



Dott. Arch. Domenico DE SIMONE

- Via Salvini, 15/f - 20090 - Trezzano Sul Naviglio (MI)

- Tel. / Fax. 02.49.79.31.76 – mob. 338.92.88.021

- E-mail : ddesimone@alice.it

- sito: www.domenicodesimone.com

COMMITTENTE:

- CAP Holding S.p.A., Via del Mulino, 2 - Edificio U10 - 20090 Assago (MI)

RELAZIONE TECNICA E PAESAGGISTICA

**REALIZZAZIONE DI IMPIANTO DI EMUNGIMENTO IDRICO CAMPO POZZI
CENTRALE E DORSALE DI ADDUZIONE AL SERVIZIO DEI COMUNI DEL
SISTEMA NORD MILANO DA PARTE DI CAP HOLDING S.P.A AI SENSI
DELL'ART. 46 DELLA L.R. 12/2005 S.M.I..**

“PROGETTO DEFINITIVO AI FINI AUTORIZZATIVI”

Trezzano Sul Naviglio, lì 14 Maggio 2019

Premesse.....	3
Il campo pozzi di Cornaredo	6
Tabella dei parametri idraulici.....	6
Tabella dei parametri idrogeologici.....	7
Rapporti ionici.....	8
Caratteri costruttivi dei pozzi in progetto	9
Piezometri.....	9
Apparecchiature elettromeccaniche.....	9
Pompe sommerse con tecnologia Drink Cup.....	12
La logica di intervento	14
Il Progetto 5160: la Costruzione della Centrale di Accumulo	15
Inquadramento Urbanistico	17
Inquadramento Progettuale	20
La cameretta avan-pozzo	21
La centrale di Accumulo	26
La vasca di Accumulo	31
Il Progetto Architettonico.....	36
Le tegole fotovoltaiche Solar Teg	41
Abbattimento emissioni acustiche	46
Riduzione sbalzi termici.....	48
Percorsi in Cemento Drenante.....	49
La Cabina ENEL	50
Il Generatore elettrico ausiliario.....	51
La recinzione	53
Interventi di mitigazione.....	54
Il bamboo come cortina verde	62
Inerbimento e consolidamento: I Prati Armati	66
Le Bacheche	68
Le colorazioni RAL	69
La rete distributiva dal campo pozzi di Cornaredo.....	70
Dorsale Bassa	73
Dorsale Est	73
Dorsale Alta.....	74
Potenziamento per Settimo Milanese	74
Scelta dei materiali costituenti le condotte.....	77
Le principali caratteristiche dei materiali	77
tubi d'acciaio saldati.....	79
tubi in ghisa sferoidale.....	80
tubi in PVC-U (unplasticized).....	82
tubi in pead per acqua potabile.....	83
tubi in prfv.....	84
caratteristiche meccaniche.....	85
resistenza alla corrosione da ambiente e da fluido trasportato	85
caratteristiche idrauliche.....	87
lavorabilità, raccorderia.....	87
giunzioni, tenuta idraulica	88
economicità, costi di posa, costi di esercizio.....	88
Scelte conclusive	89
Le portate e i diametri.....	91
Quadro sinottico delle centrali e delle dorsali	93
Dorsale in Cornaredo.....	93
Dorsale in Rho –primo tratto	93
Dorsale in Rho –secondo tratto	93
dorsale in Rho –terzo tratto	93
dorsale in Pero.....	93
dorsale in Arese	93
dorsale in Bollate.....	93
Le perdite di carico.....	94
Il sistema di controllo e comando.....	96
Dei pozzi	96
Delle pompe di spinta.....	96

Premesse

Negli anni dal 1985 al 1992 vennero redatti su tutto il territorio nazionale i piani regionali di risanamento acquedotti (PRRA) al fine di avviare a soluzione i problemi dell'approvvigionamento idrico.

Per la provincia di Milano (che allora comprendeva l'attuale a provincia di Monza e Brianza) quasi totalmente alimentata da pozzi, vennero individuate alcune aree geologicamente "forti" in grado di fornire acqua quantitativamente sufficiente e qualitativamente apprezzabile per le necessità idropotabili.



Queste aree venivano collocate a:

Pozzuolo Martesana e Trezzo sull'adda (per il Nord-est)

Corbetta e Cornaredo, collegati tra loro (per il Nord-Ovest)

Gaggiano per l'area Sud da Gaggiano a Binasco

Altri campi pozzi sono stati realizzati diversi anni orsono a Macherio e Biassono per alimentare Triuggio, Besana Brianza, Renate, Veduggio). Questi pozzi sono rimasti in gestione a Cap Holding anche quando questi comuni (in anticipo sulla creazione della provincia di Monza e Brianza) decisero di non confermare l'affidamento del servizio di acquedotto a Cap Holding.

Il sistema Besana Renate Veduggio è individuato con l'acronimo BRV ed è anche alimentato tramite una fornitura dal CIAB (consorzio intercomunale acquedotti Briantei, con derivazione e potabilizzazione dal lago di Lecco)

Per completare il discorso dei campi pozzi in provincia di Milano ricordiamo anche il sistema di San Colombano al Lambro vera "enclave" milanese nel lodigiano-pavese

la centrale di Borghetto (LO) alimenta la, in parte la centrale di CASONI che appartiene a San Colombano (MI) anche se situata in frazione Casoni di Borghetto. La centrale Casoni con pozzi propri e con l'acqua della centrale di Borghetto alimenta Miradolo Terme (PV) e Chiagnolo PO (PV) Graffignana (in collina) e alcune abitazioni in frazione Casoni di Borghetto



A tutt'oggi risulta realizzato e funzionante il campo pozzi di **Pozzuolo Martesana**, ed il campo pozzi di **Trezzo sull'Adda**. I campi pozzi di **Corbetta** e **Gaggiano** sono allo stato di idea. **Il presente progetto si occupa della realizzazione del campo pozzi di Cornaredo**, per avviare a soluzione i molti problemi degli acquedotti a Nord e a Ovest di Milano

Il sistema degli acquedotti a nord, est e ovest di Milano è interessato da tempo da una crisi di qualità di risorse idropotabili. In molte località si è registrato un incremento sensibile della quantità di composti organo-alogenati, di solventi clorurati e di nitrati nelle acque sotterranee utilizzate per l'alimentazione degli acquedotti (specialmente nelle zone con orizzonti stratigrafici aridi, privi di materiale argilloso o comunque impermeabile che possano impedire la percolazione in profondità di composti inquinanti versati su superficie o dispersi da fognature non a tenuta).

Questo fenomeno è generalmente attribuito ad una serie di fattori quali:

- il più intenso e diffuso ricorso a **composti azotati** nelle attività agricole,
- lo **spandimento** sui terreni delle deiezioni animali degli allevamenti zootecnici intensivi,
- lo **smaltimento dei fanghi** degli impianti di depurazione delle acque residue urbane,
- le **discariche di rifiuti** solidi urbani oltre ad altre varie attività industriali,
- la non perfetta **tenuta dei condotti** fognanti, con sversamenti nel sottosuolo di acque reflue domestiche (nitrati) e industriali (solventi clorurati e composto organo alogenati)

Per quanto riguarda l'aspetto igienico-sanitario del composto più difficilmente rimovibile è noto che i nitrati non hanno di per se particolare tossicità, ma debbono essere limitati per gli effetti secondari che sono in grado di provocare nei **lattanti** (la trasformazione dei nitrati in nitriti può portare all'insorgenza di metaemoglobinemia) e negli **adulti** (i nitrati possono dare luogo alla formazione di composti indicati come cancerogeni, mutageni e teratogeni).

Dato che la maggior quantità dei nitrati è assunta dall'organismo umano con l'acqua è evidente che le concentrazioni limite imposte per garantire la potabilità' siano alquanto restrittive (la concentrazione massima ammissibile è oggi = 50 mg/l). Limiti più restrittivi sono imposti per altri tipi di composti, solventi clorurati e composti organo alogenati; il limite generale è di 30 microgrammi/litro mentre per la somma di tetracloroetilene e tricloroetilene la concentrazione massima è di 10 microgrammi/litro.

Per diminuire l'impatto sociale delle carenze, Cap Holding ha da tempo realizzato una condivisione tra diversi comuni delle risorse idriche, per compensare le carenze in un comune con le disponibilità di un altro comune.

Il concetto di base fu quello di avviare l'utilizzazione delle risorse idriche sotterranee esistenti nelle zone più forti dal punto di vista idrogeologico, che presentassero naturalmente

caratteristiche qualitative sensibilmente migliori rispetto alle usuali.

Si è ipotizzato quindi un nuovo sistema di approvvigionamento centralizzato, con prelievo dalle aree ritenute idonee sotto gli aspetti quantitativo, qualitativo e di protezione della risorsa, per l'alimentazione delle zone più compromesse.

La centralizzazione del sistema di approvvigionamento consente;

- di porre in atto, su un territorio relativamente limitato, tutti gli interventi per la difesa del patrimonio ambientale in termini relativamente economici;
- di installare, con notevoli economie di scala, tutti i principali accorgimenti tecnici per la disinfezione e la rimozione dei principali inquinanti chimici che possono ritrovarsi nelle acque di falda;
- di conseguire economie di esercizio grazie ad una più razionale utilizzazione degli impianti e della risorsa;
- di conseguire economie di esercizio riducendo il numero complessivo degli impianti da gestire;
- di ridurre i consumi energetici attraverso l'installazione di pompe di maggior prestazioni e quindi con elevati rendimenti;
- di migliorare controllo qualitativo in termini economici, riducendo i punti di prelievo da 30-40 a non più di qualche unità.

Poiché in natura nulla si ottiene gratuitamente, è opportuno ricordare anche i possibili effetti negativi del prelievo centralizzato. Questi sono:

- maggior impatto ambientale delle strutture che devono quindi essere realizzate con cura particolare e con azioni di mascheramento;
- maggior "disturbo" alle falde sotterranee: necessità di modulare i prelievi per contenere il prosciugamento delle falde superficiali con danni economici ed ambientali;
- maggior effetto di richiamo di inquinanti versati sul suolo da zone lontane;
- emergenze drammatiche in caso di blocco di un impianto centralizzato (non si tratta più di far mancare acqua a qualche migliaio di abitanti, ma a decine di migliaia); anche per questo motivo si impone un telecontrollo o un presidio attivo della centrale, come già avviene per impianti di depurazione
- maggior esposizione ad azioni terroristiche o anche semplicemente vandaliche; colpire un grande impianto è cassa di risonanza di enorme potere attrattivo;
- maggior difficoltà ad ottenere autorizzazioni (per prelievi > 100 l/sec è necessario redigere lo studio di impatto ambientale (SIA) da sottoporre alla Regione)

E' però necessario ricordare che centralizzare gli approvvigionamenti rappresenta oggi una scelta quasi obbligata.

La normativa sulle aree di rispetto impedisce di fatto la trivellazione di pozzi all'interno dei centri abitati in quanto sono presenti molti centri di pericolo; le aree idonee vengono sempre più frequentemente individuate in aperta campagna (e talvolta in territori di altri comuni) e allora, anche solo per ottimizzare i costi di trasporto dell'acqua, è necessario "pensare in grande" e servire più paesi.

Il campo pozzi di Cornaredo

Per valutare preliminarmente la fattibilità della terebrazione di n° 4 pozzi a doppia colonna servizio del campo pozzi di Cornaredo, fu condotta un'analisi geologica da parte del Dr. Maurizio Gorla di Cap Holding. Da questa relazione estraiamo i punti salienti (**testo in corsivo**)

"Si stima che la portata idrica complessiva, che può essere fornita da tale campo pozzi, sia dell'ordine di 200 l/s, di cui una quota parte sarà destinata al Comune di Cornaredo, al fine di escludere definitivamente dalla rete il pozzo di Via Repubblica (cod. n° 5), captante la falda tradizionale, il quale, proprio per questo motivo, sta mostrando una preoccupante ascesa del tenore in nitrati.

Tale opera si rende quindi necessaria al fine di migliorare le caratteristiche quanti-qualitative del servizio d'acquedotto nei comuni ormai storicamente interessati da fenomeni di degrado "idrogeochimico" delle risorse d'acqua sotterranea, a motivo della presenza di contaminanti (in particolare nitrati e solventi clorurati), entrambi in concentrazioni prossime o anche superiori alla C.M.A. del D.Lgs. 31/2001.

Funzionalmente il presente intervento si inserisce in un programma di potenziamento e rinnovo delle risorse idriche a disposizione sia dell'acquedotto comunale, sia di acquedotti ubicati nella fascia nord-milanese, con particolare riferimento all'approvvigionamento da captazione da pozzo, constatato che le carenze idriche, in particolare nei momenti di punta, nei mesi più caldi, rendono problematica la distribuzione dell'acqua potabile.

Più in particolare, il campo pozzi di Cornaredo, tenuto conto della potenzialità idrica delle falde profonde oggetto del prelievo (grossomodo pari a 5 l/s/m e prevedendo un abbassamento massimo ammissibile di 5 metri, dato il non rilevante interesse fra i pozzi, dell'ordine di circa 100 metri) potrà fornire una portata complessiva pari a 200 l/s, di cui un 10÷15 % sarà riservato al Comune di Cornaredo ed il restante 85÷90 % sarà distribuito, in funzione delle esigenze, tra gli altri "utenti" individuati.

Lo schema distributivo della risorsa costituisce il capitolo successivo. Lo studio del dr. Gorla considera i valori caratteristici dei pozzi più vicini a quelli previsti in Cornaredo

Tabella dei parametri idraulici

POZZI (ANNO COSTRUZ.)	PROF. DI POZZO	FILTRI	PORTATA SPECIF.*	PORTATA SPECIF.°°	ABBASS. ATTUALE	SPESSORE TOTALE	LUNGH. FILTRI
	(m da p.c.)	da-a (m)	Q _s (l/s/m)	Q _s (l/s/m)	s (m)	b (m)	L _f (m)
Cornaredo 5 ('68)	86	47.68/63.18	9.2	---	---	76.7	15.5
Cornaredo 6 ('82)	99.5	32.88/85	6.5	---	---	68.9	13.7
Cornaredo 4 ('94)	202.5	154/198.7	4.7	6.25	4	38.6	21
Cornaredo 7 ('92)	214	153.9/192.0	7.4	5.68	8.8	30	20.1
Cornaredo 9 ('94)	217	179.9/193.98	4.9	5.33	7.5	15.5	14.1
Cornaredo 10 ('94)	203.5	152/195.6	5	6.94	3.6	35.5	22.6
Pero 94 ('00)	201.55	131.14/196.5	7.3	5.88	6.8	47.9	39.8
Pregnana 5 ('90)	246	169/215	5	6.35	3.15	23.5	16.8
Sedriano 76 ('98)	175	130/160	5.8	9.68	3.1	25.3	18
Settimo M. 70 ('97)	231.5	184.46/204.98	5	5.32	4.7	24	15

legenda: * = portata specifica al collaudo; °° = portata specifica al 24/09/2001

Tabella dei parametri idrogeologici

POZZI	TIPO FALDA	T _{THIEM}	K _{THIEM}	T _{CASSAN}	K _{CASSAN}	T _{MEDIA}	K _{MEDIA}	T _{FRANCANI}	K _{FRANCANI}
		(m ² /s)	(m/s)	(m ² /s)	(m/s)	(m ² /s)	(m/s)	(m ² /s)	(m/s)
Cornaredo 4	C2/C3	7.6E-3	2.0E-4	6.5E-3	1.7E-4	7.0E-3	1.8E-4		
Cornaredo 7	C2/C3	6.9E-3	2.3E-4	6.1E-3	2.0E-4	6.5E-3	2.2E-4	8.6E-3	4.3E-4
Cornaredo 9	C3	6.5E-3	4.2E-4	5.8E-3	3.7E-4	6.1E-3	4.0E-4		
Cornaredo 10	C2/C3	8.5E-3	2.4E-4	7.2E-3	2.0E-4	7.8E-3	2.2E-4		
Pero 94	C2/C3	7.2E-3	1.5E-4	6.8E-3	1.4E-4	7.0E-3	1.5E-4		
Pregnana M. 5	C3/C4	7.7E-3	3.3E-4	5.9E-3	2.5E-4	6.8E-3	2.9E-4	1.5E-2	9.0E-4
Sedriano 76	C2	1.2E-2	4.7E-4	9.2E-3	3.6E-4	1.0E-2	4.2E-4		
Settimo M. 70	C3	6.5E-3	2.7E-4	5.7E-3	2.4E-4	6.1E-3	2.5E-4		

Analisi del 24 settembre 2001 (pozzo grezza)

POZZI	TIPO FALDA	COND. EL. SP.	DUR. TOT.	CA ²⁺	MG ²⁺	NA ⁺	K ⁺	SO ₄ ²⁻	CL ⁻	NO ₃ ⁻	COA	FE ²⁺	MN ²⁺
		μS/cm	°F	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	μg/l	μg/l	μg/l
Fattori per	conversione	in meq/l		0.0499	0.0823	0.0435	0.0256	0.0208	0.0282				
Pregnana 3	Superfic.	625	36	100	26	5	1	36	41	41	6	<20	<1
Cornaredo 3	Superfic.	543	31	86	24	4	1	33	23	31	<1	<20	<1
Cornaredo 4	Profonda	213	12	38	7	3	<1	1	3	6	<1	<20	<1
Cornaredo 7	Profonda	213	12	38	7	3	<1	1	3	6	<1	<20	<1
Cornaredo 9	Profonda	222	14	43	9	3	<1	3	6	14	<1	<20	<1
Cornaredo 10	Profonda	233	14	42	8	3	<1	2	3	6	<1	<20	<1
Pregnana 5	Profonda	186	11	32	7	2	<1	1	4	5	<1	<20	<1
Sedriano 76	Profonda	289	17	51	11	3	1	1	3	6	<1	<20	<1
Settimo 70	Profonda	221	12	40	6	3	<1	4	5	8	<1	<20	<1

Rapporti ionici

POZZI	TIPO FALDA	MG/CA	NA/CL	NA/K	CA+MG/ NA+K	SO4/CL	IEB
Pregnana 3	Superf.	0.43	0.19	8.60	29.03	0.65	+0.79
Cornaredo 3	Superf.	0.46	0.26	6.65	32.01	1.06	+0.70
Cornaredo 4	Prof.	0.305	1.53	5.65	16.21	0.235	-0.80
Cornaredo 7	Prof.	0.305	1.53	5.65	16.21	0.235	-0.80
Cornaredo 9	Prof.	0.34	0.76	5.65	18.89	0.35	+0.10
Cornaredo10	Prof.	0.31	1.53	5.65	18.04	0.47	-0.80
Pregnana 5	Prof.	0.36	0.82	3.91	19.29	0.18	-0.03
Sedriano 76	Prof.	0.35	1.53	5.08	22.11	0.235	-0.83
Settimo 70	Prof.	0.245	0.93	5.65	16.27	0.57	-0.09

Stato chimico della risorsa da captare

Le disposizioni impartite dai D.Lgs. 152/99 e 258/00, in materia di classificazione chimica delle risorse idriche sotterranee, consentono di affermare che attualmente, nel settore oggetto, di indagine si riscontra una classe qualitativa tipo 1 o al massimo 2, ossia "un impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche".

Stato ambientale della risorsa da captare

Sulla base di quanto esposto nei paragrafi "rilievi piezometrici" e "caratteri idrogeochimici" si definisce, per il momento, uno stato ambientale quali-quantitativo di categoria "buona" per gli acquiferi profondi oggetto dello studio.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella valutazione del regime di sfruttamento di queste falde profonde, al fine di non pregiudicare l'equilibrio attualmente esistente, ossia evitare un peggioramento dello stato chimico od un impoverimento quantitativo.

Aree di salvaguardia

Il D.lgs. 152/99, al fine di assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque da destinare al consumo umano, definiscono delle aree di salvaguardia attorno all'opera di captazione, distinte in: zona di tutela assoluta, zona di rispetto e zona di protezione.

