Ø 20 mm /30 cm
	Parete esterna S-E	53 orizzontali: Ø 20 mm /30 cm; 6 verticali: Ø 20 mm /30 cm
	Parete esterna N-E	38 orizzontali: Ø 20 mm /30 cm; 8 verticali: Ø 20 mm /30 cm
30B	Parete esterna N-O	54 orizzontali: Ø 20 mm /30 cm; 8 verticali: Ø 20 mm /30 cm
	Parete esterna S-O	45 orizzontali: Ø 20 mm /30 cm; 8 verticali: Ø 20 mm /30 cm
	Parete esterna S-E	54 orizzontali: Ø 20 mm /30 cm; 6 verticali: Ø 20 mm /30 cm
	Parete esterna N-E	39 orizzontali: Ø 20 mm /30 cm; 8 verticali: Ø 20 mm /30 cm



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

2.2.12 DIGESTIONE AEROBICA

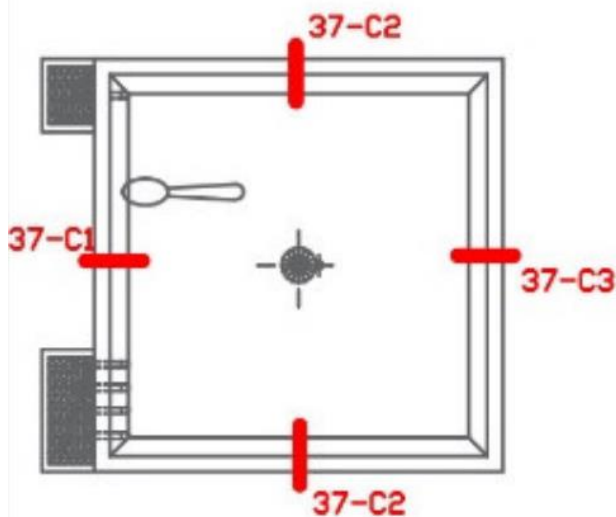


Figura 25 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm ²]
37-C1	Digestore aerobico	16	34	38,5
37-C2		31	106	34,1
37-C3		0	23	36,4
37-C4		29	35	38,8

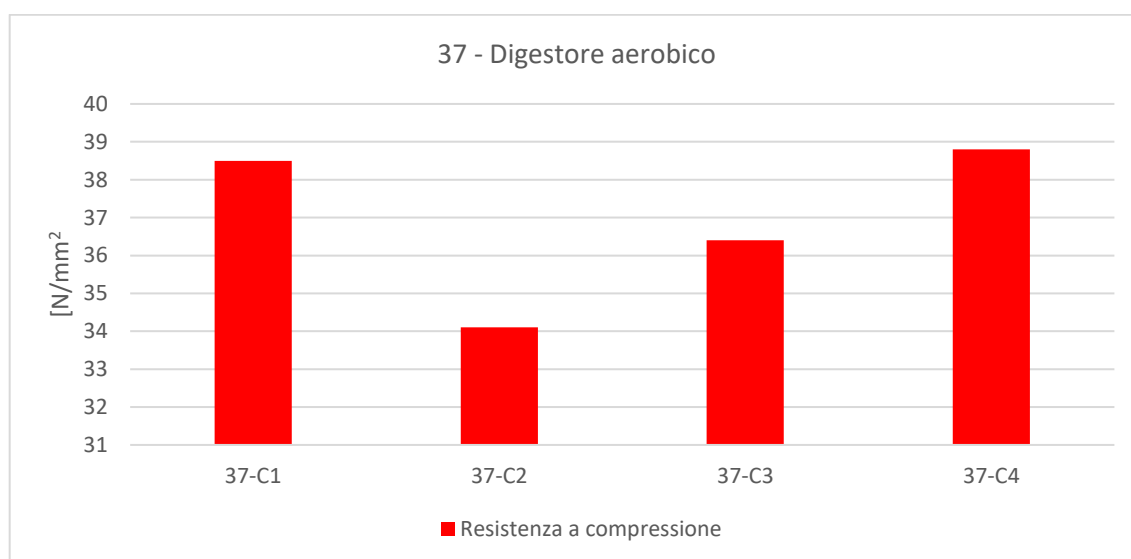
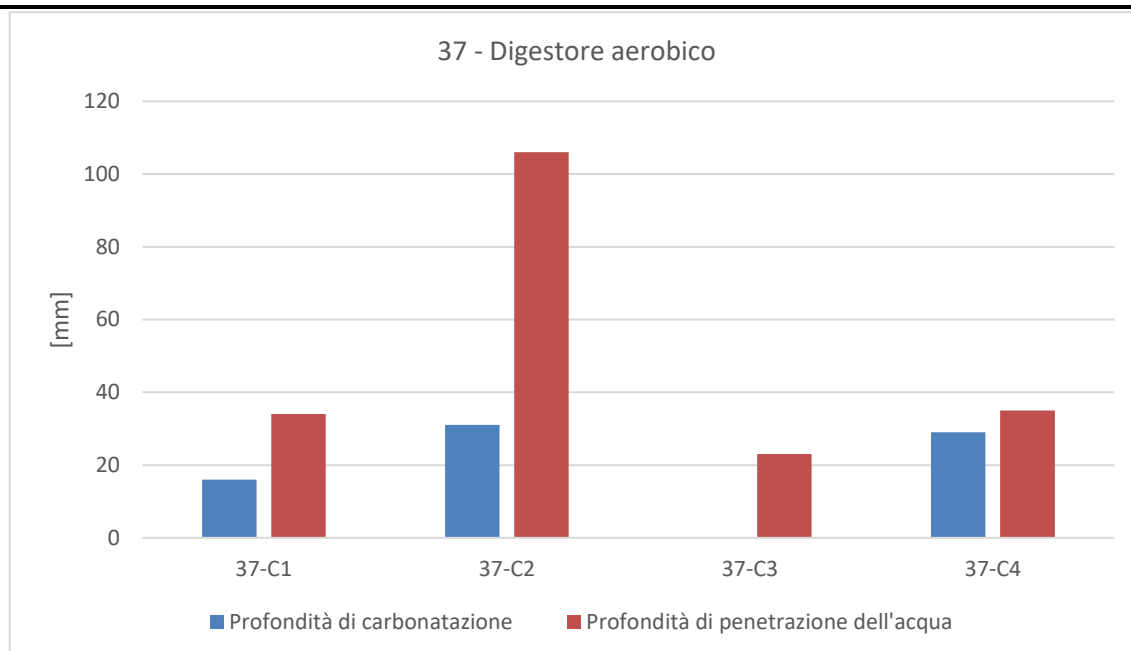