La zona di tutela assoluta, indicata dal D.lgs. all'articolo 21 comma 2 (modifica dell'art. 5 del D.P.R. 236/88) con un raggio di almeno 10 metri attorno al pozzo, deve essere recintata ed adibita esclusivamente alle opere di presa e di servizio.

L'ampiezza della zona di rispetto viene fissata in 200 metri dall'articolo 21 comma 3 (ex art. 6 del citato D.P.R.), che però consente una riduzione della sua estensione, in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

A tale proposito, l'approvazione da parte della Giunta Regionale del documento riguardante le nuove "Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano" (D.G.R. n. 6/15137 del 27/6/1996), in cui vengono rivisti ed emendati i provvedimenti per la delimitazione delle fasce di rispetto attorno alle opere di captazione in progetto ed esistenti, consente, se le condizioni al contorno risultino favorevoli, la riduzione del raggio della zona di rispetto, che può anche coincidere con la zona di tutela assoluta.

Nel caso presente, a motivo di quanto già detto riguardo alla vulnerabilità degli acquiferi da captare ed al loro stato ambientale, si ritiene corretto, in questa fase, applicare il criterio idrogeologico per la perimetrazione della fascia di rispetto, con raggio della stessa pari a 10 m attorno all'asse del pozzo e pertanto coincidente con la zona di tutela assoluta.

Ovviamente, la zona di protezione, che fa riferimento al bacino idrogeologico dove avviene la ricarica delle falde, dovrà essere regolamentata con misure appropriate a livello regionale.

Caratteri costruttivi dei pozzi in progetto

Il progetto ha come scopo la realizzazione di quattro pozzi, aventi le seguenti caratteristiche di massima:

Trivellazione	Diam. 1000 mm	Prof. 270 m
Colonna di rivestimento n° 1	Diam. 323.9x6 mm, in Acciaio Zincato	Prof. 205 m
Colonna di rivestimento n° 2	Diam. 323.9x6 mm, in Acciaio Zincato	Prof. 270 m
Tratte fenestrate n° 1:	Prof. (da p.c.) 179-195 m	a spirale continua, con luce di 0.75 mm
Tratte fenestrate n° 2:	Prof. (da p.c.) 218-257 m	a spirale continua, con luce di 0.75 mm
Cementazioni (tipo e quote da p.c.)	Da 0 a 155 m argilla pura di cava oppure boiaccia di cemento	Da 155 a 165 e da 205 a 215 m montmorillonite tipo compactonit o laviosa
Dreno (tipo e quote da p.c.)	Tipo TURA 106 (2-3 mm) da 165 a 205 metri	Tipo TURA 106 (2-3 mm) da 215 a 270 metri

Il regime di utilizzo dei pozzi in progetto, che indicativamente sarà pari a 25+25 l/s per ciascun pozzo, verrà comunque dimensionato in funzione delle caratteristiche idrauliche e dei parametri idrogeologici ricavati da prove di pompaggio, effettuate in fase di collaudo, in modo tale che l'emungimento non provochi un eccessivo richiamo di particelle fini insieme con l'acqua, con conseguenze negative sulla stabilità dei terreni.

Piezometri

Nel pacchetto dei lavori sarà prevista anche la posa in opera di uno o più piezometri da 3-4", a monte del campo pozzi e lungo la direzione di flusso, allo scopo di monitorare sia l'acquifero a falda libera, che non verrà captato dalle colonne di produzione, che gli acquiferi confinati profondi di tipo C.

Apparecchiature elettromeccaniche

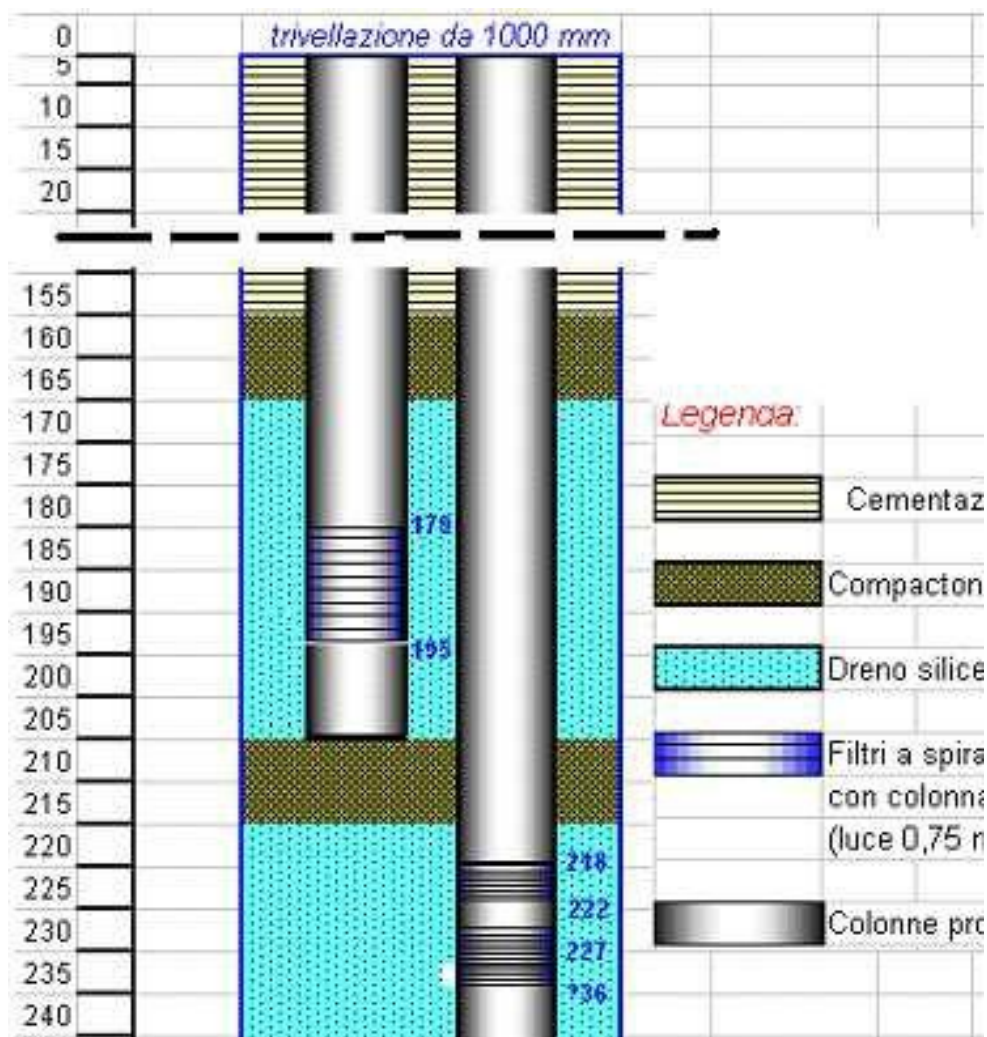
Per ognuna delle otto colonne di rivestimento previste dal progetto si utilizzeranno delle elettropompe sommerse a giri variabili (dotate di inverter), aventi caratteristiche tecniche dimensionate in modo tale che il regime di utilizzo dei pozzi non provochi un eccesso di richiamo di particelle fini insieme con l'acqua, con conseguenze negative sulla stabilità del terreno. Le pompe dovranno essere inoltre installate al di sopra e lontano dalle tratte fenestrate, al fine di non innescare fenomeni di flusso turbolento all'interno delle colonne.

In linea generale, si presume di installare pompe con portata Q pari a 25 l/s e prevalenza H di 70-80 m per ciascuna delle colonne captanti gli acquiferi C3, tra 179 e 195 m da p.c., e C4, con filtri tra i 220 ed i 260 m circa di profondità.

Pozzo pilota

Alla data odierna è già stato realizzato uno dei 4 pozzi a progetto, come pozzo pilota, secondo Autorizzazione Dirigenziale dell'Area Tutela e Valorizzazione Ambientale, settore risorse idriche e attività estrattive della Città Metropolitana di Milano, Raccolta Generale n° 3452 del 15/05/2018, Prot. n 117642 del 15/05/2018, Fasc. n 9.8/2017/324 (vedi allegato 1)

In base alle indicazioni già fornite e agli orizzonti stratigrafici che caratterizzano la zona, si riporta la probabile costituzione del pozzo multi colonna. Il diametro delle colonne è fissato in 323,6 mm per uno spessore di 6 mm. in acciaio zincato, con filtri a spirale continua per prevenirne l'intasamento provocato, nel tempo, dalle parti fini.



Nel presente progetto non si prevede l'installazione di pompe con inverter in quanto tra i pozzi e la distribuzione è interposta una vasca di accumulo che rende superflua la modulazione delle portate; le pompe sommerse dovranno soltanto tenere al massimo il livello in vasca, secondo un ordine di intervento prestabilito da controllore a logica programmabile (PLC). In quest'ottica le pompe sommerse saranno munite solo di softstart. Gli inverter saranno invece utilizzati per le pompe di spinta perché i collegamenti diretti alle reti distributive e la mancanza di serbatoi intermedi di accumulo rendono necessaria la modulazione delle portate nei diversi momenti della giornata.

Per quanto riguarda la portata, dopo il collaudo dei pozzi disporremo di curve abbassamenti - portate che ci permettono di stimare fino a che punto possiamo utilizzare il pozzo, con ragionevoli margini di sicurezza. Questa curva ci indica anche a quale profondità è opportuno installare la pompa affinché sia sempre "sotto battente" (in caso contrario il corpo aspirante si scopre, entra aria, la portata diviene pulsante con sollecitazioni anche di tipo dinamico)

La pompa è installata in un pozzo con diametro di rivestimento contenuto (323,9 mm) e quindi occorre verificare che nell'intercapedine pozzo - pompa la velocità apparente non assuma valori superiori a 3 m/sec per non causare cavitazione e vibrazioni dannose.

Se Q è la portata, R il raggio del pozzo e r quello della pompa, occorre verificare che sia $V < 3\text{m/sec}$

Il diametro del tubo di rivestimento non ha molta influenza sulla portata emungibile da un pozzo perché questa è proporzionale al logaritmo del diametro (per esempio per ottenere una portata doppia - a parità d'altri parametri- si dovrebbe avere un diametro 10 volte maggiore)

Il diametro del tubo di rivestimento influisce parzialmente sulla portata perché determina maggiori o minori perdite di carico idraulico nel moto falda - pozzo. Il diametro del tubo di rivestimento è scelto prima di perforare perché da questo dipendono sia il diametro della trivellazione (è opportuno che ci siano almeno 10 cm liberi per dreni e/o cementazioni), che il diametro della pompa da installare.

Secondo la portata d'acqua che s'intende estrarre, i tubi di rivestimento dovrebbero avere almeno i seguenti valori:

diámetro minimo mm	per portata in litri/min.	corrispondenti a l/sec
>150	<=300	<=5
>200	300-600	5-10
>250	600-1500	10-25
>300	1500-2500	25-42
>350	2500-3500	42-58
>400	3500-5000	58-83

La velocità d'ingresso dell'acqua nel pozzo non dovrebbe superare i 3 cm/sec

Un dispositivo utile, da installare ogniqualvolta si teme che il livello dinamico possa abbassarsi sensibilmente, è un misuratore - indicatore di livello (ad ultrasuoni, a pressione idrostatica, o una semplice sondina) per arrestare la pompa ed evitare così la marcia a secco del motore

Importante è poi installare la pompa sempre sopra il filtro dal quale proviene l'acqua da pompare per i seguenti motivi:

- Il flusso d'acqua proveniente dal filtro investe anche il motore della pompa, raffreddandolo.
- Se l'aspirazione della pompa si trova sotto i filtri, i filetti liquidi percorrono un tratto verticale e quindi una deviazione di 180 ° in corrispondenza dell'aspirazione e questo causa un flusso turbolento
- Se l'aspirazione della pompa si trova sotto i filtri e se le colonne prementi sono giuntate con flange, nell'intercapedine pozzo - pompa la velocità può assumere valori notevoli e questo causa un flusso turbolento
- Se l'acqua contiene sabbia, con una pompa sopra il filtro, la sabbia può decantare e quindi non essere aspirata dalla pompa

Per quanto riguarda il chimismo delle acque è lecito attendersi - viste le caratteristiche dei pozzi vicini - acque immediatamente distribuibili senza alcun trattamento.

Si ritiene tuttavia che questa felice condizione possa non mantenersi nel tempo a causa dell'effetto di trascinamento dovuto al conoide di depressione virtuale e quindi si procederà all'installazione di filtri (si pensa ai composti rimovibili con carbone attivo) che saranno tuttavia messi in esercizio solo all'occorrenza.

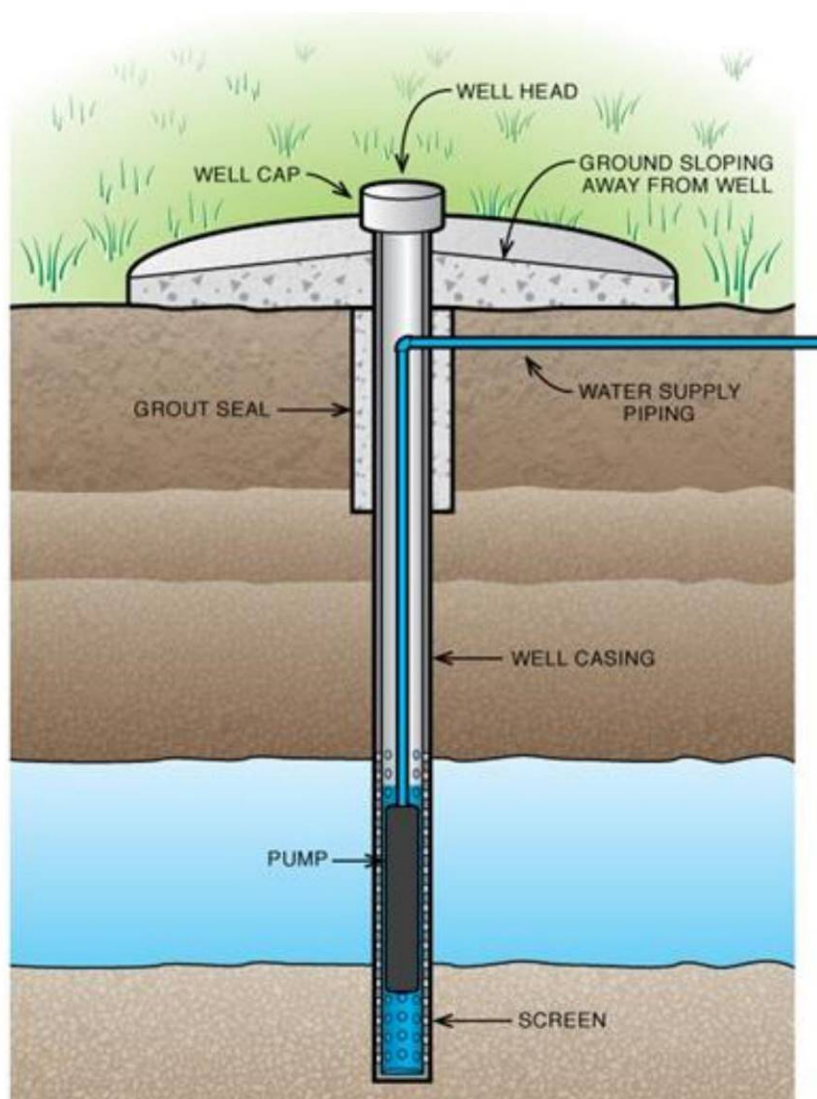
Le tubazioni dai pozzi alla centrale saranno doppie; una per colonne superficiali e una per colonne profonde per poter procedere eventualmente a trattamenti differenziati nel tempo.

Pompe sommerse con tecnologia DRINK CUP

All'interno dei 4 pozzi, a differenza del campo pozzi di Pozzuolo Maresana e di Trezzo D'adda, saranno installate pompe ad immersione di nuova generazione con tecnologia Drink Cup, che risolvono alcune criticità rilevate nei pozzi tradizionali e consentono un risparmio di energia elettrica fino al 25%, rispetto ad una pompa tradizionale; nel progetto della Centrale Pozzi di Cornaredo, sono previste 8 pompe in totale, con un risparmio energetico stimato intorno al 10% per ogni pompa del pozzo;

Un pozzo per acqua potabile tradizionale presenta diversi problemi legati alla presenza di una tubazione interna di mandata dell'acqua:

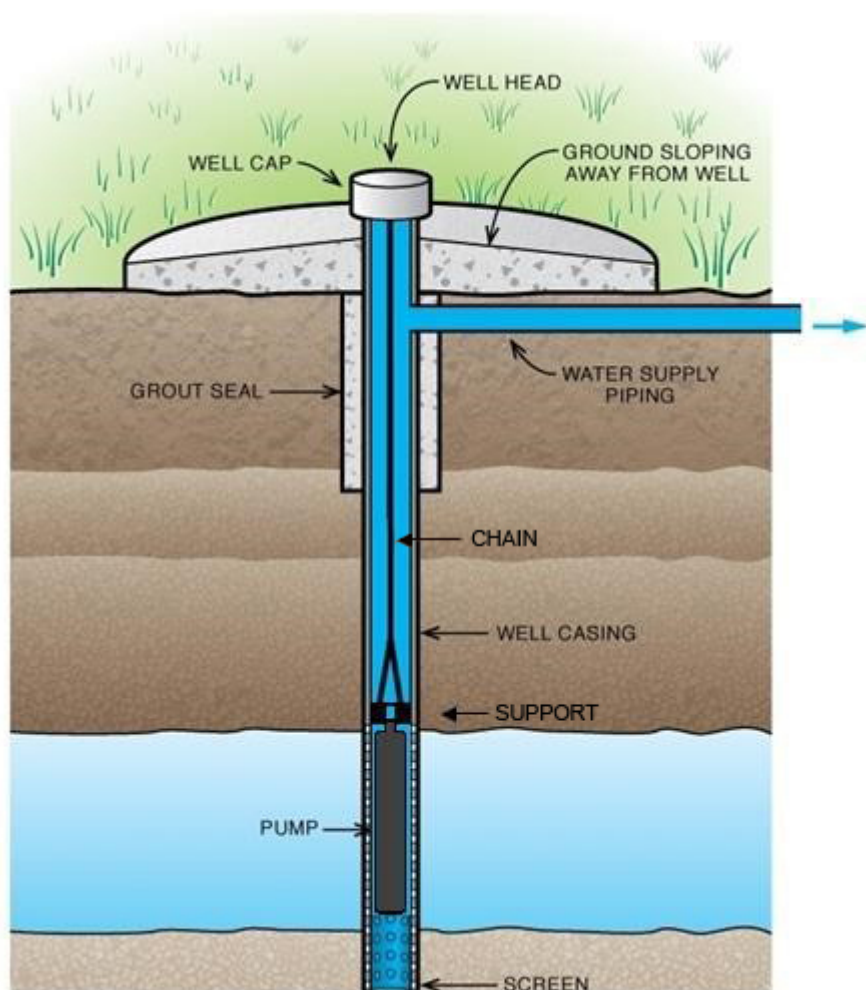
- Qualità dell'acqua alterata dalla presenza di alghe e batteri aerobici all'interno delle tubazioni;
- Necessità di frequenti attività di sanificazione;
- Rischio di inquinamento della falda acquifera;
- Elevati consumi energetici;
- Lunghi tempi di installazione e manutenzione;



Schema illustrativo del pozzo con pompa ad immersione tradizionale

Il sistema brevettato **Drink Cup** (vedi allegato 2) è un sistema innovativo per la realizzazione dei pozzi per acqua potabile, per i seguenti motivi:

- Eliminazione della tubazione di mandata dell'acqua;
- Si sfrutta l'intera tubazione di contenimento per il trasporto dell'acqua;
- Installazione della pompa su un supporto munito di guarnizione pneumatica;
- Montaggio tramite catena o fune;
- Completa chiusura ermetica del pozzo tramite campana;
- Assenza di ossigeno all'interno del pozzo;
- Riduzione dei consumi energetici tra il 10% e il 60%, grazie alla riduzione delle perdite di carico;
- Riduzione tempi e costi di installazione e manutenzione ordinaria e straordinaria, grazie alla messa in opera con catena;
- No trattamenti di sanificazione del pozzo, in quanto all'interno del pozzo è impedita la proliferazione batterica;
- Impossibile inquinare la falda acquifera o sabotare il pozzo (perfettamente isolato dall'ambiente esterno ed in pressione);
- Utilizzabile sia su nuovi pozzi sia su pozzi già in uso;
- permette di isolare le falde superficiali, evitando che queste possano inquinare le falde sottostanti. È possibile prelevare solo dalle falde più profonde;
- Grazie alla tenuta stagna garantita dal supporto della pompa è impossibile inquinare la falda acquifera evitando sprechi di acqua e rischi per l'utenza finale;



Schema illustrativo del pozzo con pompa ad immersione Drink Cup

LA LOGICA DI INTERVENTO

La logica dell'intervento prevede (come nel caso di Pozzuolo Martesana) diverse fasi di realizzazione e cioè

Con progetto 5160:

la trivellazione dei pozzi con prove di portata e analisi del chimismo in un arco temporale di almeno 60 giorni; con queste indicazioni sarà possibile dimensionare correttamente la centrale decidendo definitivamente sulla opportunità o meno di installare filtri a carbone

- **la costruzione della centrale di accumulo**
con progetto 5160:
- **la costruzione delle dorsali**
con progetto 5164:
- **la costruzione delle opere di compensazione richieste dal Comune**

In relazione all'Area, il Comune, con deliberazione della Giunta Comunale n. 86 del 20/7/2015, ha deliberato l'avvio del procedimento della Variante ordinaria parziale del PGT vigente — Piano dei Servizi per area da destinare a campo pozzi (zona per impianti tecnologici o attrezzatura pubblica); l'Area ove verrà realizzata l'opera rientra nell'ambito territoriale di competenza del Parco Agricolo Sud Milano ed ha già ricevuto espressione del relativo parere/autorizzazione favorevole; è stata espletata la Valutazione Ambientale Strategica (VAS) con esito favorevole, come da atto del 29/04/2014 n. 17, pubblicato in pari data;

la variante la PGT è attualmente vigente. (vedi allegati 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13);

Per la realizzazione dell'Impianto, per caratteristiche e tipologia, è applicabile la procedura dell'art.158 bis del D.Lgs 152/2006; pertanto, rientrando l'Impianto nei casi di cui alla su richiamata delibera, l'Amministrazione Comunale ha richiesto l'applicazione di uno "standard di qualità";

All'entrata in funzione del campo pozzi, CAP Holding si impegna a destinare prioritariamente il fabbisogno idrico, ipotizzato nella misura del 15% della portata emunta dal campo pozzi stesso, all'acquedotto di Cornaredo, al fine di potenziare i margini di sicurezza delle disponibilità idriche dell'acquedotto medesimo e di migliorarne la qualità;

Lo "standard di qualità" costituisce la manifestazione dell'obbligo di compartecipazione al miglioramento e al riequilibrio dell'impatto territoriale conseguente alla realizzazione dell'Impianto, che si colloca peraltro in una zona di pregio naturalistico del territorio comunale;

L'art. 9, comma 3, della L. R., 12/2005 prevede che il Piano dei Servizi comunale individui, altresì, la dotazione di servizi che deve essere assicurata nei piani attuativi, garantendo in ogni caso all'interno di questa la dotazione minima prevista, fatta salva la possibilità di monetizzazione di cui all'art. 46, comma 1 - lett. a), delle Legge stessa;

Le Parti hanno quindi concordato l'entità dello "standard di qualità" mediante monetizzazione non variabile, tenendo conto che detto standard si riferisce nella fattispecie ad un'opera di dimensione sovracomunale la cui esecuzione non è funzionale solo all'approvvigionamento idrico del Comune, bensì di una rilevante parte territoriale contermina;

Il Consiglio Comunale, rispettivamente, con delibera n. 63 del 30/11/2016 ha adottato e con delibera n. 22 del 09/05/2017 ha approvato la Variante ordinaria parziale del PGT — Piano dei Servizi;

Ad esito della predetta Variante, è stato introdotto nel Piano dei Servizi l'ambito PPS01 denominato "Campo pozzi ad uso potabile in località Cascina Croce";

La disciplina dell'ambito PPS01 è contenuta nell'art. 14 delle NTA del Piano dei Servizi;

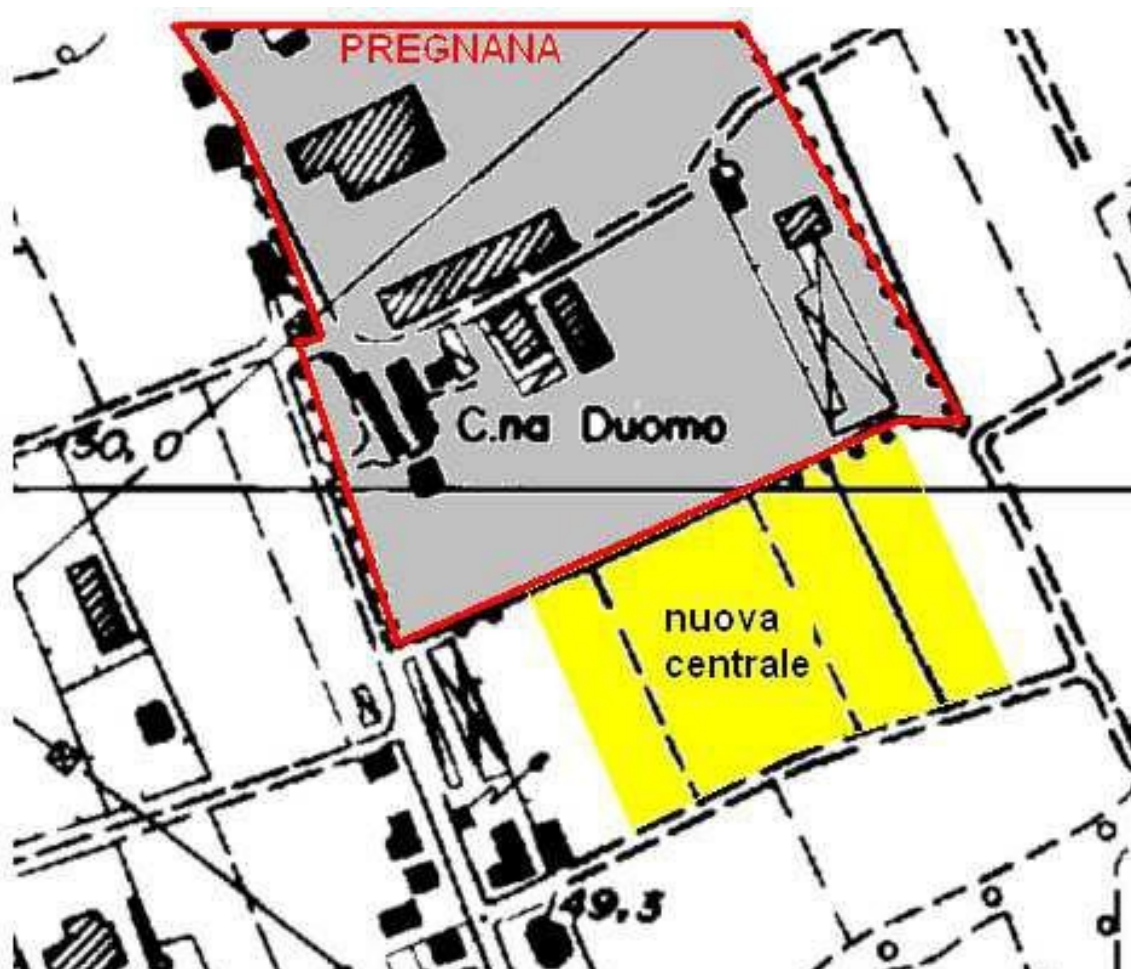
In particolare, l'art. 14.4 delle NTA del Piano dei Servizi subordina la realizzazione dell'Impianto alla stipula di apposita convenzione urbanistica tra le Parti;

Al fine di procedere alla realizzazione dell'Impianto e di disciplinare gli obblighi gravanti sul Soggetto Attuatore, le Parti hanno stipulato detta convenzione urbanistica (in seguito la "Convenzione" o anche l'Atto"), che forma parte integrante del progetto dell'Impianto.

(vedi allegato 14);

Il progetto 5160: la costruzione della centrale di accumulo

L'area ove verrà realizzata l'opera, sita in Comune di Cornaredo (MI), avente superficie fondiaria di 20.670 mq catastalmente individuata al foglio n. 2 particella 189 (seminativo irriguo), foglio n. 2 particella 190 (seminativo irriguo), foglio n. 2 particella 191 (seminativo irriguo), foglio n. 2 particella 192 (seminativo irriguo), foglio n. 2 particella 441 (seminativo irriguo), foglio n. 2, particella 554 (seminativo irriguo), foglio n. 2 particella 555 (seminativo irriguo), foglio n. 2 particella 556 (seminativo irriguo), foglio n. 2 particella 557 (seminativo irriguo), foglio n. 2 particella 558 (seminativo irriguo), è attualmente di proprietà dei Sigg.ri Cozzi Fabrizio per 2/9, Cozzi Graziano per 2/9, Cozzi Massimo per 2/9 e Tentorio Aldina per 3/9 (di seguito l'Area"); pertanto, è necessaria l'acquisizione della stessa; inoltre, occorre costituire una servitù con il Comune per poter accedere alla predetta area attraverso una strada di accesso;



Le copie delle visure catastali costituiscono un altro documento.

Il quadro complessivo delle aree da acquisire è

FOGLIO	PARTICELLA	TIPO	CLASSE	ha	ara	ca	m2
2	189	seminativo irriguo	2	14	10		1410
2	190	seminativo irriguo	2	30	80		3080
2	191	seminativo irriguo	2	26	0		2600
2	192	seminativo irriguo	2	45	40		4540
2	441	seminativo irriguo	2	40	40		4040
2	554	seminativo irriguo	2	10	0		1000
2	555	seminativo irriguo	2	10	0		1000
2	556	seminativo irriguo	2	10	0		1000
2	557	seminativo irriguo	2	10	0		1000
2	558	seminativo irriguo	2	10	0		1000
							20670 sup.totale



Funzionalmente il presente intervento si inserisce in un programma di potenziamento e rinnovo delle risorse idriche a disposizione sia dell'acquedotto comunale, sia di acquedotti ubicati nella fascia nord-milanese, con particolare riferimento all'approvvigionamento da captazione da pozzo, constatato che le carenze idriche, in particolare nei momenti di punta, nei mesi più caldi, rendono problematica la distribuzione dell'acqua potabile. Inoltre, visto il legame tra acqua di buona qualità e la quantità di essa disponibile, scopo del presente intervento è la disponibilità di acqua della migliore qualità.

L'intervento prevede un manufatto-vasca di accumulo in c.a., in parte interrato e in parte fuori terra; in esso saranno ricavati spazi al fine di consentire l'alloggiamento eventuale di impianti che consentano di migliorare la qualità dell'acqua.

INQUADRAMENTO URBANISTICO

Estratto di PGT

In attuazione a quanto determinato dal PGT vigente, Piano dei Servizi, Elaborato 2.2, Documento D.3, adottato con apposita variante datata ottobre 2016, l'esecuzione del progetto "Campo pozzi di Cornaredo", rientra all'interno della scheda dei servizi PPS.01 (14.5 - PPS01: Campo pozzi ad uso potabile in località Cascina Croce) con la seguente descrizione:

14.5.1 - Descrizione

Il progetto ha come scopo la realizzazione di un impianto di emungimento idrico con quattro pozzi, una centrale di accumulo e un manufatto-vasca di accumulo in c.a., in parte interrato e in parte fuori terra; in esso saranno ricavati spazi al fine di consentire l'alloggiamento eventuale di impianti che consentano di migliorare la qualità dell'acqua. Assieme al Campo Pozzi è prevista la realizzazione di una dorsale di adduzione al servizio dei comuni del sistema nord Milano.

In coerenza con i fini di sostenibilità ambientale che si intendono perseguire nelle attività di realizzazione del Campo Pozzi in capo a CAP Holding Spa, Soggetto Attuatore, la Variante prevede di compensare i principali impatti ambientali negativi imputabili all'intervento mediante opere finalizzate a produrre effetti positivi sulle stesse componenti che vengono impattate.

Si ritiene opportuno focalizzare l'attenzione sulla compensazione degli impatti, messi in evidenza dal rapporto Ambientale della VAS, relativi a:

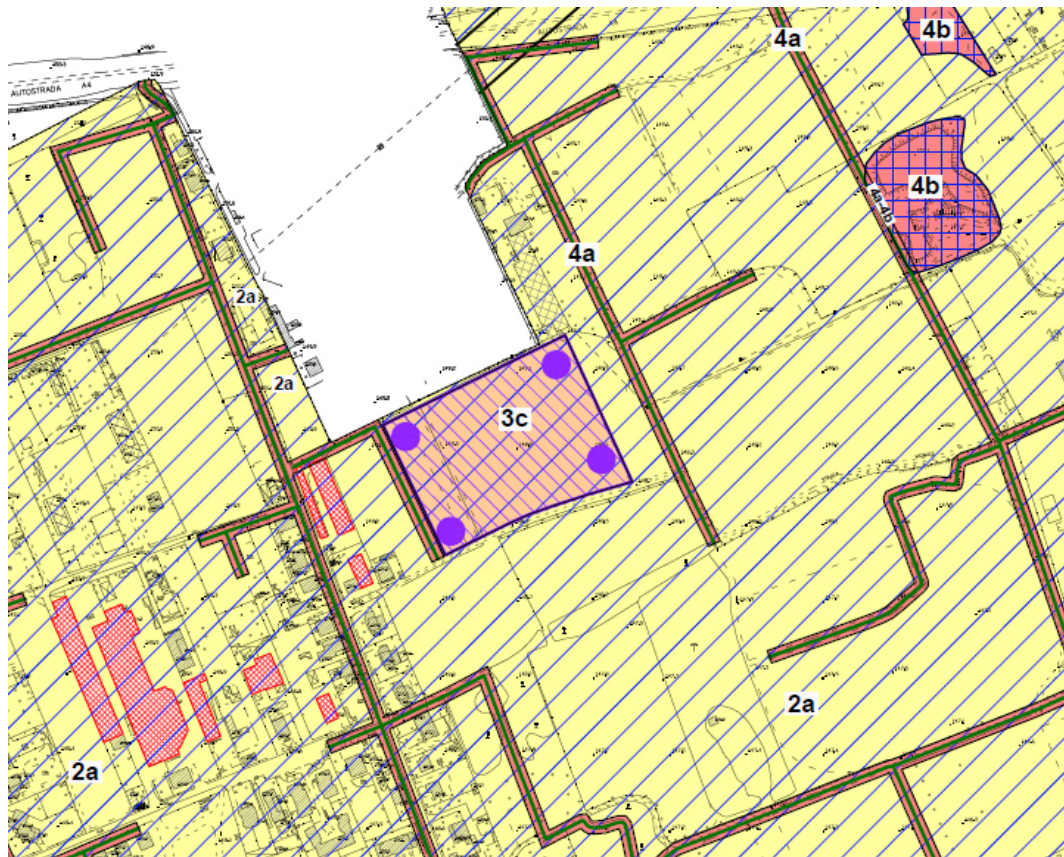
- perdita di valore ecologico dei suoli;
- emungimento della falda idrica profonda;
- emissioni sonore derivanti dall'esercizio di attività estrattive;
- disagi a livello socio economico derivanti dalla realizzazione dell'intervento.

Al fine di compensare e mitigare l'impatto ambientale negativo conseguente alla realizzazione dell'opera, il progetto "PPS01" promuove la riqualificazione ecologica e paesaggistica dell'ambito territoriale di Cascina Croce, il rafforzamento delle connessioni di mobilità lenta tra la frazione e il centro sportivo comunale S. Pertini e per quest'ultimo, il potenziamento dell'attrezzatura sportiva come centro di aggregazione comunale, da attuarsi attraverso il perseguimento incrementale degli indirizzi di progetto prioritari di compensazione ambientale e sociale – standard di qualità definiti secondo un disegno d'insieme per l'ambito territoriale di Cascina Croce la realizzazione di opere di mitigazione ambientale interne all'area di intervento.

I progetti per poter essere effettivamente considerati come opere compensative sul piano ecologico, devono avere le caratteristiche seguenti:

- effettiva produzione di valore ecologico di qualità;
- appartenenza delle aree degli interventi strategici ad esso connesse;
- appartenenza o legame delle aree con le principali infrastrutture ecosistemiche del contesto (la Rete Ecologica Regionale e quella Provinciale);
- possibilità di mantenimento delle nuove unità ambientali su archi temporali che consentano l'evoluzione di ecosistemi funzionali (30 anni per le unità boschive, 10-20 anni per quelle acquatiche e palustri);
- verifica dell'esistenza a tela riguardo, della disponibilità dei titolari delle aree a mantenere l'assetto per tale arco temporale;
- riconoscimento adeguato dal punto di vista economico, anche rispetto ai redditi usuali nel circondario, ad operatori agricoli disposti a gestire aree che producano effettivamente biodiversità e servizi ecosistemici (Vedi allegato 13 – pag.90).

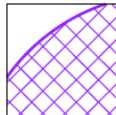
Estratto di PGT – fattibilità – scala 1:2000



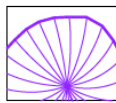
ULTERIORI VINCOLI E LIMITAZIONI



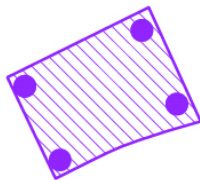
Aree di salvaguardia: zona di tutela assoluta (raggio 10 metri)
 D.lgs. 258/00 art.5 comma 4
 D.G.R. n.7/12693 del 10/04/2003
 D.lgs. n. 152/06 - art. 94



Aree di salvaguardia: zona di rispetto (raggio 200 metri) "criterio geometrico"
 D.lgs. 258/00 art.5 comma 5,6,7
 D.G.R. n.7/12693 del 10/04/2003
 D.lgs. n. 152/06 - art. 94

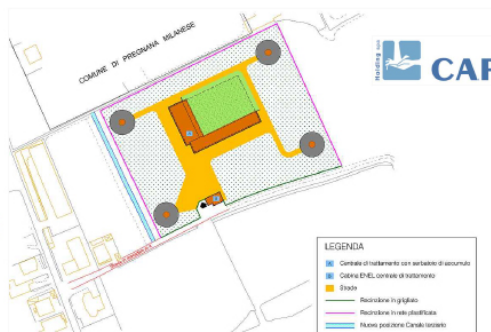


Area di salvaguardia
Pozzo Pubblico Via Manzoni,
cod. SIF: 0150870171
 zona di rispetto "criterio temporale"
 come fornito da CAP Holding



Area
Campo Pozzi

Aree di salvaguardia:
 zona di tutela assoluta (raggio 10 metri)
 D.lgs. 258/00 art.5 comma 4
 D.G.R. n.7/12693 del 10/04/2003
 D.lgs. n. 152/06 - art. 94



LEGENDA	
	Campio di trattamento con servizio di assunzione
	Campio di trattamento con servizio di assunzione
	Stadio
	Riduzione in progetto
	Riduzione in realtà
	Neve posizione Campio vecchio

Classe 2 (gialla) - Fattibilità con modeste limitazioni



La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.

- 2a** Settori con discreta capacità portante e livello della falda mediamente superiore a 6.00 m dal p.c.