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

2.2.13 LOCALE SOFFIANTI

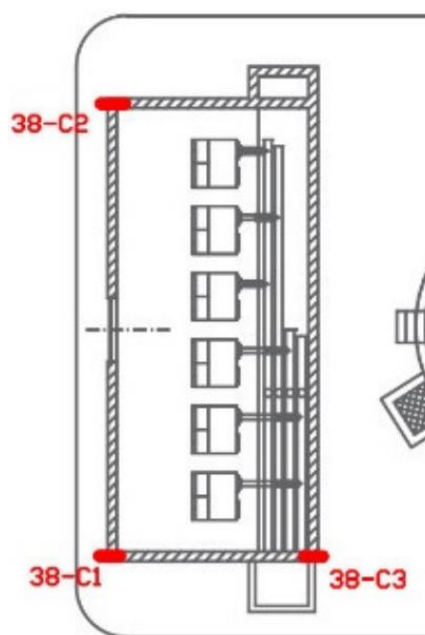


Figura 26 Planimetria con ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo

Carota	Vasca	Profondità di Carbonatazione [mm]	Profondità di Penetrazione dell'acqua [mm]	Resistenza a Compressione [N/mm ²]
38-C1	Locale soffianti	21	-	50,1
38-C2		16	-	55,3
38-C3		6	-	43

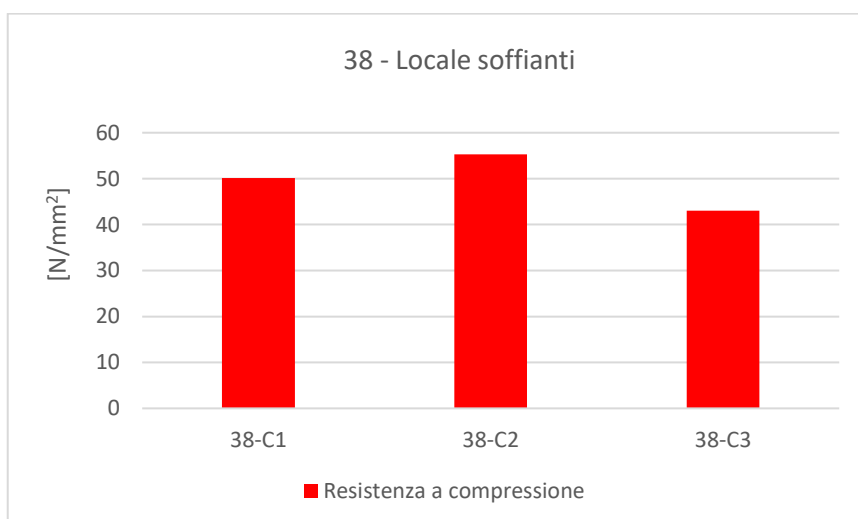
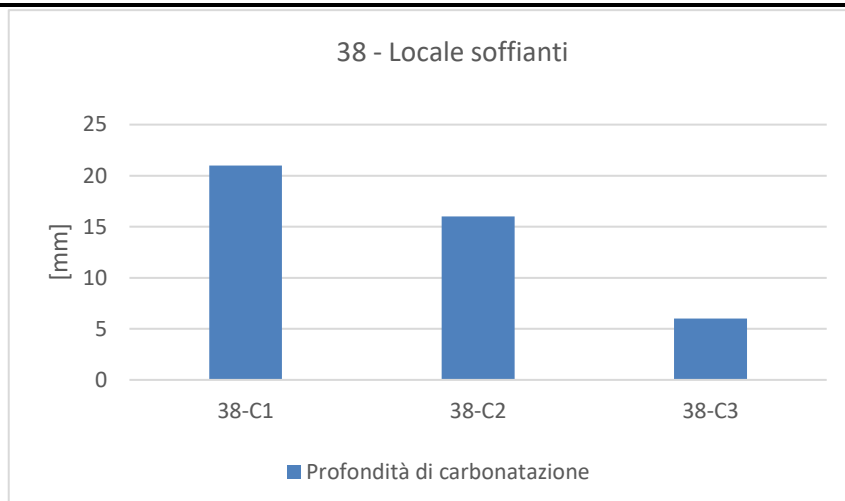


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

3. ANALISI DEI PROCESSI DI DEGRADO

3.1 CARBONATAZIONE

La carbonatazione è uno dei processi di degrado del calcestruzzo per cause di natura chimica consistente nella trasformazione dell'idrossido di calcio (calce) presente nel calcestruzzo in carbonato di calcio (calcare) a causa dell'anidride carbonica presente nell'atmosfera e dell'umidità.

L'avanzamento del fenomeno della carbonatazione dipende oltre che dalla concentrazione della CO₂ nell'aria e dalla presenza di umidità, principalmente anche dalla qualità del calcestruzzo

A parità di umidità la velocità di penetrazione dipende dalla qualità del calcestruzzo. I calcestruzzi con alto tenore di cemento, molto compatti e maturati lentamente presentano permeabilità ridottissima rispetto a calcestruzzi di qualità inferiore.

Il problema fondamentale della carbonatazione del calcestruzzo è che favorisce la corrosione delle barre di armatura. Si potrebbe pensare che il calcestruzzo che copre le barre di armatura (copriferro) eviti con il suo spessore il contatto con l'ossigeno e l'umidità esterna e, quindi, preservi dalla corrosione le barre. Questa ipotesi non è corretta, infatti, il calcestruzzo è un materiale altamente poroso e tutt'altro che impermeabile.

Ciò che preserva dalla corrosione le barre è l'ambiente fortemente basico in cui esse si trovano quando sono inserite nella matrice cementizia, infatti il calcestruzzo correttamente miscelato e gettato è un ambiente fortemente alcalino (pH =13-14).

Pertanto, in questo ambiente, e in assenza di cloruri, il ferro si ricopre di un sottilissimo film di ossido e assume una condizione di "passività", cioè la sua velocità di corrosione (di solito espressa come velocità di penetrazione µm/anno) è inferiore a 0,1 µm/anno. Il film di ossido ferrico impermeabile e adesivo al substrato metallico impedisce all'ossigeno e all'umidità di raggiungere il ferro metallico.

Tale condizione persiste finché il pH rimane al di sopra di 11,5. Il calcestruzzo costituisce quindi un'eccezionale protezione per il ferro, ma con la carbonatazione le sue caratteristiche protettive vengono meno. L'anidride carbonica presente nell'atmosfera con la trasformazione dell'idrossido di calcio in carbonato di calcio progressivamente neutralizza l'alcalinità del calcestruzzo facendo scendere il pH del copriferro a valori inferiori a 9. In queste condizioni il film protettivo intorno alle barre di armatura diventa poroso ed incoerente e non è più in grado di bloccare l'accesso dell'ossigeno e dell'umidità al substrato metallico, si innesca così la corrosione per via elettrochimica.



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

Da quanto detto risulta evidente che la carbonatazione non danneggia direttamente il calcestruzzo e neppure i ferri di armatura; essa crea solo le condizioni favorevoli al processo di corrosione da parte dell'ossigeno e dell'umidità. Così si può affermare che mentre H_2O e O_2 sono i veri responsabili della corrosione nelle barre di armatura, la CO_2 riveste un ruolo di complice in tale processo.

Se lo spessore di carbonatazione eguaglia o supera lo spessore del copriferro, secondo quanto detto, non basta rivestire la superficie di calcestruzzo esposta all'atmosfera bensì occorre ricreare le condizioni chimiche in cui la superficie dell'armatura viene mantenuta o riportata ad una condizione di passività.

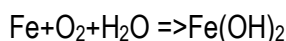
Per ristrutturare quindi la parte di calcestruzzo carbonatato, occorre intervenire ripristinando il materiale degradato con materiali resistenti all'azione degli agenti causa del deterioramento e rivestire il manufatto con sistemi protettivi.

Dalle analisi effettuate sui risultati delle indagini è emerso che il 69% delle carote analizzate ha una profondità di carbonatazione superiore ai 2 cm.

3.2 OSSIDAZIONE DELL'ARMATURA

La corrosione è un processo elettrochimico in cui i materiali costituiti prevalentemente da ferro metallico tendono per loro natura a combinarsi con l'acqua e l'ossigeno per trasformarsi (attraverso un processo denominato di ossidoriduzione) in idrossido di ferro, cioè in ruggine.

Simbolicamente si può scrivere la seguente reazione:



Questo processo risulta evidente nelle barre di armatura che vengono lasciate per un certo periodo all'aperto sotto gli agenti esterni, mentre viene in massima parte eliminato quando le barre sono inserite in una matrice cementizia.

Sulla superficie del metallo, si trova sovente un velo d'acqua o di vapor d'acqua, che provoca la formazione sulla superficie del metallo di innumerevoli celle galvaniche (pile), con circuito ionico nel velo d'acqua o di vapore, e circuito elettronico nella massa del materiale metallico. Sulla superficie del metallo si creano così zone anodiche e zone catodiche. Ne segue che nel velo d'acqua passano in soluzione ioni ferro che reagiscono con l'ossigeno e l'acqua dando origine a idrossido di ferro spugnoso (ruggine), scarsamente compatto, e non aderente alla superficie del metallo.

Avviene, quindi, la trasformazione del ferro in ruggine (6-7 volte più voluminosa del metallo) che comporta prima la fessurazione e infine l'espulsione del copriferro.



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

In queste condizioni il metallo non risulta protetto contro il progredire del fenomeno. La corrosione è in grado di continuare sotto il primo strato di ruggine, e anche sotto eventuali vernici protettive, purché siano presenti ossigeno e acqua.

La velocità di corrosione viene misurata dalla densità di corrente (che si misura in mA/m²), scambiata sulla superficie delle armature del processo anodico o da quello catodico; questa corrente è proporzionale alla velocità di penetrazione della corrosione. Comunemente sono definiti trascurabili gli attacchi alle armature metalliche, e gli effetti che ne conseguono, fintanto che la velocità di penetrazione si mantiene al di sotto di 1,5 – 2 µm/anno, che corrisponde a una densità di corrente di circa 1-2 mA/m². Nel caso di calcestruzzo carbonatato la densità di corrente è di alcune decine di mA/m² e quindi la corrosione può avere una velocità di penetrazione di decine di micron all'anno. I prodotti di corrosione si accumulano all'interfaccia armatura/calcestruzzo provocando dapprima una riduzione dell'aderenza e poi, una volta che l'attacco è penetrato di uno spessore compreso tra 20 e 200 µm, causando danneggiamenti visibili anche nel calcestruzzo.

La profondità di carbonatazione ottenuta dai test porta a dedurre la presenza di armature altamente ossidate, tale deduzione è avvalorata anche dal rilievo visivo (vedi la relazione sullo stato di consistenza delle strutture) in cui i calcestruzzi hanno mostrato segni visibili di degrado in quanto presentano lesioni diffuse sia esternamente che internamente. In alcune aree sono, inoltre, risultati evidenti i ferri di armatura corrosi.