Classe 3 (arancione) - Fattibilità con consistenti limitazioni



La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

- 3a** Settori con ridotta capacità portante; primo sottosuolo poco addensato fino a 3 metri
3b Settori con elevata permeabilità e ridotta soggiacenza della falda
3c Area campo pozzi

Classe 4 (rossa) - Fattibilità con gravi limitazioni



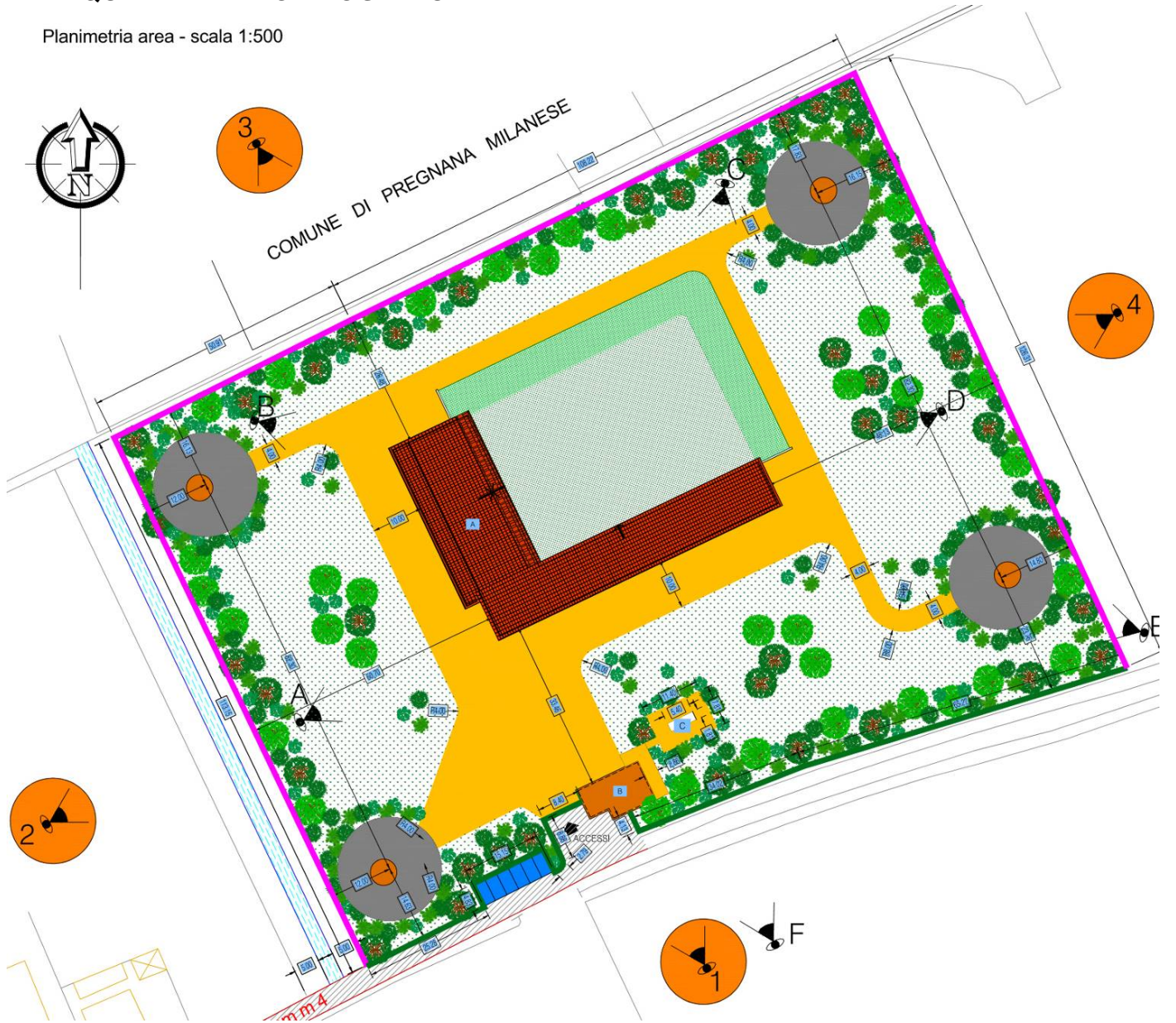
L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

- 4a** Reticolo idrografico principale, di bonifica e minore
 • fascia di rispetto = 10 metri R.D. 523/1904
 • fascia fontanile = 12.5 metri asta
 • 50 metri testa fontanile
 • fascia di rispetto = 5 metri (Art.14 - comma 7 - N.t.A. del PAI)
- 4b** Settori con materiali riportati, ritombamento di cave, aree colmate/aree oggetto di escavazione
- 4c** Settori interessati da piani di caratterizzazione e/o bonifica

Classi di Fattibilità Geologica	Principali caratteristiche	Problematiche	Parere di edificabilità	Indagini di approfondimento
CLASSE 4				
Gravi limitazioni				
Sottoclasse 4a Reticolo idrico Aree con emergenza idrica	<ul style="list-style-type: none"> Aree definite dallo Studio del Reticolo Minore Affioramenti idrici – Teste di fontanili 	<ul style="list-style-type: none"> Aree di salvaguardia idraulica R.D. 523/904 Elevata vulnerabilità idrogeologica 	<ul style="list-style-type: none"> Gravi limitazioni all'utilizzo Esclusa nuova edificazione Solo opere di salvaguardia Gravi limitazioni all'utilizzo Esclusa nuova edificazione Solo opere di salvaguardia 	<ul style="list-style-type: none"> Indagini geognostiche specifiche Verifiche di compatibilità idraulica Analisi idrogeologica di dettaglio
Sottoclasse 4b Aree scavate e/o parzialmente riempite ed aree oggetto di escavazione	<ul style="list-style-type: none"> Aree depresse e/o morfologicamente modificate 	<ul style="list-style-type: none"> Materiali di riempimento non definiti Scadenti caratteristiche geotecniche 	<ul style="list-style-type: none"> Gravi limitazioni con specifiche opere di salvaguardia 	<ul style="list-style-type: none"> Indagini geognostiche (penetrometrie-sondaggi – geofisiche-misure piezometriche) Verifiche stabilità di scavo Verifica opere di smaltimento acque superficiali Verifica materiali di riempimento Caratterizzazione e progetto di bonifica D. Lgs. 152/06
Sottoclasse 4c Settori interessati da piani di caratterizzazione e/o bonifica	<ul style="list-style-type: none"> Aree oggetto di specifici interventi 	<ul style="list-style-type: none"> Caratterizzazione ambientale - D.Lgs n. 152/06 	<ul style="list-style-type: none"> A seguito di certificazione di avvenuta bonifica secondo la Tab. 1A-B – All. 5 n. 152/06 	<ul style="list-style-type: none"> Indagini geologiche specifiche Analisi chimiche di riferimento (C.S.C.)
CLASSE 3				
Consistenti limitazioni				
Sottoclasse 3a Settori con ridotta capacità portante con primo sottosuolo poco addensato fino a 3.00m dal p.c.	<ul style="list-style-type: none"> Aree comprensive di una coltre superficiale di terreni limo-argillosi dell'ordine di 3.00 metri 	<ul style="list-style-type: none"> Terreni disomogenei con scadenti caratteristiche geotecniche 	<ul style="list-style-type: none"> Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia 	<ul style="list-style-type: none"> Indagini geognostiche (penetrometrie-sondaggi – geofisiche) Verifiche stabilità di scavo Verifica opere di smaltimento acque superficiali Verifica delle opere di sostegno e stabilizzazione
Sottoclasse 3b Aree con elevata permeabilità con ridotta soggiacenza relativa della falda	<ul style="list-style-type: none"> Aree morfologicamente depresse 	<ul style="list-style-type: none"> Materiali grossolani con scadenti caratteristiche geotecniche Scarsa protezione superficiale Livello falda inferiore a 6.00m dal p.c. 	<ul style="list-style-type: none"> Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia 	<ul style="list-style-type: none"> Indagini geognostiche (penetrometrie-sondaggi – geofisiche-misure piezometriche) Verifiche stabilità di scavo Verifica opere di smaltimento acque superficiali Verifica opere di regimazione idraulica
Sottoclasse 3c Area campo pozzi	<ul style="list-style-type: none"> Aree interessata da impianti di prelievo idrico uso pubblico 	<ul style="list-style-type: none"> Salvaguardia ambientale 	<ul style="list-style-type: none"> Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia e relativi impianti pertinenti 	<ul style="list-style-type: none"> Indagini geognostiche (penetrometrie-sondaggi – geofisiche-misure piezometriche) Verifiche stabilità di scavo Verifica opere di smaltimento acque superficiali Verifica opere di regimazione idraulica Specifiche analisi di protezione ambientale
CLASSE 2				
Modeste limitazioni				
Sottoclasse 2a Aree con discreta capacità portante e livello della falda mediamente superiore a 6.00m dal pc..	<ul style="list-style-type: none"> Aree con ridotta copertura limo-argillosa 	<ul style="list-style-type: none"> Caratteristiche geotecniche non sempre ottimali (aree eterogenee) 	<ul style="list-style-type: none"> Con attenzione alle specifiche problematiche 	<ul style="list-style-type: none"> Indagini geognostiche Valutazione della capacità portante dei terreni

INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Planimetria area - scala 1:500



LEGENDA

- A Centrale di trattamento con serbatoio di accumulo
- B Cabina ENEL centrale di trattamento
- C Generatore elettrico ausiliario - tonalità RAL 6019
- Percorsi Interni in Cemento Drenante I Drain
- n°6 posti auto esterni ad uso pubblico
- copertura in coppi tradizionali
- copertura in pannelli fotovoltaici Solar-Teg
- zona di tutela assoluta, diametro 10 mt.
- giardino pensile, inerbito con i Prati armati
- versante del giardino pensile 45°, inerbito con Prati armati
- testata pozzo
- Recinzione in grigliato
- Recinzione in rete plastificata
- Nuova posizione Canale terziario

CAMERETTA AVAN-POZZO

Sul sito di intervento è già stato realizzato un primo pozzo esplorativo "Pozzo pilota" (vedi allegati 15,16,17,18); il primo dei 4 pozzi previsti, eseguito mediante Autorizzazione Dirigenziale dell'Area Tutela e valorizzazione Ambientale, settore risorse idriche e attività estrattive della Città Metropolitana di Milano, Raccolta Generale n° 3452 del 15/05/2018, Prot. n 117642 del 15/05/2018, Fasc. n 9.8/2017/324 (vedi allegato 19)

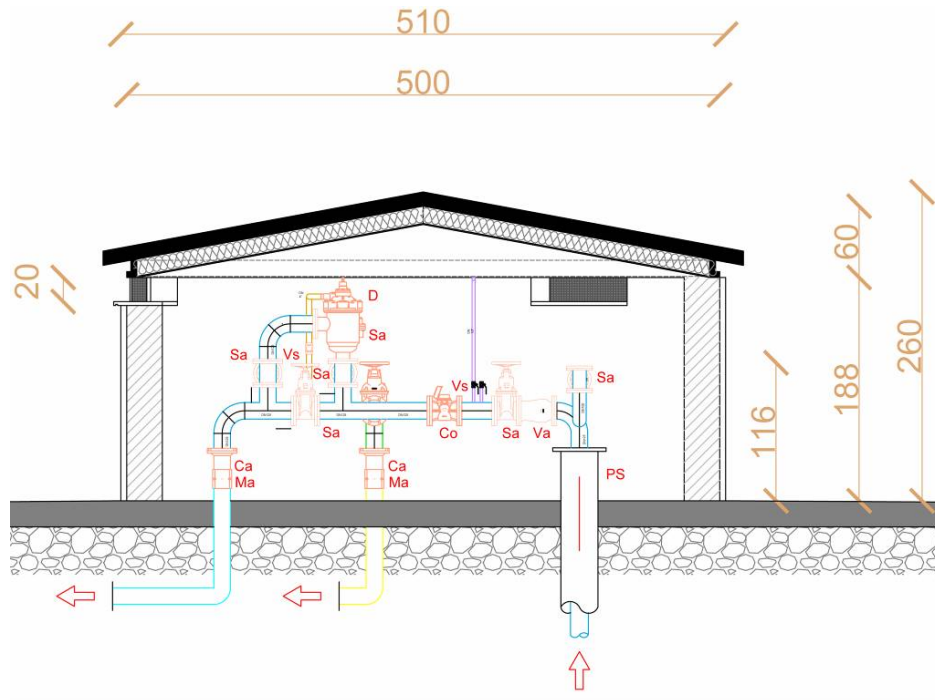
Per consentire di equipaggiare il pozzo, con apparecchiature elettromeccaniche, verrà completata la testata del pozzo medesimo con piccolo manufatto, denominato cameretta avan-pozzo, già presente nei campi pozzo di Pozzuolo Martesana e Trezzo d'Adda, avente le seguenti caratteristiche;



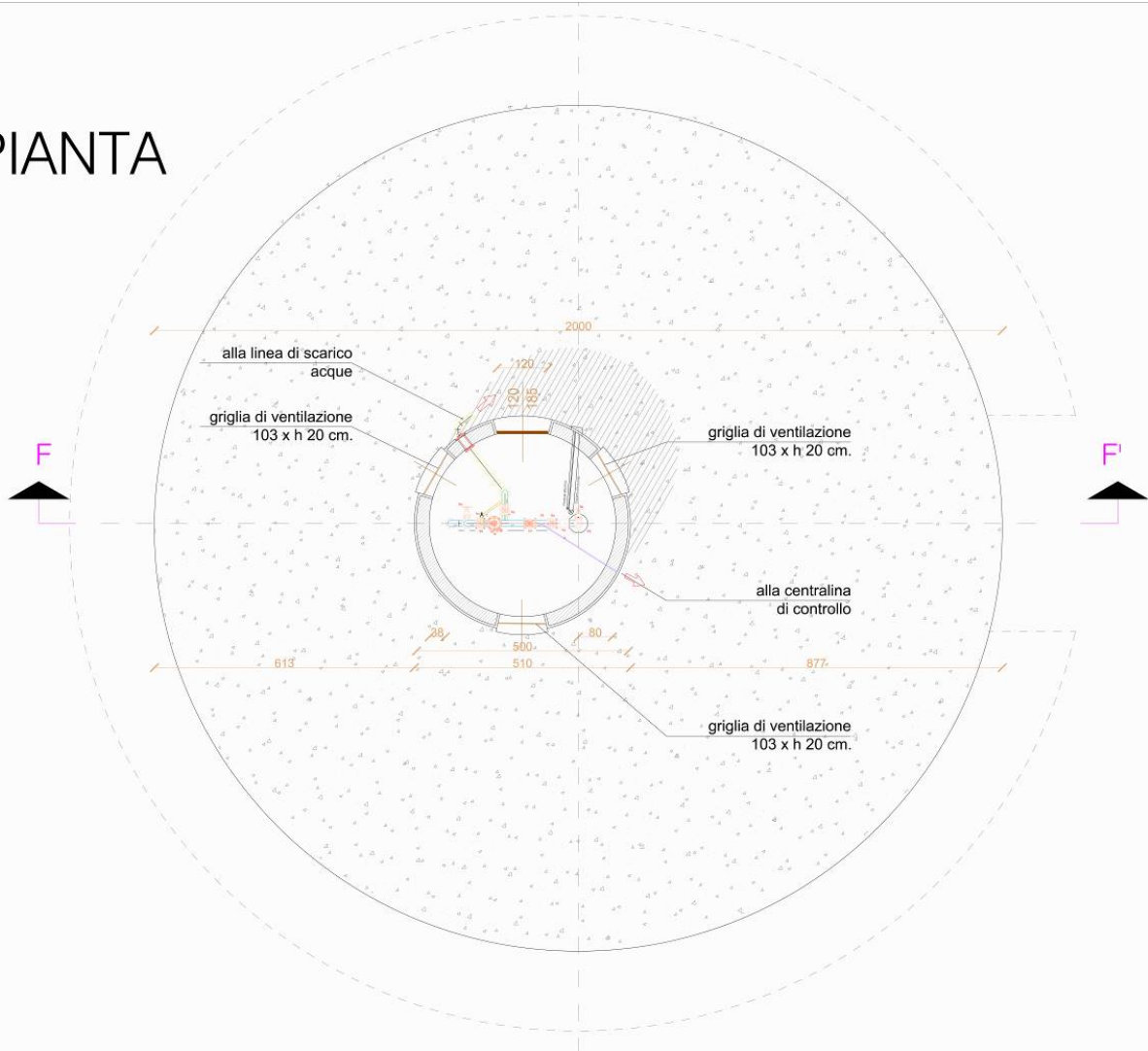
Realizzato con struttura in calcestruzzo e rivestito con mattoni paramano faccia a vista, avrà una forma cilindrica del diametro complessivo di mt. 5,10, sarà dotato di prese d'aria laterali della misura di 20 x 103 cm., comprendenti di griglia e sbarre anti effrazione; queste favoriranno la circolazione dell'aria evitando "l'effetto serra" ed il possibile ristagno di gas Radon, all'interno del volume tecnico e favoriranno l'abbassamento delle temperature durante i picchi di caldo della stagione estiva; il tutto a favore di una maggiore sicurezza per gli operatori ed i tecnici e per meglio preservare le apparecchiature tecnologiche; la copertura a cono sarà realizzata in lamiera grecata color testa di moro, coibentata internamente con un strato di poliuretano espanso, onde limitare la trasmissione del calore verso l'interno; questa sarà realizzata come struttura rimuovibile mediante sistema di sgancio dall'interno, per agevolare le manovre tecniche di manutenzione ordinaria degli apparati; la porta di accesso sarà in metallo zincato e tinteggiato colore testa di moro; la testata sarà edificata su basamento in calcestruzzo armato dello spessore medio di 20 cm. previo la stesura di uno strato in misto di cava, ben rullato e stabilizzato; questa soletta sarà del diametro di mt. 20, con leggera pendenza del 1% per consentire il deflusso periferico delle acque meteoriche; realizzata con trattamento impermeabilizzante, costituirà la ZONA di TUTELA ASSOLUTA del diametro di mt. 10 (vedi tav. 2); l'utilizzo del mattone paramano faccia a vista (Vedi allegato 20) per il rivestimento esterno e della lamiera color testa di moro, costituiscono motivo architettonico di valore estetico, ispirato ai manufatti storici di architettura rurale, tipici dell'architettura lombarda (vedi foto 2); la stessa cameretta avan-pozzo sarà realizzata per i restanti 3 pozzi previsti a progetto.