3.3 PERMEABILITÀ DELL'ACQUA

La permeabilità all'acqua è un forte indice della porosità del calcestruzzo. Una profondità di penetrazione del calcestruzzo oltre un valore di 50 mm indica una porosità consistente.

Porosità e carbonatazione sono fortemente correlati, perché alta porosità implica facile accesso della CO₂.

3.4 RESISTENZA A COMPRESSIONE

Tutti i campioni hanno mostrato un'ottima resistenza a compressione con solo cinque carote (7,6% dei campioni) con resistenza inferiore ai 30 Mpa. Pertanto, non si propone nessun intervento per migliorare questo parametro di resistenza.

3.5 PROVA A TRAZIONE DELLE BARRE DI ARMATURA

Le armature sono state prelevate solamente nelle vasche di Nitrificazione Fase1, sono state prelevate 8 barre di



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

armatura e portate a rottura.

La resistenza a trazione media è risultata 534 N/mm^2 (18% superiore alla tensione di snervamento nominale 450 N/mm^2) mentre la resistenza a rottura media è risultata 627 N/mm^2 con un allungamento medio a rottura del 10,8%. I risultati per questo esiguo numero di barre sono risultati soddisfacenti. E' interessante notare come questi ottimi risultati sono comunque in concordanza con il fatto che in queste due vasche la profondità di carbonatazione di tutte le carote non raggiunge mai i 2 cm.



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

4. PROPOSTA DI INTERVENTO

Dai risultati delle indagini strutturali, i manufatti in conglomerato cementizio indagati manifestano un certo degrado dovuto sia alla carbonatazione che alla permeabilità all'acqua che giustifica la carbonatazione riscontrata.

In particolare, tra tutte le carote analizzate si è riscontrato che il 69% delle carote ha una profondità di carbonatazione dai 2 ai 7 cm (degrado medio-alto).

L'intervento di consolidamento che si propone prevede di ripristinare le condizioni di passività del calcestruzzo attorno alle armature e la sua integrità meccanica.

In conseguenza delle analisi dei risultati riportate nei paragrafi precedenti, la riqualificazione strutturale delle opere in c.a. può essere ottenuta attraverso degli interventi che avranno struttura diversa in funzione della profondità di carbonatazione. In particolare, si propongono due tipologie di intervento: (i) la prima per calcestruzzi che hanno una profondità di carbonatazione fino a 2-3 centimetri ed (ii) una seconda per quelle strutture che hanno profondità di carbonatazione maggiore dei due o tre centimetri.

Si propone, cioè, di parcellizzare l'intervento in due livelli di invasività:

- TIPO (A) - Un intervento per le strutture con una profondità di carbonatazione inferiore o uguale ai 2-3 cm, cioè con degrado incipiente. Il degrado incipiente è quella situazione in cui la profondità della carbonatazione può aver raggiunto o meno l'armatura ma questa o non ha ancora subito alcun danno apprezzabile o comunque il danno è così limitato da non aver comportato ripercussioni (lesioni e/o distacchi) sul copriferro che risulta pertanto integro;

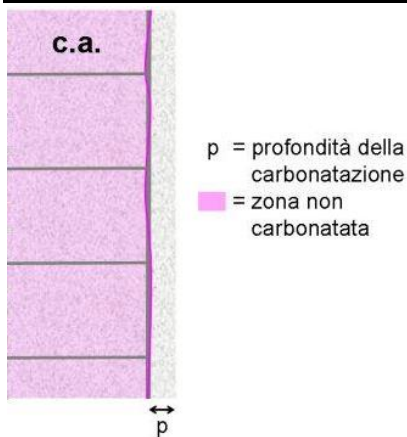


Commissario Straordinario Unico

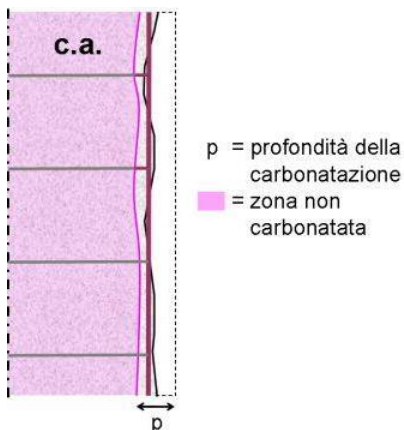
per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006



- TIPO (B) - Un intervento per le strutture con una profondità di carbonatazione superiore ai 3 cm, con un degrado moderato. Il degrado moderato è quella situazione di ammaloramento per cui la carbonatazione ha raggiunto i ferri di armatura, la loro ossidazione ha provocato lesioni nel copriferro o eventualmente il suo distacco senza tuttavia determinare un'eccessiva riduzione della sezione di armatura;



4.1 INTERVENTO DI TIPO A - RIPRISTINO PER CARBONATAZIONE SUPERFICIALE

Le fasi realizzative proposte per questo tipo di intervento sono le seguenti:

1. Preparazione del supporto, mediante asportazione del calcestruzzo ammalorato (fino a **1,00-2,00 cm**) per ottenere una superficie meccanicamente resistente e adeguatamente irruvidita con asperità di almeno 5 mm;
2. Impermeabilizzazione del supporto e blocco dell'umidità tramite uno strato di *Penetron Standard*, o materiale equivalente, cristallizzante passato a spruzzo;