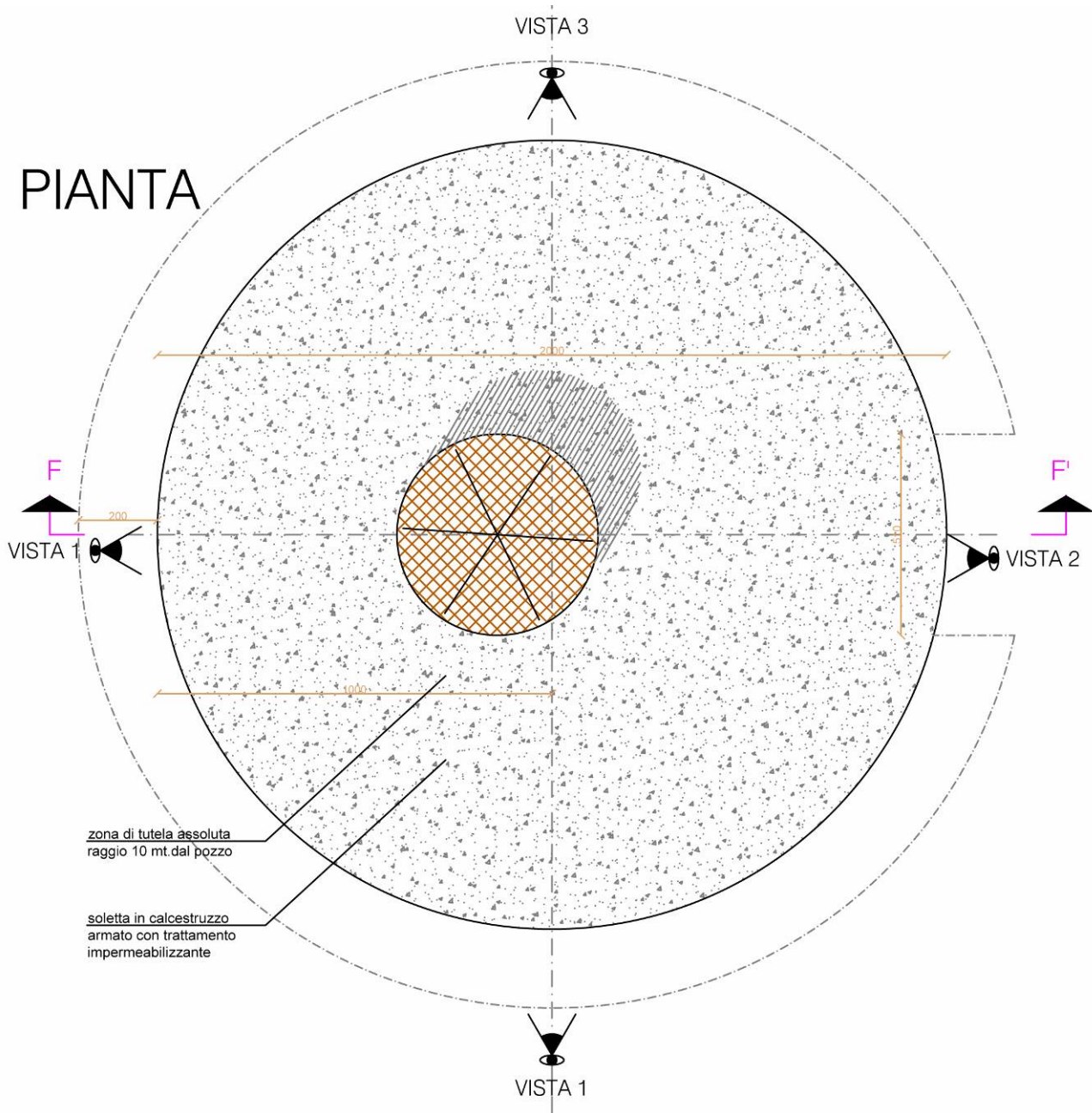
LEGENDA :

- | | | |
|-----------|---|--|
| D | Filtro dissabbiatore autopulente Amiad tipo Filtomat M104C per portate massime di 80m ³ /h | — Linea acqua potabile, acciaio INOX |
| PS | Pozzo di prima falda | — Linea acqua potabile, Pead |
| Sa | Saracinesca cuneo gommato PFA25 in ghisa sferoidale | — Linea acqua di scarico, acciaio INOX |
| Va | Valvola di ritegno Venturi | — Linea acqua di scarico, Pead |
| Vs | Valvola a sfera in ottone | — Linea acqua di scarico dissabbiatore |
| Co | Contatore Woltmann per acqua fredda | — Linea prelievo acque |
| Ca | Cartella in Pead DN140, accoppiata a flangia in acciaio per cartella DN125 | |
| Ma | Manicotto di raccordo in Polietilene saldabile per elettrofusione, DN140 PN25 | |

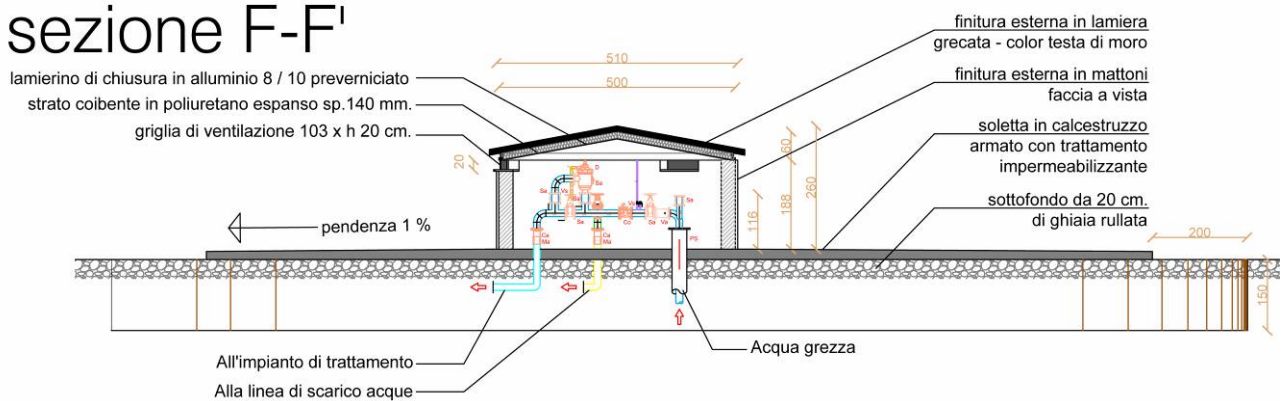


PIANTA

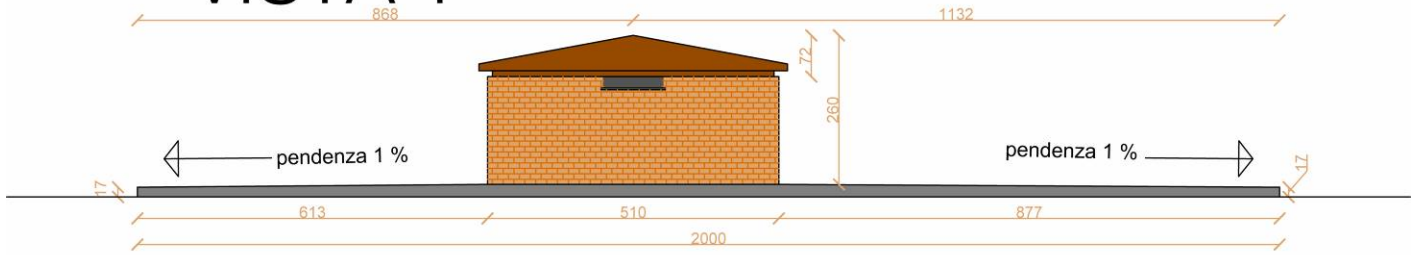




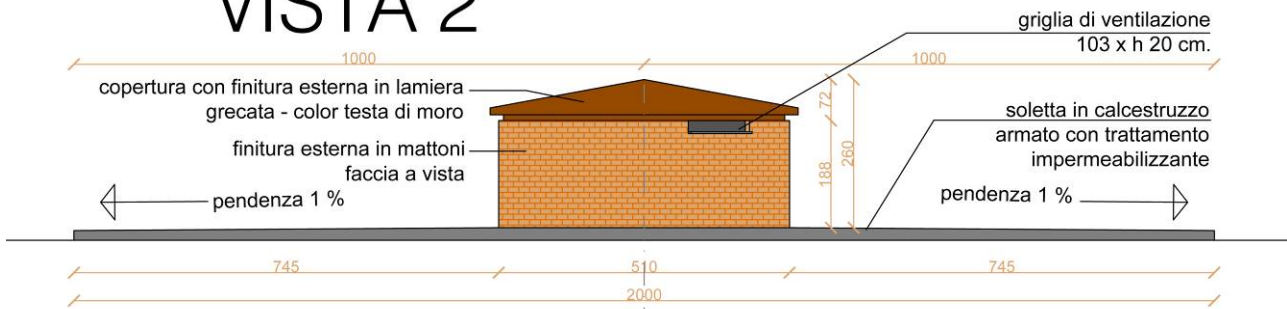
sezione F-F'



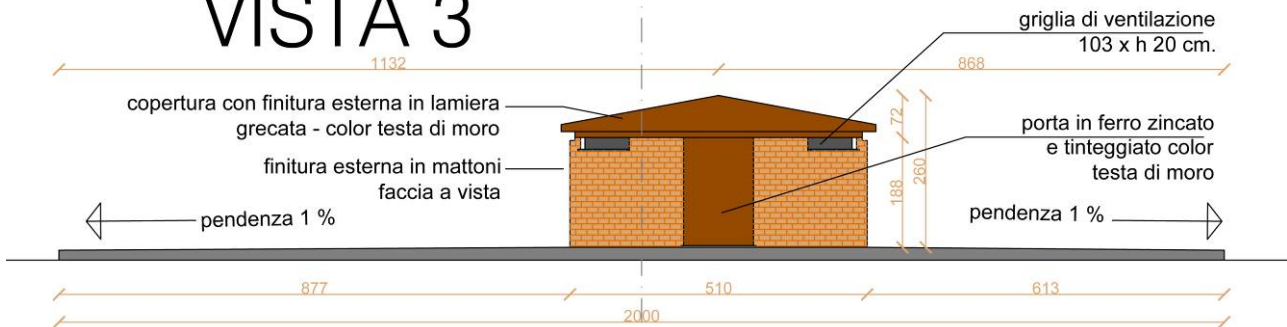
VISTA 1



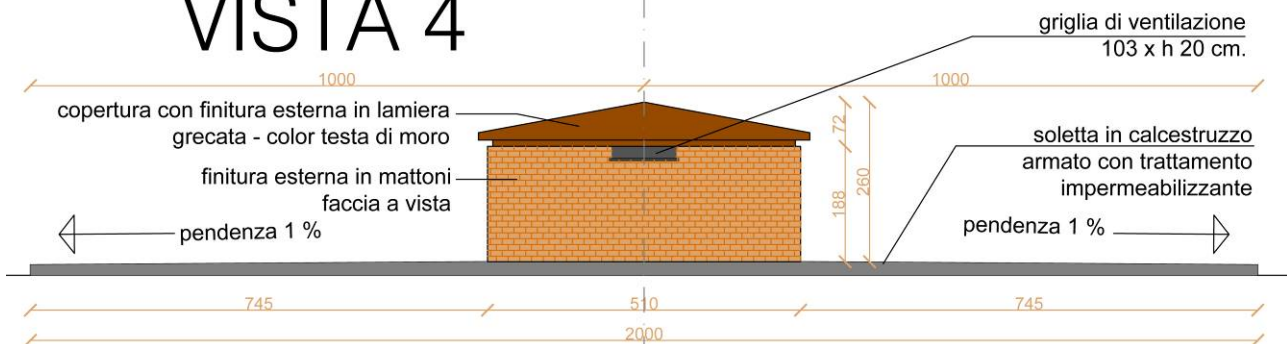
VISTA 2



VISTA 3



VISTA 4



LA CENTRALE DI ACCUMULO

Anche la centrale di accumulo sarà realizzata seguendo la stessa cura per l'aspetto esteriore oltre che per quello funzionale, con l'utilizzo di elementi architettonici tipici dell'architettura lombarda per ridurre l'impatto paesaggistico;

l'edificio avrà una dimensione complessiva di 48,30 mt. x 69,62 mt. (vedi tav. 02), e sarà costituito da un corpo di fabbrica ad "L" con copertura a falde e da una vasca di accumulo da 32,35 mt. x 49,50 mt., parzialmente interrata, con una altezza interna di 8,20 mt., per una dimensione massima in altezza pari a 6,46 mt.; il corpo di fabbrica ad "L", ospiterà le apparecchiature tecnologiche e il sistema di pompe e filtri; sarà dotato di porticato esterno e sarà estremamente caratterizzato con elementi tipici quali i mattoni faccia a vista (vedi allegato 20) come rivestimento esterno, alternato all'intonaco color giallo Milano (vedi foto 5); i portoni di ingresso saranno realizzati in metallo zincato e tinte a caldo, con tonalità testa di moro; saranno rivestiti in legno massello color testa di moro, avranno in sommità una forma ad arco ribassato e saranno caratterizzati da una cornice sporgente in muratura tinteggiata in bianco, come richiamo ai portoni tipici dell'architettura rurale lombarda (vedi foto 5,6,7); anche le aperture saranno realizzate con serramenti a doppio battente in PVC a taglio termico, color testa di moro a finitura legno, dotate di inferriate anti effrazione in acciaio zincato e tinte a caldo, in tonalità di nero; le finestre, come i portoni, avranno una forma ad arco ribassato in mattoni faccia a vista (vedi foto 1,8); quelle aperte verso il portico, inoltre, saranno caratterizzate da una cornice, di lastre in pietra serizzo, lavorata a spacco (vedi foto 1,10); la stessa pietra sarà utilizzata per i davanzali e le soglie, per la zoccolatura esterna h. 50 cm. posta alla base di tutto l'edificio e per le cimase di testata dei muri di contenimento al terrapieno, ideato a protezione della vasca di accumulo; il porticato posto sul lato OVEST dell'edificio è costituito da 6 arcate ad arco ribassato e due archi a tutto sesto, sulle testate, in mattoni faccia a vista, sostenuti da pilastri rivestiti anch'essi in mattoni paramano faccia a vista (vedi foto 8,9,10);

la pavimentazione del porticato sarà realizzata con lastre di porfido (vedi foto 8); ulteriori aperture poste a quota più elevata, saranno realizzate a contorno del corpo di fabbrica più lungo, intervallate da lesene, in mattoni faccia a vista (vedi foto 3); queste aperture saranno caratterizzate da una mascheratura in mattoni pieni, disposti a "nido d'ape" richiamando i tipici tamponamenti aperti dei fienili, utilizzati anche come colombaie nelle casine lombarde (vedi foto 4,8); tutte le lattonerie esterne, quali pluviali, canali e scossaline saranno realizzate in alluminio color testa di moro;

Gli elementi tipici dell'architettura lombarda presi a riferimento per lo sviluppo del progetto:



Foto 1 - Cascina Coriasco - Lacchiarella



Foto 2 - Cascina Forestina – Cisliano



Foto 3 - Cascina Forestina – Cisliano

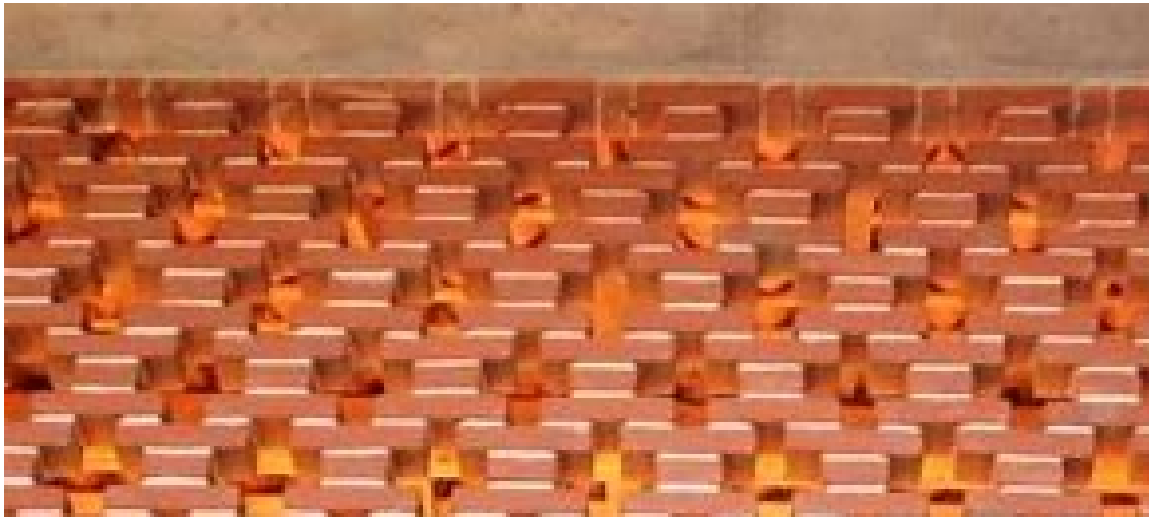


Foto 4 - Cascina Forestina – Cisliano

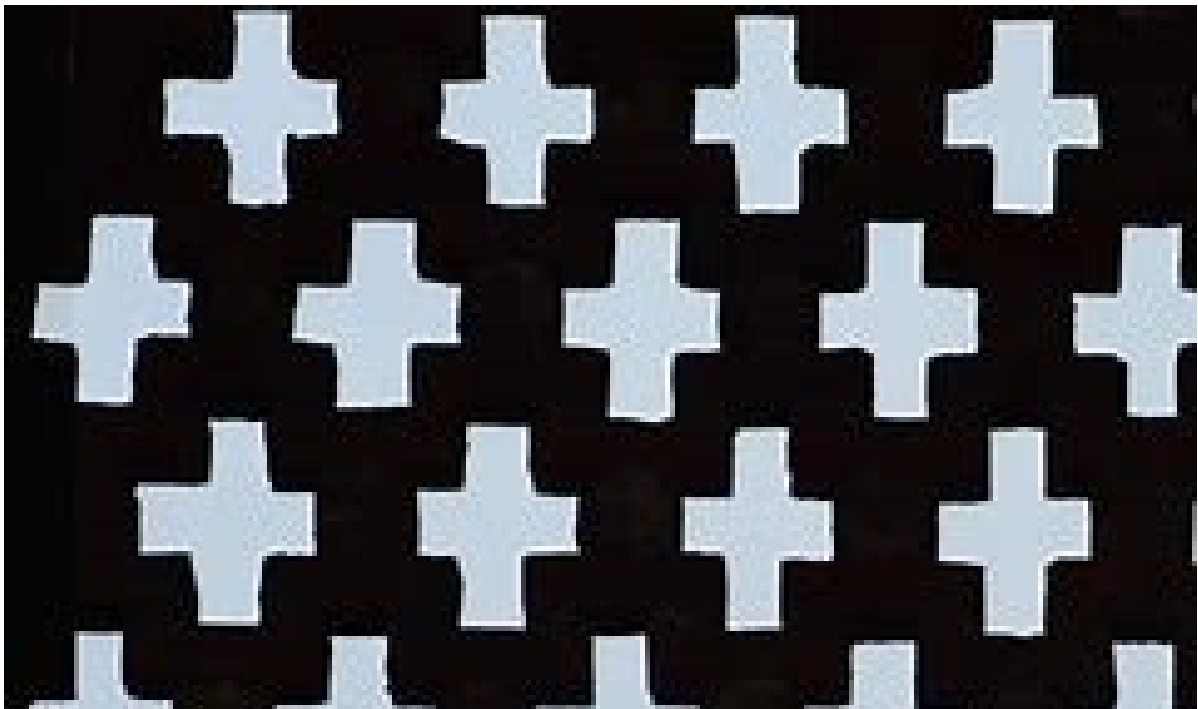


Foto 4 - Cascina Forestina – Cisliano



Foto 5 - Cascina Guzzafame – Gaggiano



Foto 6 - Cascina Faustina – Albairate



Foto 7 - Cascina Scanna – Cisliano



Foto 8 - Cascina Scanna – Cisliano



Foto 9 - Cascina Caremma – Besate



Foto 10 - Cascina Coriasco – Besate

La vasca di accumulo:

Posta a ridosso dei due corpi di fabbrica principali ad "L", sarà realizzata interamente in calcestruzzo, con sviluppo in pianta da 32,35 mt. x 49,50 mt., parzialmente interrata (circa 1,50 mt.), con una altezza interna di 8,20 mt., per una dimensione massima in altezza pari a 6,46 mt. fuori terra; internamente la vasca in calcestruzzo sarà rivestita con una membrana di rivestimento in PE – HD con controllo di tenuta; il sistema brevettato, di rivestimento ETERTUB-aqua® / HYDRO, (vedi allegato 20), ideale per serbatoi, in quanto svolge una funzione preventiva, proteggendo la superficie in cemento dall'azione aggressiva dell'acqua sul cemento (ad es. acido carbonico libero, basso grado di durezza).

Esternamente sia sui muri perimetrali verso i campi che sul solaio di copertura, la struttura sarà resa totalmente impermeabile mediante la posa di elementi di tenuta in membrane polimeriche in PVC – P o TPO posate secondo schema di posa, ripreso dal Codice di Pratica delle Impermeabilizzazioni delle Coperture continue (vedi allegato 21) con la differenza che lo strato superficiale sarà in terreno autoctono anziché in terreno di coltivo;

Codice di Pratica delle Impermeabilizzazioni delle Coperture continue (pag.219)

Legenda Dis. 48/A1-2 aggiornata secondo progetto campo Pozzi Cornaredo:

1. supporto strutturale orizzontale monolitico cementizio (solaio);
2. massetto cementizio delle pendenze; 6. strato d'imprimitura bituminosa;
3. strato di compensazione in NT sintetico;
4. elemento di tenuta in membrana polimerica PVC-P o TPO;
5. strato separatore e protettivo in NT sintetico imputrescibile;
6. stato di accumulo dell'acqua, con contemporanea funzione di strato di protezione e drenaggio, in elementi in materiale plastico rigido riciclato, pre-sagomati, adatti per coperture a verde estensivo;
7. strato filtrante in NT sintetico imputrescibile;
8. speciale terreno autoctono di recupero dal sito inerbito con prati armati e semi di graminacee e leguminosa, adatto per coperture a verde estensivo

A differenza del dei due corpi di fabbrica disposti ad "L", la vasca di accumulo seminterrata sarà realizzata secondo una tipologia già adottata per il progetto di Pozzulo Martesana (vedi foto 11,12,13,14,15,16), dove la porzione di edificio destinata a vasca di accumulo è stata completamente ricoperta da un sottile strato di terra, con lati decrescenti diagonali, anch'essi inerbati, come ad emulare l'accumulo di prodotti dell'agricoltura o di materiale organico per la concimazione, una massa organica-vegetale necessaria al processo produttivo agricolo, tipico delle cascine ancora oggi visibile nelle cascine ancora attive; una zona di stoccaggio, solitamente defilata dal corpo di fabbrica principale, che assume nel contesto edilizio generale, una sua connotazione peculiare; questo elemento caratterizzante, se pur carente di caratteristiche architettoniche precise, rappresenta fortemente un zona funzionale del sistema cascina, e ne è parte fondamentale nella sua distribuzione organica, così come l'aia, i porticati o il silos ove conservare i prodotti del lavoro agricolo; una zona destinata all'accumulo stagionale di grandi quantità di materiali, che tipicamente viene ricavata nella area meno visibile, o comunque in una zona di margine rispetto alle residenze; tipicamente caratterizzata da una massa organica vegetale, oggi re interpretata, per mitigare la presenza del volume destinato a vasca di accumulo; la vasca a progetto occupa una superficie di circa 1600 mq. e fuoriesce dal terreno di circa 6,46 mt.; posta a ridosso dei due corpi di fabbrica principali disposti ad "L", la vasca di accumulo seminterrata, realizzata in calcestruzzo ed opportunamente impermeabilizzata esternamente, sarà ricoperta da un giardino pensile, creato mediante posa di uno strato di terriccio autoctono, recuperato in sito durante le fasi costruttive preliminari di scavo; l'uso del terreno autoctono eviterà l'apporto di terriccio vegetale esterno, che spesso può contenere semi, rizomi infestanti, parassiti, microorganismi anche dannosi e infestanti che in un ambiente diverso da quello originario possono diventare molto virulenti; il terriccio sarà distribuito su tutta la superficie orizzontale già protetta, con uno spessore medio di 25 cm., disposto secondo uno schema di lievi pendenze, che garantiscano il deflusso delle acque meteoriche verso il perimetro esterno, mediante cunette di raccolta, come sistema di canaletti di drenaggio, realizzate con lo stesso terriccio (vedi tav.3 e planimetria a pag. 37); lungo il perimetro esterno, a ridosso dei due lati rivolti verso il campo, il giardino pensile si distribuirà secondo fronti discendenti diagonalmente, con inclinazione di 45°, con lo scopo di mitigare il volume a parallelepipedo sottostante, emulando la forma degradante di una massa vegetale; questi fronti degradanti, già sperimentati per le vasche di Pozzuolo Martesana e Trezzo D'Adda,

saranno realizzati mediante posa di materiale lapideo, frantumato, misto di cava di diversa pezzatura e granulometrica, con andamento decrescente verso gli strati superficiali e la copertura di uno strato di terriccio superficiale dello spessore medio di 25 cm., in continuità con il giardino pensile; la presenza del materiale lapideo come basamento, assolve allo stesso tempo l'effetto di stabilizzare i fronti e di facilitare il drenaggio delle acque meteoriche, raccolte dal sistema di canalette drenanti del giardino pensile;

sia il giardino pensile che i fronti degradanti, saranno completamente inerpati mediante semina di Prati Armati, che hanno come peculiarità principale, quella di poter essere seminati sul terreno tal quale, vegetano e radicano in profondità su ogni litotipo, anche il più sterile e non necessitano di terreno vegetale; come vedremo nei capitoli successivi, grazie alle radici sottili, ma molto lunghe, i prati armati creano una maglia fitta su tutto lo strato superficiale del terreno, senza danni, lacerazioni o fratture alla guaina impermeabile, con effetto consolidante e stabilizzante su tutta la superficie del giardino pensile e dei fronti degradanti; gli stessi canaletti in terriccio saranno stabilizzati nella forma, grazie all'azione di queste radici, evitando così l'utilizzo di elementi modulari o canalizzazioni prefabbricate, soggette a malfunzionamenti, e decisamente più impattanti sotto il profilo estetico; si costituirà così una sorta di "coperta verde" capace di contrastare in modo efficace le erosioni superficiali e i piccoli movimenti franosi, intercettando le acque meteoriche e di scorrimento superficiale, impedendo che queste acquistino l'energia necessaria a movimentare gli strati superficiali, sciolti del substrato. Lo stesso materiale vegetale vivo, una volta attecchito e sviluppato, svolgerà nel tempo una notevole azione di consolidamento, mediante l'apparato radicale e di drenaggio, mediante la traspirazione fogliare. Per la realizzazione della parte strutturale è possibile operare in qualsiasi momento dell'anno, rimandando eventualmente le lavorazioni che implicano l'utilizzo di materiale vegetale vivo agli idonei periodi. La semina dei prati armati potrà essere accoppiata alla semina di altre essenze arboree ornamentali, quali (graminacee, leguminose) che aumentano l'effetto di mitigazione; questa soluzione oltre al suo indiscusso valore dal punto di vista floro-faunistico, completa l'identificazione dell'edificio come cascina lombarda, connotando ulteriormente l'edificio, secondo i criteri estetici dell'architettura rurale storica;

Il giardino pensile con lati in pendenza, per rivestire la vasca di accumulo:



Foto 11 – Campo Pozzi – Pozzuolo Martesana



Foto 12 – Campo Pozzi – Pozzuolo Martesana



Foto 13 – Campo Pozzi – Pozzuolo Martesana



Foto 14 – Campo Pozzi – Pozzuolo Martesana



Foto 15 – Campo Pozzi – Pozzuolo Martesana



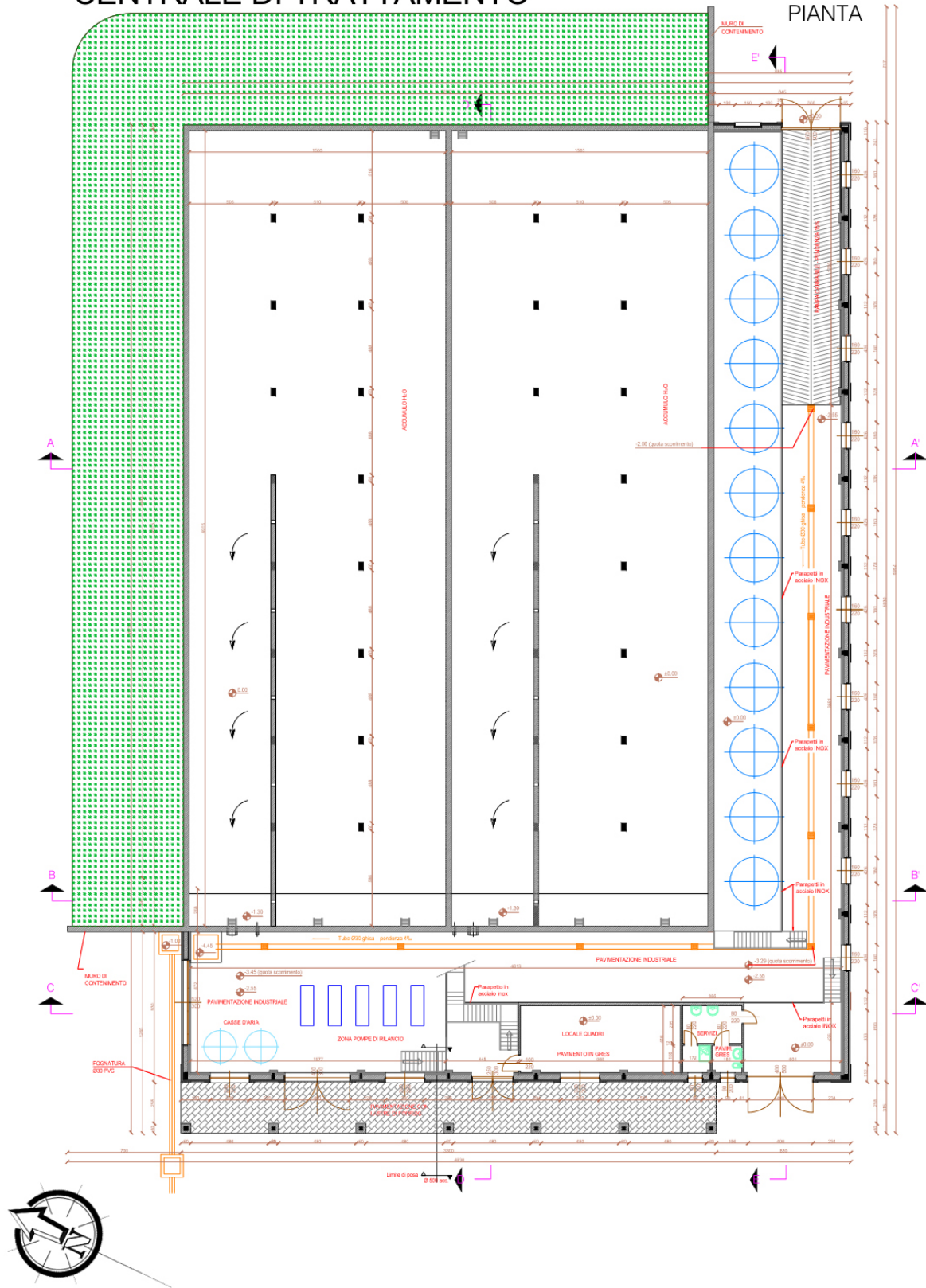
Foto 16 – Campo Pozzi – Pozzuolo Martesana

Il progetto architettonico:

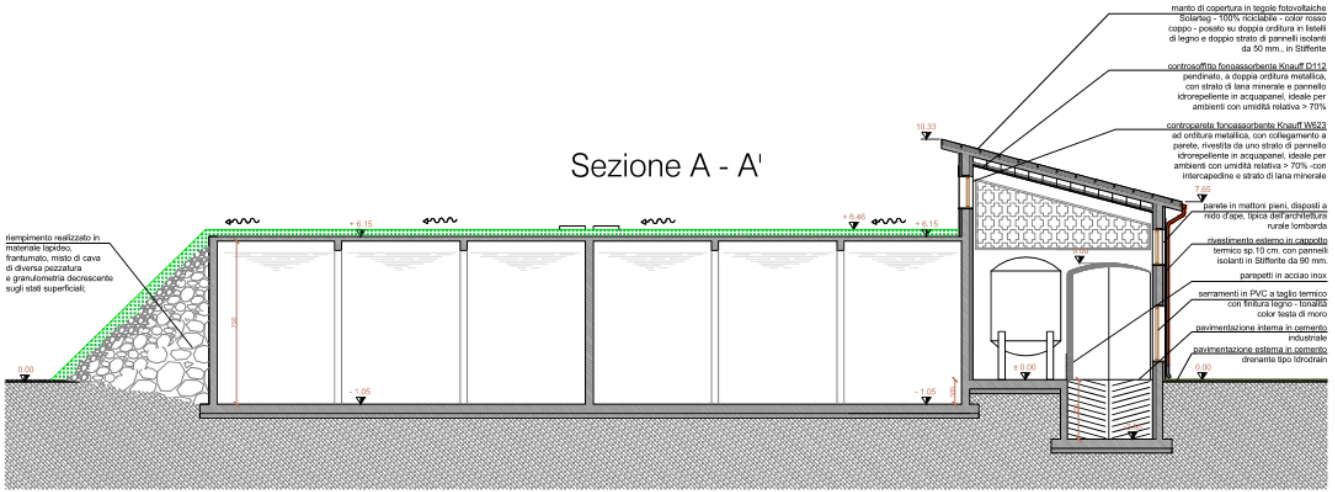
Il corpo di fabbrica principale ad "L" con copertura a falde costituisce la porzione maggiormente caratterizzante di tutto il progetto, sotto il profilo architettonico; composto da una stecca più lunga da 59,30 mt. disposta in direzione Est-Ovest e da una stecca più corta da 33,00 mt. in direzione Nord-Sud; la prima, con copertura spiovente a falda unica, occupa una superficie di circa 524 mq. con uno sviluppo in altezza al colmo pari a mt. 10,33; la seconda, dotata di porticato frontale, occupa una superficie di circa 307 mq. ed ha una copertura a doppia falda con altezza al colmo, pari a mt. 9,53; costituito da una struttura portante in cemento armato, con tamponamenti in blocchi di laterizio portante, forati, tipo Poroton, o in alternativa in blocchi di cemento cellulare portante, tipo Y-Tong o Gasbeton; le falde di copertura saranno in calcestruzzo, con inclinazione a 15°, impermeabilizzate superficialmente con doppio strato di guaina bituminosa, posata a caldo; sarà isolato termicamente con doppio strato di isolante termico in Stiferite Class SK, spessore 50 mm., con coefficiente termico 0,56 W/mqK (vedi allegato 23 e tav.3), montati su doppia orditura di listelli in legno 50x60 mm. Il manto di copertura sarà in tegole fotovoltaiche Solar Teg (vedi capitoli precedenti); i muri perimetrali saranno rivestiti con cappotto termico in Stiferite - (vedi allegato 23) rivestita da doppio strato di intonaco, con interposta rete porta intonaco per uno spessore di 10 cm., così da limitare i ponti termici, preservare la struttura negli anni e limitare gli sbalzi termici stagionali, a vantaggio di un microclima interno più stabile onde preservare le apparecchiature installate, da stress igro termici eccessivi; la tinteggiatura esterna dell'intonaco sarà in color " giallo Milano" (Rif. Tav. colori Gras Calce) simile al RAL 1021 tutte le finestre saranno realizzate con serramenti in PVC a taglio termico con vetro camera stratificato, con coefficiente termico 1,1 W/mqK - 32 dB di abbattimento acustico, con finitura esterna in pellicolato simil legno, tonalità testa di moro simile al RAL 8028; tutti i serramenti saranno dotati di grate anti effrazione in ferro zincato a caldo e tinteggiato a polvere color nero; inoltre onde evitare il proliferare di insetti e zanzare e preservare il più possibile l'ambiente interno, tutte le aperture saranno dotate di zanzariere fisse, interposte tra serramento e grata antieffrazione; anche il telaio di quest'ultime, ove visibile, sarà in tonalità testa di moro simile al RAL 8028; il progetto prevede la caratterizzazione degli edifici, ispirandosi palesemente all'archetipo della cascina lombarda, richiamando gli elementi architettonici, i materiali ed i colori tipici, re interpretati in un unicum estetico ispirato al passato: il mattone faccia a vista (vedi allegato 21) per le lesene, gli archi, le schermature a nido d'ape; il marmo serizzo per i davanzali delle finestre, per le cimase dei muri di contenimento, per le cornici delle finestre sotto il portico; la latorneria color testa di moro RAL 8028 per scossaline, canali e pluviali; il porfido per la pavimentazione del portico.

CENTRALE DI TRATTAMENTO

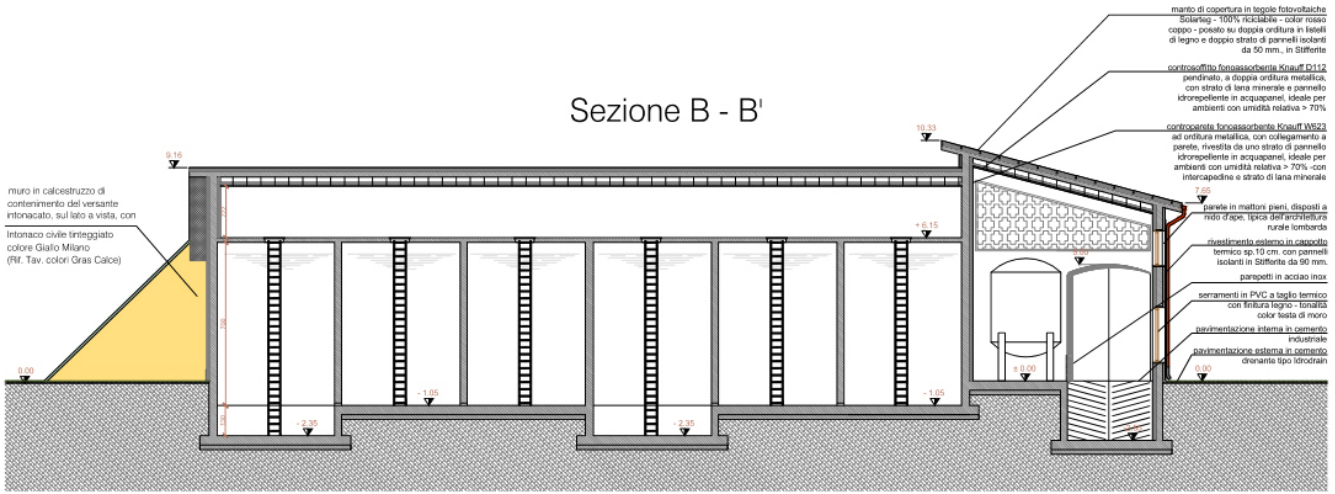
PIANTA



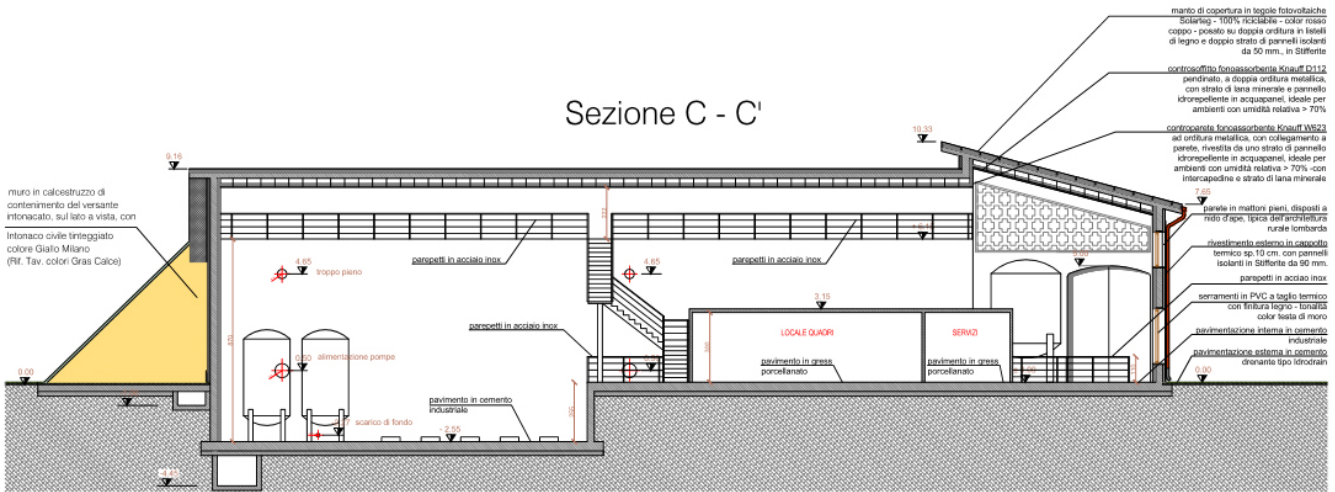
Sezione A - A'



Sezione B - B'