Commissario Straordinario Unico

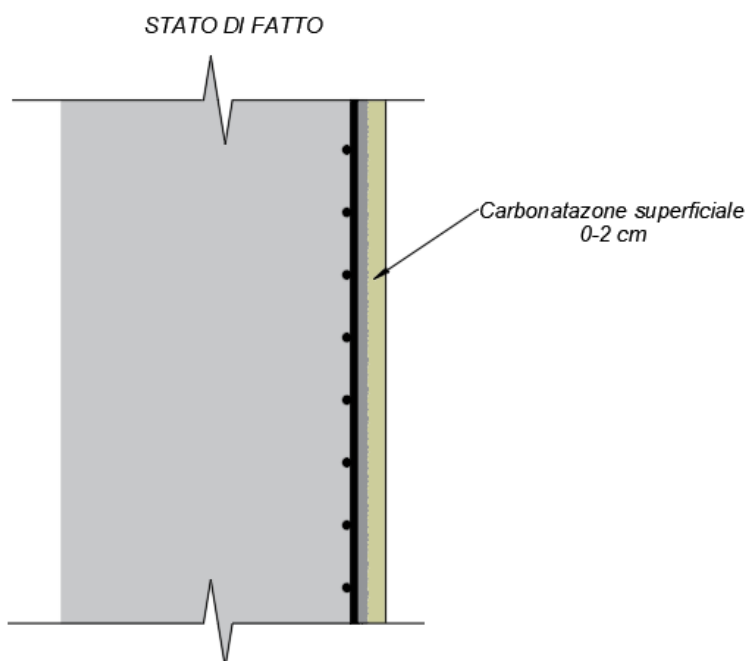
per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

3. Ricostruzione volumetrica del calcestruzzo asportato mediante applicazione a spruzzo o a frattazzo di malta tixotropica e reoplastica a stabilità volumetrica;
4. Trattamento di finitura protettiva con pittura anticarbonatativa del tipo Limer Plast Q Beton o equivalente, di spessore millimetrico.

Di seguito si mostra lo schema per fasi dell'intervento:





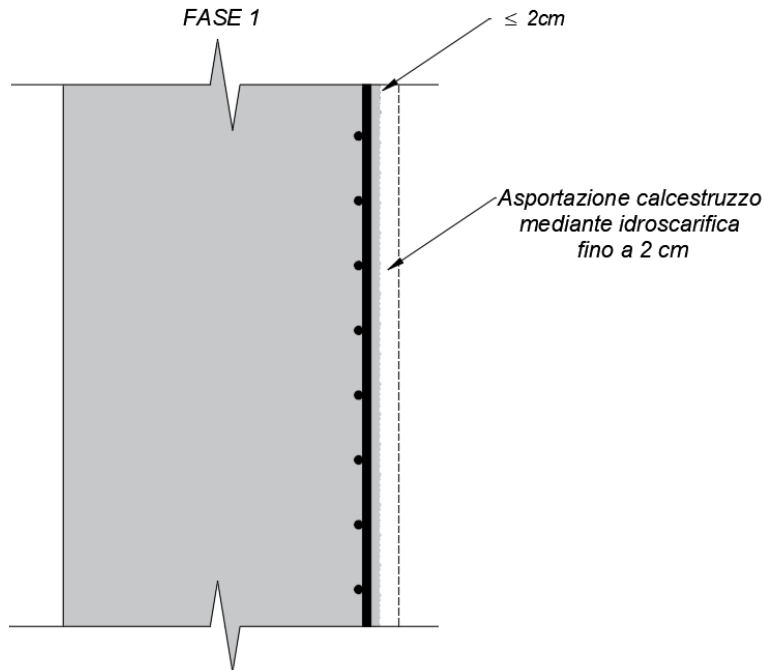
Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

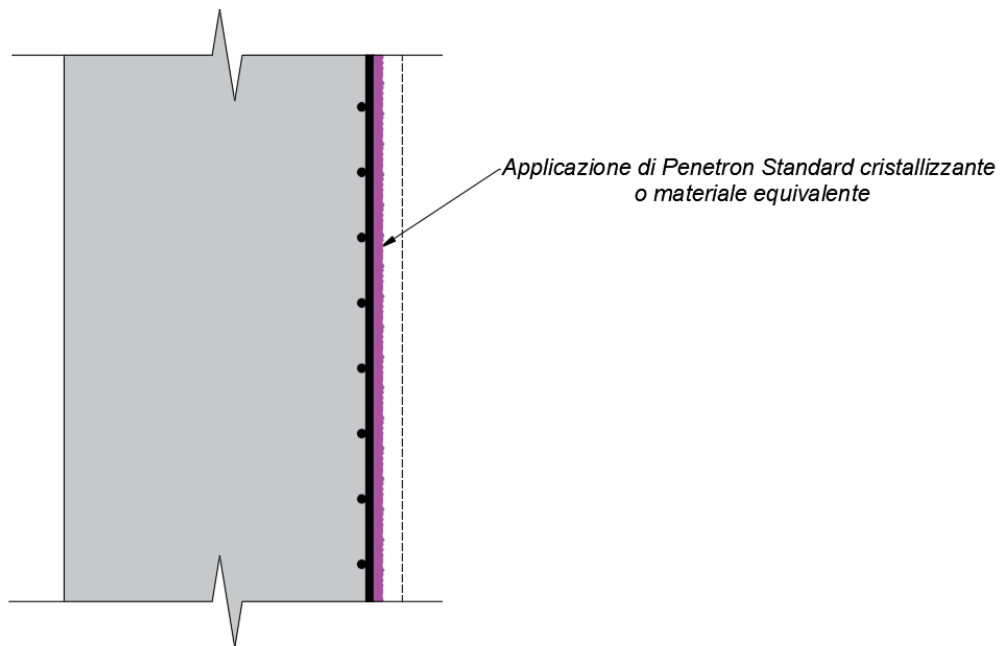
D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