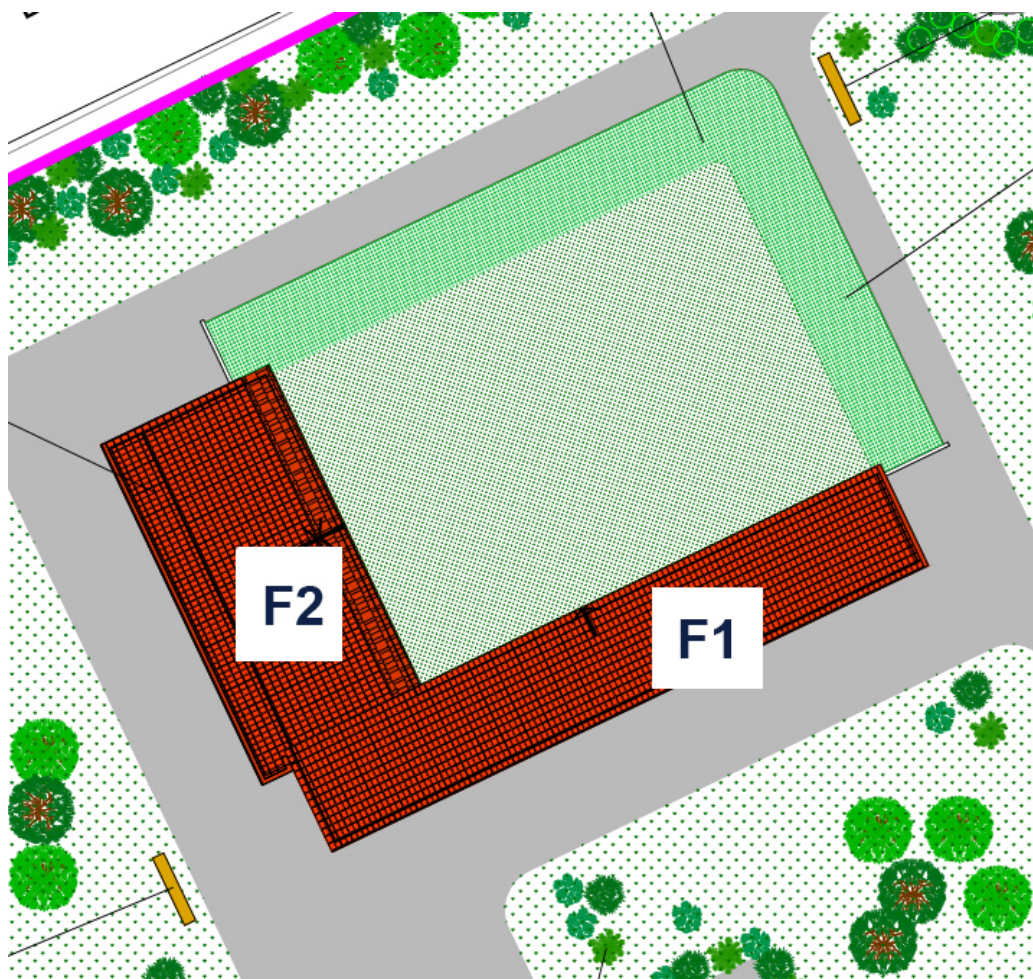


Sezione C - C'



La Tegola Fotovoltaica Solar TEG:

Nell'ottica di ridurre l'impatto sull'ambiente che potrà avere questo progetto, particolare attenzione è stata dedicata al risparmio energetico, non solo mediante l'utilizzo di pompe con sistema brevettato Drink Cup, utilizzate per i pozzi di captazione, bensì destinando la maggior parte delle superfici inclinate delle falde di copertura a tetto fotovoltaico, onde minimizzare il più possibile le emissioni di CO₂ in atmosfera dato dal consumo di energia elettrica, grazie all'utilizzo dell'energia solare quale fonte rinnovabile; le falde di copertura del corpo di fabbrica principale ad "L" sono per la maggior parte della superficie esposte favorevolmente verso SUD EST - SUD - OVEST ed avendo una inclinazione di 15° gradi si prestano perfettamente allo scopo;



Data la sensibilità del sito, sotto il profilo paesaggistico ambientale, è stato adottato un sistema fotovoltaico, minimamente impattante sia dal punto di vista ambientale che dal punto di vista paesaggistico; il progetto prevede infatti l'utilizzo di un modulo fotovoltaico, sull'intera superficie delle due falde più sposte a SUD e l'utilizzo del coppo tradizionale sulla falda meno esposta, rivolta verso NORD (vedi tav. 5). La tegola fotovoltaica Solar TEG, è realizzata in materiale riciclabile al 100%, pertanto di basso impatto ambientale, con un alto rendimento sotto il profilo energetico in termini di resa in KW, da celle fotovoltaiche; inoltre data la sua forma modulare ad altezze variabili ed al colore, ricordano molto l'estetica dei tradizionali tetti in tegole di terra cotta (vedi allegati 24 e 25);

LA TEGOLA GTFV 100 - Solar TEG

L'elemento edilizio fotovoltaico GTFV 100 presenta caratteristiche innovative rispetto a quanto fin'ora disponibile sul mercato:

LA FORMA: la cornice in resina termoindurente (SMC) è sagomata in modo da riprodurre, in scala ingrandita, la forma del tetto tradizionale, per una integrazione architettonica rispettosa dei più stretti vincoli paesaggistici e architettonici;

IL COLORE: le celle rosse, inserite nella cornice color cotto, creano un tetto cromatico che si avvicina a quello dei tetti in laterizio;

IL CONNETTORE: le GTFV 100 si collegano elettricamente una all'altra grazie ad un connettore brevettato a contatto (senza cavi), che rende rapido e semplice il montaggio sul tetto.

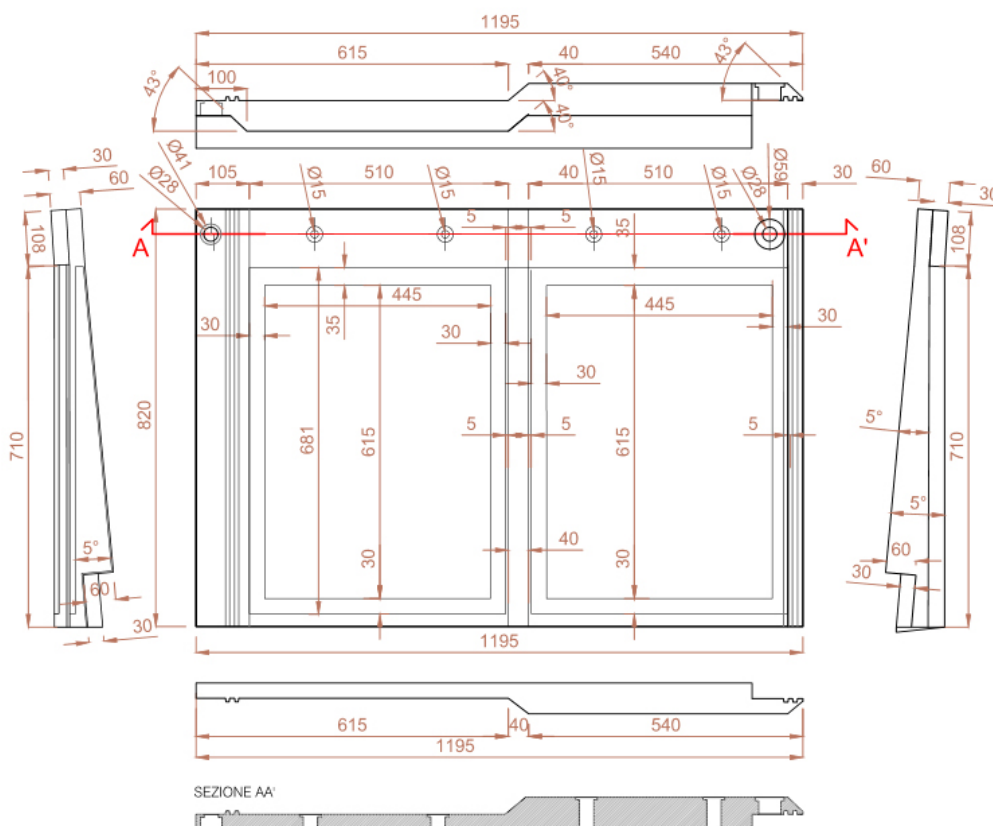
LA STRUTTURA: la struttura e il materiale conferiscono alla GTFV 100 una elevata resistenza meccanica. La GTFV 100 è calpestabile, resiste alla neve e ai carichi accidentali e non si deforma sotto sollecitazione termica dei cicli di gelo/disgelo.

A completamento della copertura, nelle zone in cui non c'è necessità di una superficie fotovoltaica, per uniformare il tetto sono disponibili le tegole GT aventi la stessa forma di quelle fotovoltaiche ma prive di modulo fotovoltaico:

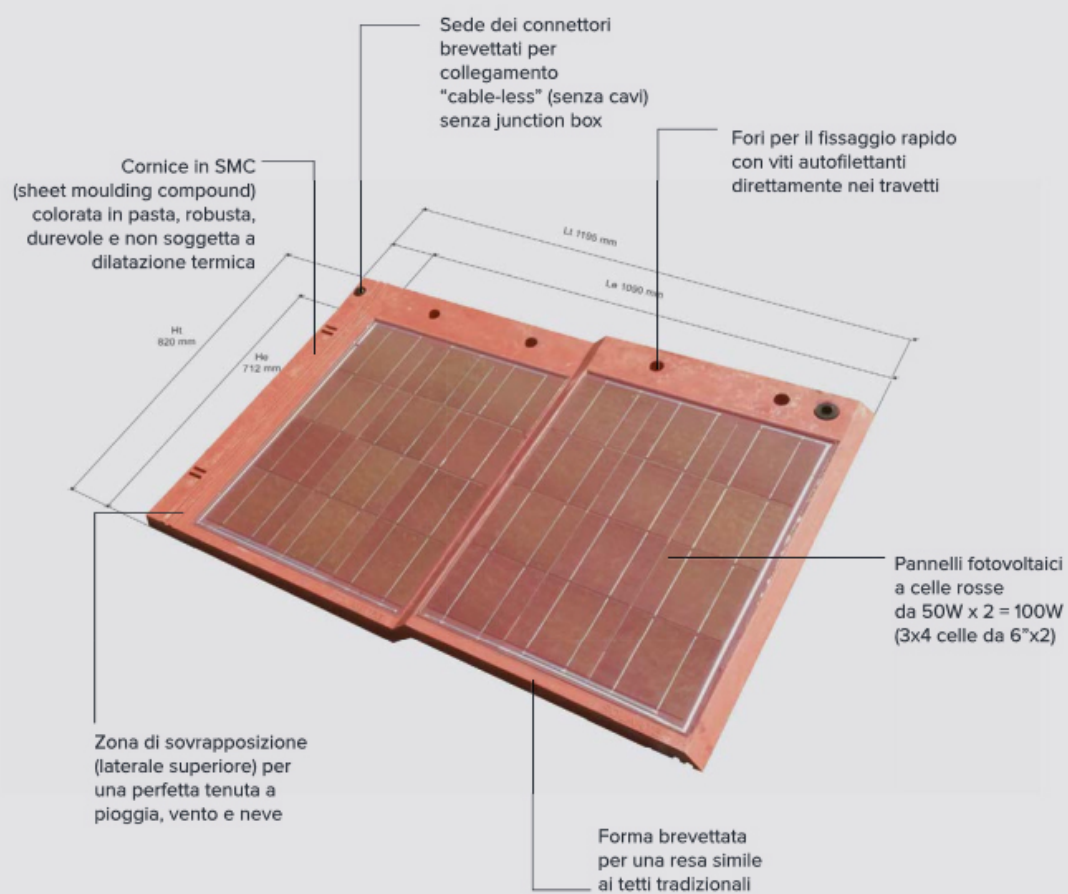
TEGOLE SOLARTEG GT (senza modulo fotovoltaico): di colore rosso-cotto in resina termoindurente SMC rinforzata da fibre di vetro e cariche minerali, ingelivo, resistente al fuoco, avente elevata resistenza meccanica.


Le tegole GT possono essere tagliate, sagomate a seconda della necessità.

1 tegola = 0,78 m² di superficie



10 tegole = 1 kilowatt = 8 mq



 100 % riciclabile





FALDA 1 (F1)

Orientamento falda: azim. 245° (Sud-Sud Ovest)

Inclinazione falda: ca. 15°

Superficie nominale disponibile > 616 m²

N. di tegole SOLARTEG GTFV100 (fotovoltaiche) installabili: 770 tegole

Potenza complessiva erogabile: 81,6 kWp

Solar radiation database used: PVGIS

PV system: 1.0 kWp

Producibilità media/annua unitaria stimata: 1.156,5 kWh/kWp

Producibilità media/annua stimata: 94.370 kWh

Month	E_{t_m}	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{share}	PR
Jan	42.9	42.9	1.38	3.7	82.8
Feb	62.4	62.4	2.23	5.4	83.8
Mar	104.2	104.2	3.36	9.0	82.5
Apr	117.5	117.5	3.92	10.2	80.8
May	141.5	141.5	4.56	12.2	78.5
Jun	150.2	150.2	5.01	13.0	76.8
Jul	158.3	158.3	5.11	13.7	75.4
Aug	135.1	135.1	4.36	11.7	75.6
Sep	101.0	101.0	3.37	8.7	78.4
Oct	66.7	66.7	2.15	5.8	80.7
Nov	41.4	41.4	1.38	3.6	81.3
Dec	35.3	35.3	1.14	3.1	81.6
Year	1156.5	1156.5	3.17	100.0	78.8

FALDA 2 (F2)

Orientamento falda: 155° (Sud-Sud Est)

Inclinazione falda: ca. 15°

Superficie nominale disponibile > 450 m²

N. di tegole SOLARTEG GTFV100 (fotovoltaiche) installabili: 565 tegole (557 x tegole da n.2 moduli fotovoltaici + 16 x tegole da n.1 modulo fotovoltaico)

Potenza complessiva erogabile: 59,9 kWp

Solar radiation database used: PVGIS

PV system: 1.0 kWp

Produttività media/annua unitaria stimata: 1.299,9 kWh/kWp

Produttività media/annua stimata: 77.864 kWh

Month	Et _m	Es _m	Es _s	E _{hore}	PR
Jan	51.6	51.6	1.66	4.2	84.8
Feb	71.4	71.4	2.55	5.8	84.7
Mar	113.3	113.3	3.65	9.2	82.5
Apr	123.0	123.0	4.10	10.0	80.7
May	145.1	145.1	4.68	11.8	78.4
Jun	152.2	152.2	5.07	12.4	76.7
Jul	161.4	161.4	5.21	13.1	75.4
Aug	140.0	140.0	4.52	11.4	75.5
Sep	107.7	107.7	3.59	8.8	78.5
Oct	73.2	73.2	2.36	6.0	81.1
Nov	48.0	48.0	1.60	3.9	82.8
Dec	43.0	43.0	1.39	3.5	84.1
Year	1229.9	1229.9	3.37	100.0	79.1

TOTALE

Falda n.	Superficie m ²	Tegole n.	Potenza KW	Produttività media annua kWh/anno
1	616	770	81,6	94.370
2	452	565	59,9	77.864
	m²	n.	KW	KWh/anno
TOTALE	1.068	1.335	141,5	172.234

TOTALE IMPIANTO

N. tegole SOLARTEG GTFV100 (fotovoltaiche): 1.335 tegole.

Potenza complessiva erogabile: 141,5 kWp

Produttività media/annua stimata complessiva: ca 174.234 kWh

In base al progetto di simulazione elaborato dalla società Solar-Teg si stima una produzione complessiva mensile pari a 174.234 kWh/anno /12= **14.520 kWh/mese**

La centrale pozzi di Pozzuolo Martesana, molto simile, per tecnologia installata a quella di progetto per Cornaredo, viene utilizzata come modello per simulare i consumi annui del nuovo impianto di Cornaredo, rettificando di poco i risultati, valutando di installare pompe di sollevamento Drink Cup, che comportano un risparmio minimo del 10% a pozzo, e ridimensionando i consumi al caso specifico; nelle seguente schema viene riepilogato il risultato dei consumi di energia elettrica simulati per la nuova Centrale Pozzi di Cornaredo:

POZZUOLO MARTESANA		CORNAREDO	
Tot. 2017	Media Mensile 2017	Tot. 2017	Media Mensile 2017
3.552.016	296.001	2.841.613	236.801

POZZUOLO MARTESANA		CORNAREDO	
Tot. 2018	Media Mensile 2018	Tot. 2018	Media Mensile 2018
2.936.369	244.697	2.349.095	195.758

Dalla simulazione si evince che a fronte di un consumo medio mensile annuo pari a **195.758 kWh**. Il tetto fotovoltaico in tegole Solar-Teg, così come stimato dal progetto produce un risparmio tendente ad una mensilità e pari a **174.234 kWh** (vedi allegato 26).

Abbattimento emissioni acustiche:

Nel merito delle emissioni acustiche, il progetto per la Centrale Pozzi di Cornaredo è stato concepito nel rispetto dell'attuale normativa vigente in materia; in particolar modo sono state considerate le seguenti norme:

- Deliberazione della Giunta Regionale 8 Marzo 2002 n. VII/8313 Approvazione del documento "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico.";
- Legge 26 Ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", pubblicata su G.U. Supplemento Ordinario n. 254 del 30/10/95.
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" pubblicato su G.U. Supplemento Ordinario n. 280 del 1/12/1997.

Come meglio esplicitato nella valutazione previsionale di impatto acustico, redatta a firma dell'ing. Silas Maria Delmatti (vedi allegato 27), ai sensi delle seguenti norme:

- Legge 26/10/95 N° 447/95
- D.P.C.M. 14/11/97
- D.M. 16/03/1998
- Legge Regione Lombardia N. 13 10/08/2001

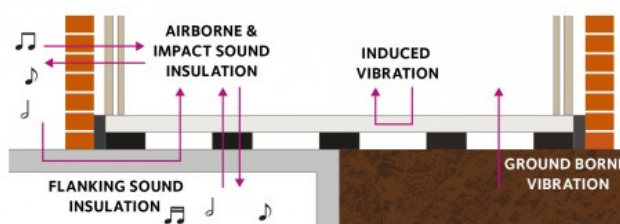
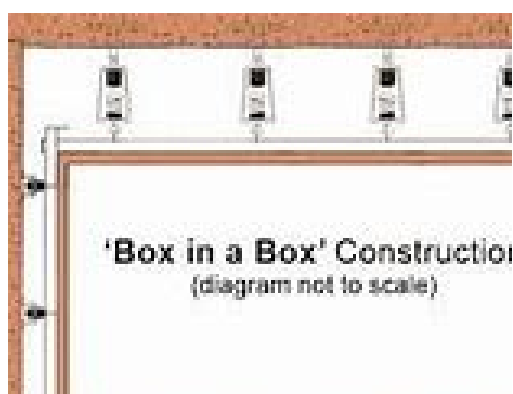
Sono stati verificati in sede progettuale tutti gli elementi strutturali e tecnologici maggiormente interessati dal fenomeno acustico, adottando materiali e soluzioni tecniche innovative e dedicate al fine di contenere il più possibile le emissioni sonore in ambiente esterno; come già illustrato nel capitolo relativo le Pompe sommerse con tecnologia Drink Cup, si consideri l'eliminazione della tubazione di mandata dell'acqua e l'installazione della pompa su supporto pneumatico delle pompe Drink Cup, fattori decisivi nell'abbattimento delle emissioni sonore verso l'ambiente esterno, per altro già basse per le pompe ad immersione tradizionali; la tecnologia a progetto per i 4 pozzi previsti garantirà un livello di emissioni sonore decisamente sotto la soglia massima prevista; (vedi allegati 2 e 27);

per quanto riguarda la centrale di accumulo, principale fonte di emissione sonora, data la presenza al suo interno delle pompe di rilancio, come sorgente sonora di maggior livello, è stata dedicata particolare attenzione allo sviluppo di un involucro edilizio particolarmente performante sotto il profilo dell'abbattimento acustico;

progettisti hanno considerato le frequenze di disturbo acustico e vibrazionale e le loro armoniche, così come le frequenze naturali delle strutture, per garantire la possibilità di raggiungere sufficienti livelli di isolamento acustico e dalle vibrazioni.

Il progetto prevede di utilizzare ed incorporare sistemi e misure di controllo delle vibrazioni per favorirne la mitigazione ed aumentare la riduzione del rumore propagato nell'aria.