INTERVENTO FASE 1



INTERVENTO FASE 2





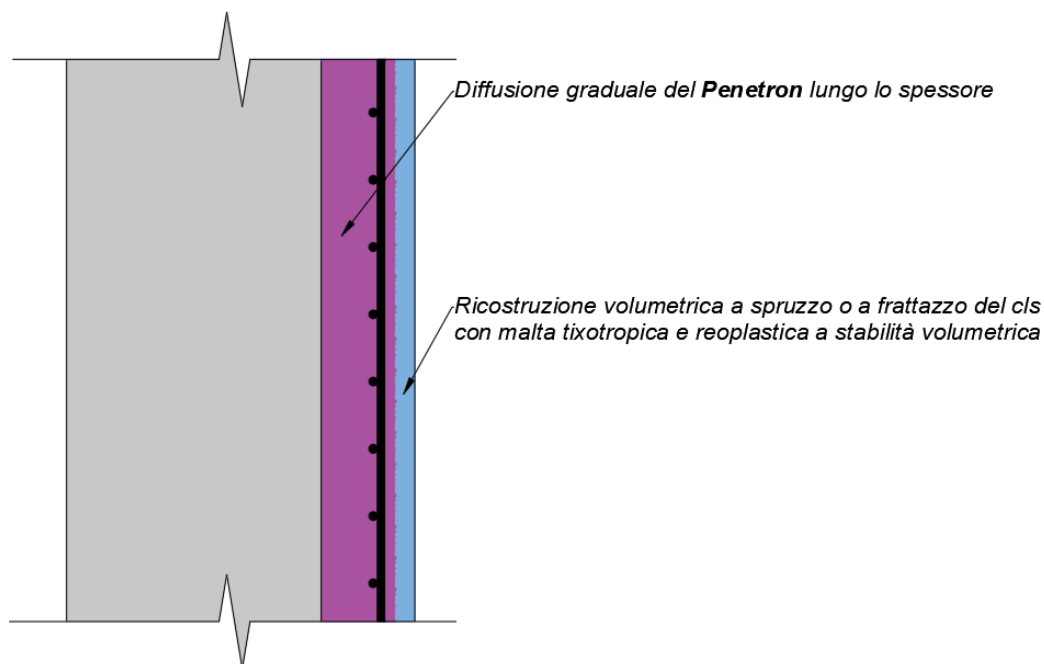
Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

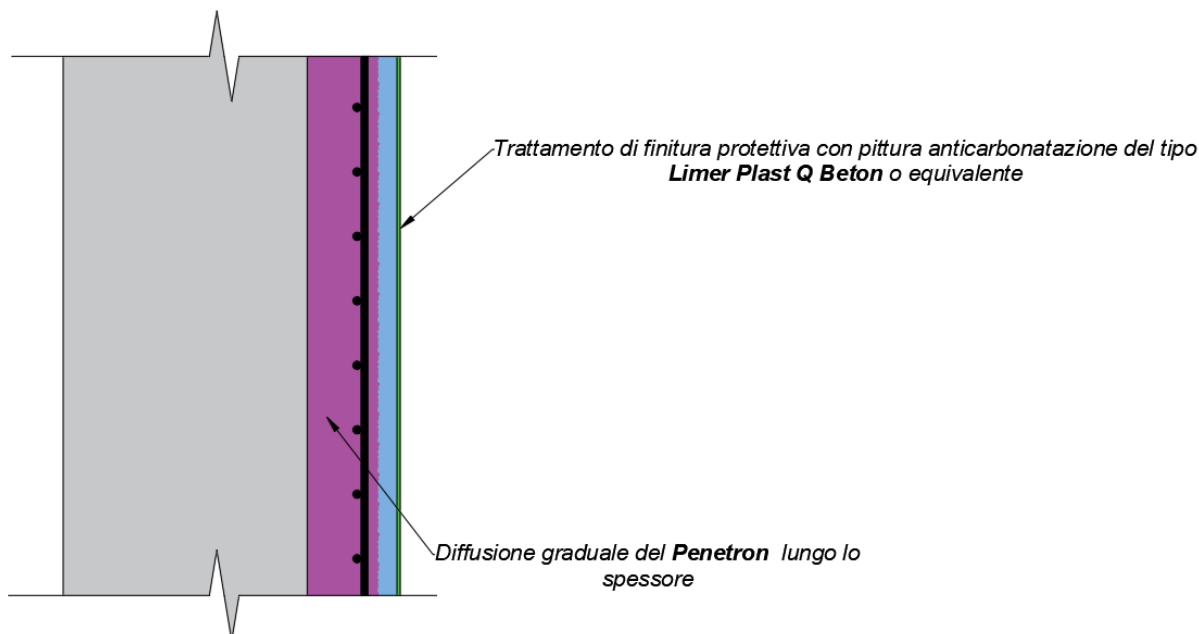
D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

INTERVENTO FASE 3



INTERVENTO FASE 4





Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

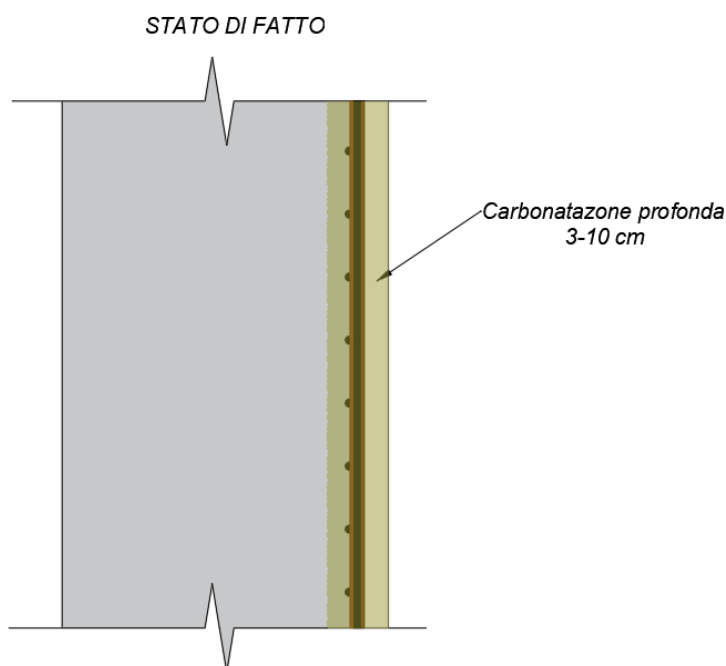
D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

4.2 INTERVENTO DI TIPO B - RIPRISTINO PER CARBONATAZIONE PROFONDA

Le fasi realizzative di questo tipo di intervento sono le seguenti:

1. Preparazione del supporto, mediante asportazione del calcestruzzo ammalorato con idrodemolizione fino a 3,00 cm di spessore medio;
2. Passivazione dei ferri esposti con prodotti del tipo **mapegroup easy flow**, o equivalente, passato a pennello sui ferri d'armatura.
3. Impermeabilizzazione del supporto e blocco dell'umidità tramite uno strato di *Penetron Standard.*, o equivalente, passato a spruzzo su tutta la superficie;
4. Ricostruzione volumetrica del calcestruzzo mediante applicazione a spruzzo di malta tixotropica e reoplastica a ritiro compensato e fibrorinforzata.
5. Finitura delle superfici con rasante per la parte esterna della parete.
6. Trattamento di finitura protettiva con pittura anticarbonatativa del tipo **Limer Plast Q Beton** o equivalente, di spessore millimetrico.



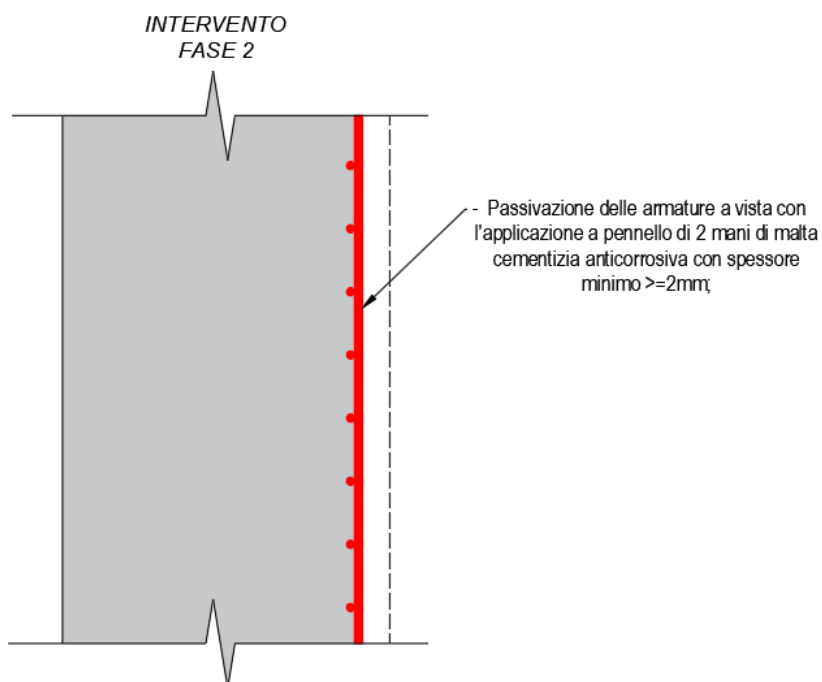
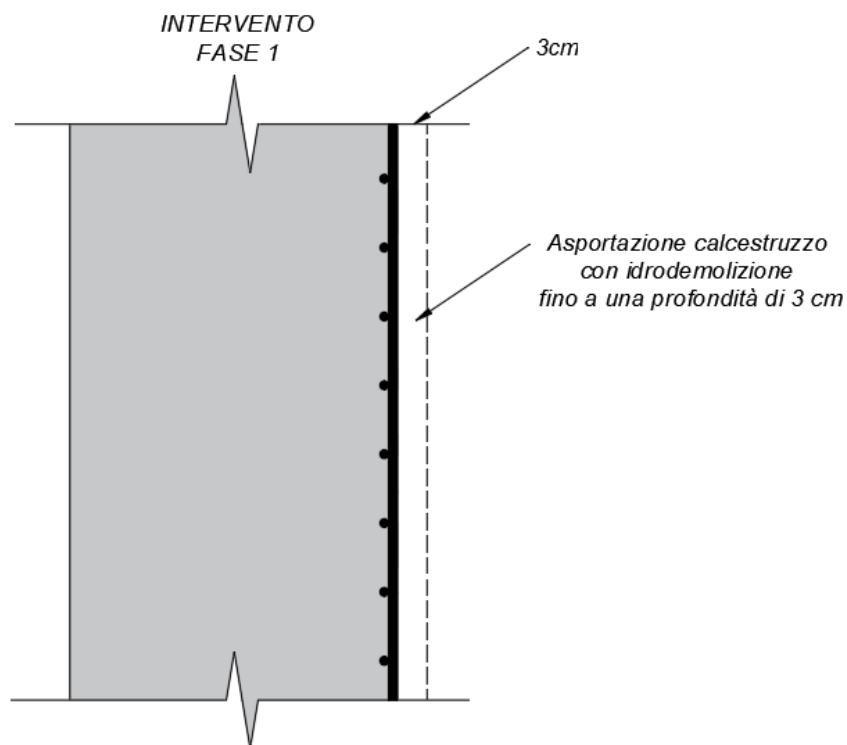


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006





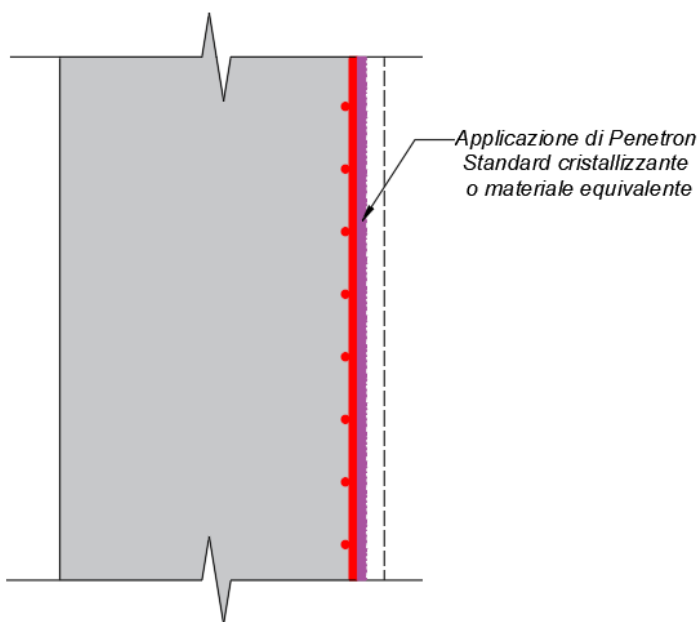
Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

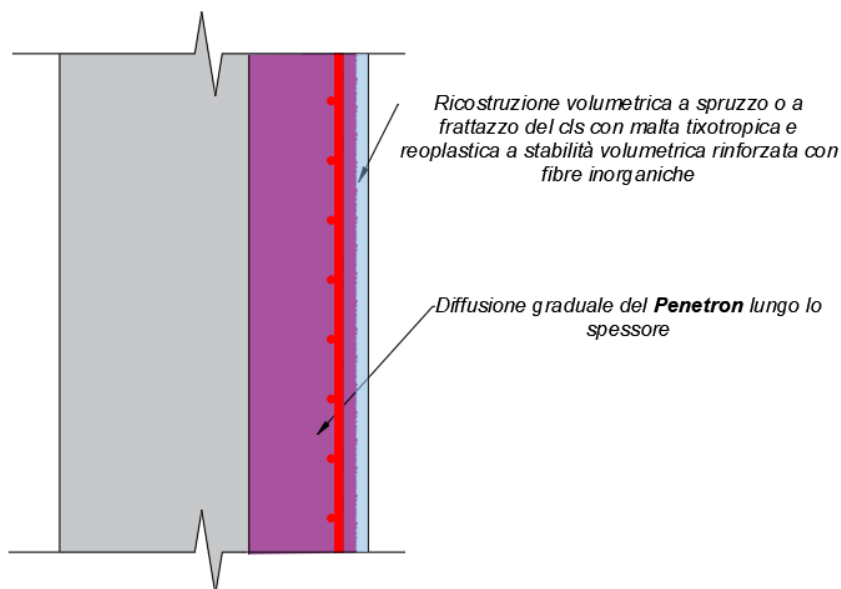
D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

INTERVENTO FASE 3



INTERVENTO FASE 4



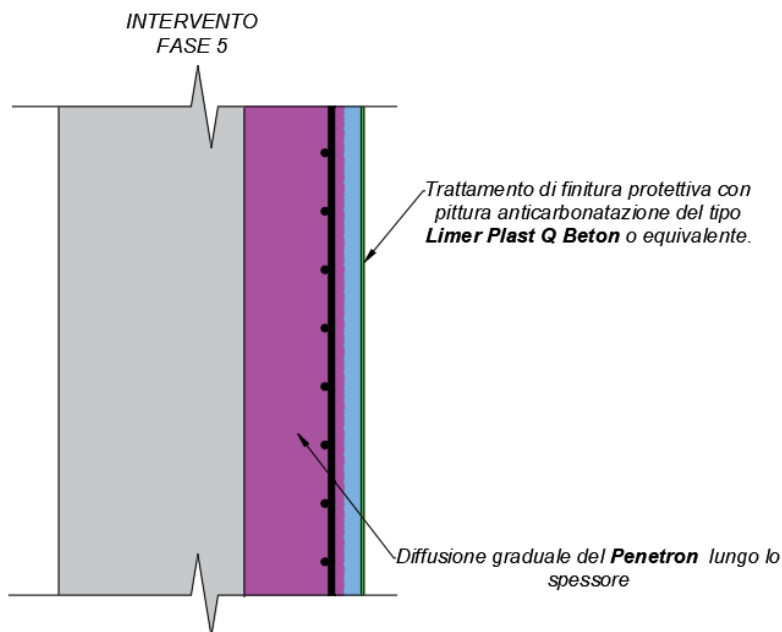


Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006



4.3 RAGGRUPPAMENTO DEI MANUFATTI PER TIPO DI INTERVENTO

Alla luce dei risultati sulla carbonatazione ottenuti al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, si è proceduto a raggruppare i manufatti indagati per tipologia di intervento necessario.

Tipologia di vasca in c.a.	Codice vasca	Intervento tipo A	Intervento tipo B
Pretrattamenti	2		●
Dissabbiatore	5	●	
Sedimentatore primario	6		●
Vasca di nitrificazione Fase II	7A		●
Vasca di nitrificazione Fase II	7B		●
Sedimentatore secondario 1	9A		●
Sedimentatore secondario 2	9B		●
Sedimentatore secondario 3	9C		●
Vasca di disinfezione	11		●
Ispessitore dei fanghi	18		●
Locale disidratazione	20		●
Edificio Servizi	27		●



Commissario Straordinario Unico

per la realizzazione degli interventi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue urbane (Sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea C-565/10, C-251/17, C-85/13 e procedure di infrazione 2014/2059 e 2017/2181).

D.P.C.M. del 07/08/2023

Adeguamento dell'impianto di depurazione di Scordia" e "Realizzazione collettore fognario da Militello a impianto di depurazione di Scordia" - cod. ID33396 e ID33541 – Delibera CIPE n. 60/2012. CUP: F77B14000260006

Vasca denitrificazione	29	●	
Vasca di nitrificazione 1 Fase I	30A	●	
Vasca di nitrificazione 2 Fase I	30A	●	
Digestore aerobico	37		●
Locale soffianti	38	●	