In primis isolando le vibrazioni alla sorgente, con l'adozione di cuscinetti anti vibranti alla base del sistema di pompe, in modo da smorzare l'onda acustica verso il terreno e le strutture; l'edificio è stato poi studiato ispirandosi alla **soluzione "box in box"**, che punta creare una separazione a tutto tondo tra la fonte di rumore e le strutture circostanti;



Secondo questa logica la struttura portante è stata rivestita internamente con un sistema insonorizzante Knauf, che ha interessato i muri perimetrali ed il solaio a falde della copertura:

- in tutti i muri perimetrali dell'edificio è prevista l'installazione di una contro parete interna, isolante acusticamente, realizzata con sistema Knauf 623, ad orditura metallica e collegamento a parete, con intercapedine d'aria, strato di isolante termo acustico in lana minerale, barriera al vapore in alluminio e lastra knauf Acquapanel Outdoor di chiusura (vedi allegato 28 e tav.3);

la lastra knauf Acquapanel Outdoor, concepita per il montaggio in ambiente esterno, è un materiale robusto, stabile e resistente all'acqua, indicato per la realizzazione di facciate e pareti di tamponamento a secco ad elevate prestazioni di isolamento termico ed acustico, cappotti prestazionali, controsoffitti esterni, rivestimento di impianti tecnici esterni (vedi allegato 29 e tav. 3);

- nelle falde del tetto è prevista l'installazione di un controsoffitto isolante acustico, realizzato con sistema Knauf D11 ad orditura metallica e collegamento al solaio, con intercapedine d'aria, strato di isolante termo acustico in lana minerale, barriera al vapore in alluminio e lastra knauf Acquapanel Outdoor di chiusura (vedi allegato 30 e tav.3);

tutte le finestre saranno realizzate con serramenti in PVC a taglio termico con vetro camera stratificato, con coefficiente termico 1,1 W/mqK - 32 dB di abbattimento acustico;

I 4 portoni di accesso dall'esterno, saranno realizzati in metallo, con rivestimento esterno in doghe di legno massello e saranno dotate di intercapedine interna al telaio, occupata da uno strato di isolante termo acustico in lana minerale;

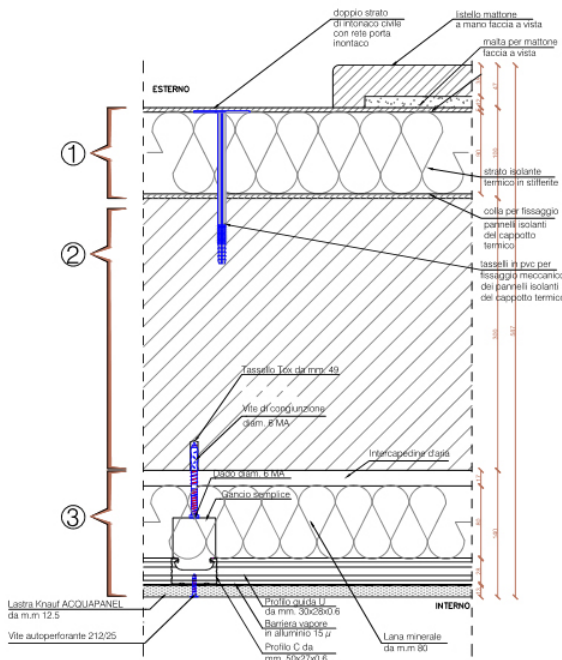
Riduzione sbalzi termici:

Al fine di ridurre gli sbalzi termici eccessivi e preservare quindi lo stato di funzionamento delle apparecchiature contenute all'interno della Centrale Pozzi di Cornaredo, l'edificio è stato concepito con soluzioni tecniche performanti sotto il profilo termico; in particolar modo i muri perimetrali saranno rivestiti con cappotto termico in Stiferite spessore 10 cm. con coefficiente termico $0,26 \text{ W/mqK}$ - (vedi allegato 23) rivestita da doppio strato di intonaco, con interposta rete porta intonaco per uno spessore di 10 cm., così da limitare i ponti termici, preservare la struttura negli anni e limitare gli sbalzi termici stagionali, a vantaggio di un microclima interno più stabile onde preservare le apparecchiature installate, da stress igro termici eccessivi; tutte le finestre saranno realizzate con serramenti in PVC a taglio termico con vetro camera stratificato, con coefficiente termico $1,1 \text{ W/mqK}$; le falde di copertura saranno in calcestruzzo, con inclinazione a 15° , impermeabilizzate superficialmente con doppio strato di guaina bituminosa, posata a caldo; sarà isolato termicamente con doppio strato di isolante termico in Stiferite Class SK, spessore 50 mm., con coefficiente termico $0,56 \text{ W/mqK}$ (vedi allegato 23 e tav.3), montati su doppia orditura di listelli in legno $50 \times 60 \text{ mm}$. Il manto di copertura sarà in tegole fotovoltaiche Solar Teg (vedi capitoli precedenti); questa combinazione di elementi risulta inoltre rispondente dei limiti di trasmittanza fissati dalla legislazione in vigore indicate nel DM 26/6/2015, per la Zona Climatica "E"; pur trattandosi di edificio freddo, privo di impianto di riscaldamento, questo lo qualifica come edificio altamente performante sotto il profilo termico;

DETTAGLIO 1 - scala 1: 5

VISTA IN PIANTA DEL MURO PERIMETRALE CON ISOLAMENTO ACUSTICO E TERMICO

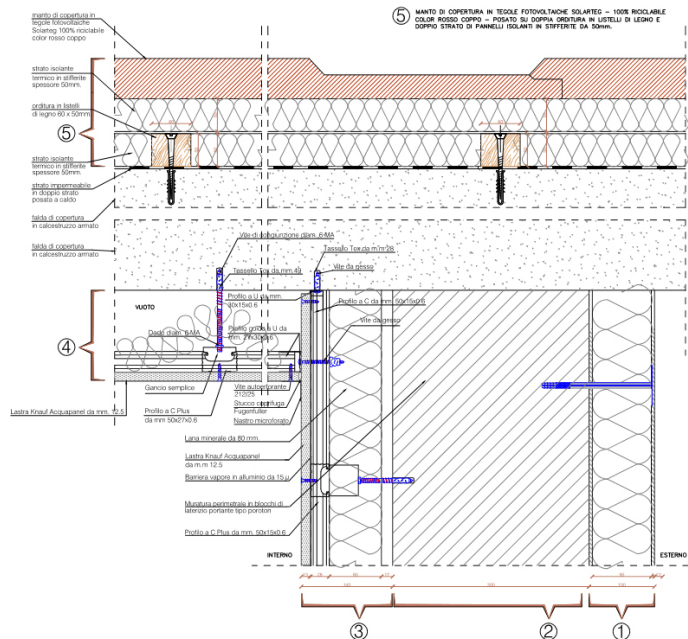
- ① CAPPOTTO TERMICO IN STIFERITE - RIVESTITA DA DOPPIO STRATO DI INTONACO CAIE, CON RETE PORTA INTONACO - IN TINTOGGATO IN COLOR GIALLO MILANO (Rif. Tav. colori Gras Calce)
- ② TAMPONAMENTO PERIMETRALE IN CEMENTO CELLULARE E/O LATERIZIO-POROTON
- ③ CONTROPARETI KNAUF W623 AD ORDITURA METALLICA E COLLEGAMENTO A PARETE E RIVESTIMENTO CON LASTRA SEMPLICE



DETTAGLIO 2 - scala 1: 5

VISTA IN SEZIONE DEL NODO MURO PERIMETRALE E COPERTURA - CON ISOLAMENTO E CONTROSPINTO

- ① CAPPOTTO TERMICO IN STIFERITE - RIVESTITA DA DOPPIO STRATO DI INTONACO CAIE, CON RETE PORTA INTONACO - IN TINTOGGATO IN COLOR GIALLO MILANO (Rif. Tav. colori Gras Calce)
- ② TAMPONAMENTO PERIMETRALE PREFABBRICATO IN CALCESTRUZZO ARMATO
- ③ CONTROPARETI KNAUF W623 AD ORDITURA METALLICA E COLLEGAMENTO A PARETE E RIVESTIMENTO CON LASTRA SEMPLICE
- ④ CONTROSPINTO ISOLANTE ACUSTICO - KNAUF D11 AD ORDITURA METALLICA RIVESTIMENTO IN LASTRE ORDIREPULENTI IN ACQUAPANEL
- ⑤ MANTO DI COPERTURA IN TEGOLE FOTOVOLTAICHE SOLARTEG - 100% RICICLABILE COLOR ROSSO COPPO - ISOLATO SU DOPPIA ORDITURA IN LISTELLI DI LEGNO E DOPPIO STRATO DI PANNELLI ISOLANTI IN STIFERITE DA 50MM.



Dettagli costruttivi parete perimetrale e nodo parete copertura (vedi Tav.3)

Percorsi in cemento drenante:

Tutti percorsi interni, di connessione tra le camerette avan pozzo e la centrale di accumulo, saranno costituiti da posa in opera di conglomerato cementizio, tipo I.idro DRAIN, a base di leganti idraulici cementizi, graniglie selezionate di granulometria tra 3 e 11 mm e di additivi sintetici, con una resistenza a compressione > 10 MPa, avente caratteristiche drenanti e traspiranti (fino a 1000 mm/min), con alta percentuale di vuoti, da impastare con sola acqua, da applicare mediante l'utilizzo di mezzi meccanici oppure a mano, nell'idoneo spessore e correttamente compattato, su diversi tipi di sub-strati. Al fine di mantenere le proprietà drenanti del prodotto non devono essere aggiunte sabbie o polveri di alcun genere, ne' allo stato fresco ne' allo stato indurito, che possano occludere i vuoti presenti nel prodotto.

CHRYSO DRAIN Air è un additivo specifico per la realizzazione di calcestruzzi ad alta capacità drenante, di facile messa in opera e con ottime caratteristiche di durabilità.

CHRYSO DRAIN determina l'introduzione di microbolle d'aria i cui diametri sono compresi tra 50 e 300. Quest'aria occlusa permette di produrre miscele con percentuali di vuoti dal 15 al 25%, consentendo un'alta capacità di drenaggio del calcestruzzo (> 200 lt/mq/min).

Conferisce al calcestruzzo un effetto tixotropico aumentando fortemente la plasticità. Nel calcestruzzo indurito, l'aria occlusa conferisce, inoltre, una forte resistenza ai cicli di gelo e disgelo.

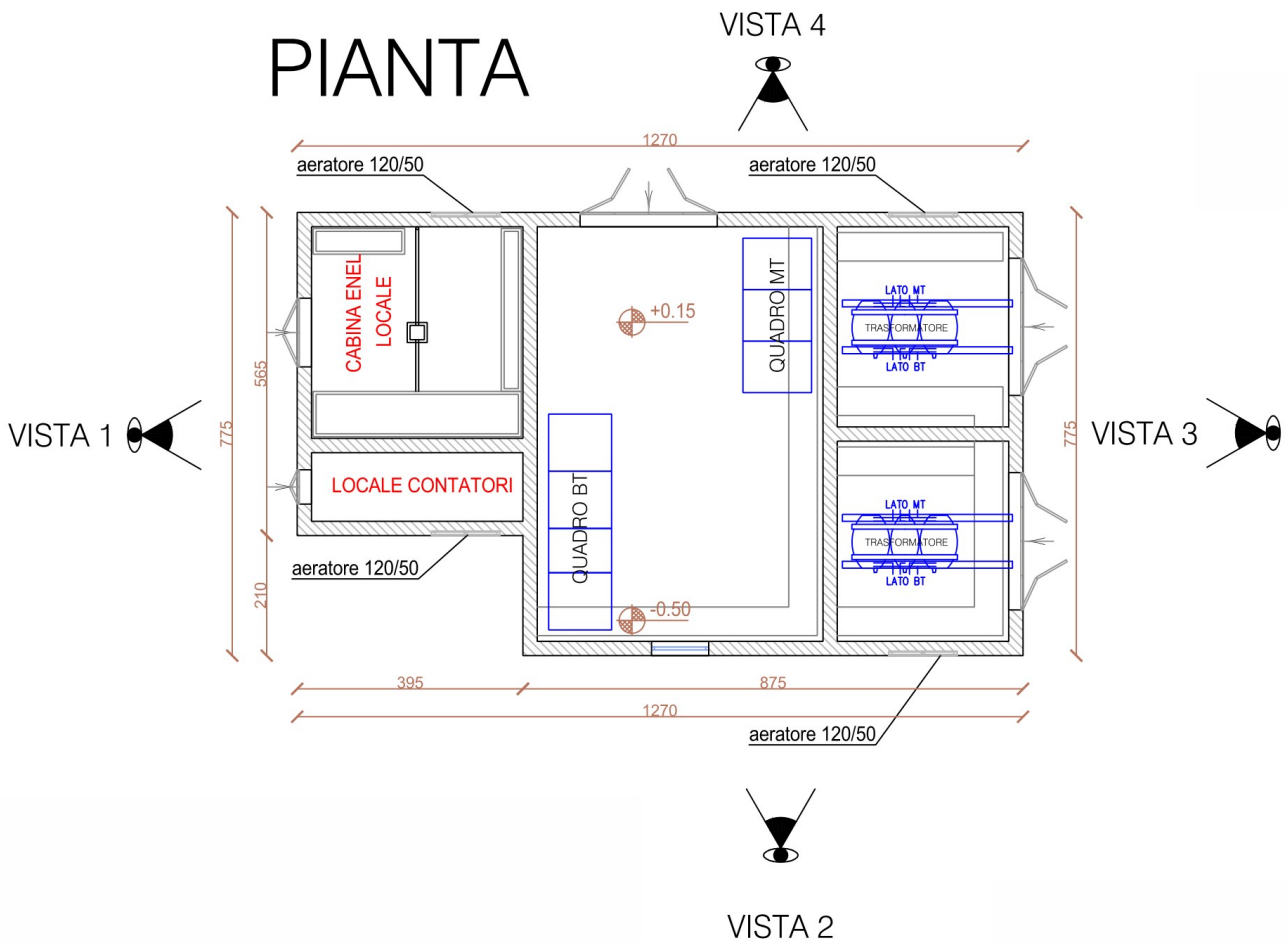
VANTAGGI :

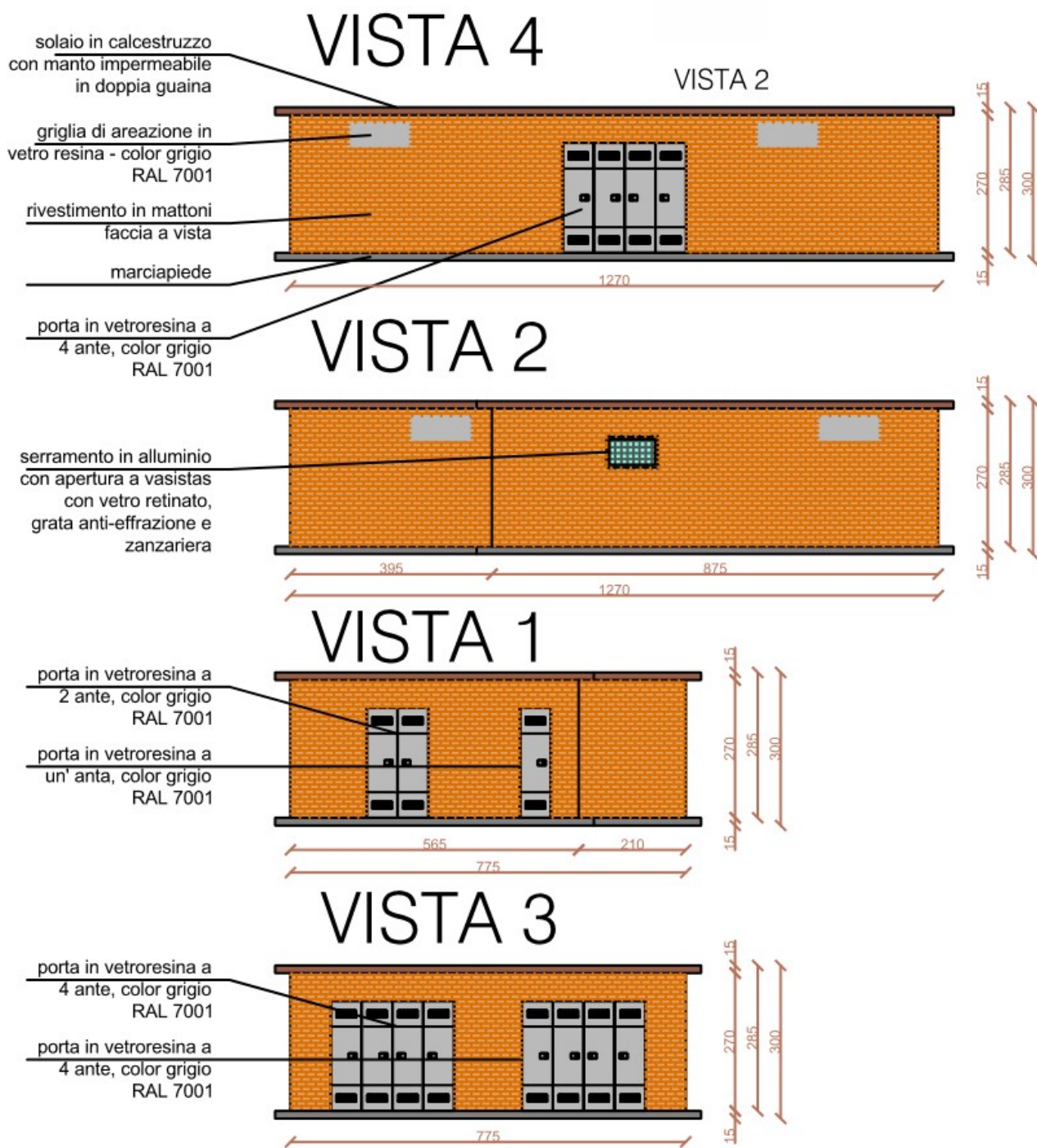
- permette il continuo ricircolo dell'aria all'interno della massa, accelerando il processo di scioglimento della neve o del ghiaccio, evitando la formazione di lastre;
- permette il deflusso delle acque, riduce quindi il ruscellamento e l'acqua planning;
- garantisce il recupero dell'acqua in falda (drenaggio profondo), quindi è particolarmente adatto per interventi in zone soggette a tutela ambientale, nelle quali sia prevista la restituzione delle acque al terreno;
- aumenta sensibilmente l'effetto "Albedo", riducendo la temperatura al suolo anche di 30°C in stagione estiva rispetto ad una normale pavimentazione in asfalto;
- riduce i costi di trattamento delle acque meteoriche in quanto mantiene le proprie caratteristiche fisico-meccaniche nel tempo, necessita solamente di una semplice manutenzione ordinaria, la pulizia può essere fatta con normali idropulitrici;
- le pavimentazioni fatte con I.idro DRAIN, non subiscono deformazioni relative alla temperatura evitando quindi affossamenti di cavalletti o ormaie di pneumatici;



La Cabina ENEL:

L'area di progetto sarà interessata dalla presenza di una cabina ENEL, destinata esclusivamente al fabbisogno elettrico continuativo, necessario principalmente al funzionamento delle pompe di sollevamento, delle pompe di spinta e di tutto l'apparato tecnologico presente all'interno del Campo Pozzi di Cornaredo; questa sarà posizionata in prossimità dell'ingresso all'area ed occuperà una dimensione in pianta di 12,70 mt. x 7,75 mt. per una altezza pari a mt. 2,85; sarà divisa internamente in 5 ambienti: 2 locali contatori, 2 locali trasformatori ed un ambiente centrale più ampio con i quadri di media e bassa tensione; la struttura sarà un prefabbricato in calcestruzzo, a copertura piana, con porte ed aperture di areazione a norma in vetroresina in color grigio RAL 7001; esternamente sarà rivestito con mattoni paramano faccia a vista (vedi allegato 20 e tav.3), così come per le camerette avan-pozzo e la centrale pozzi, per meglio integrarsi con il contesto rurale; la copertura piana sarà impermeabilizzata mediante l'applicazione a caldo di un doppio strato di guaina catramata; attorno alla cabina sui lati nord ed Est sarà costruito un marciapiede in cemento drenante I-dro DRAIN, della profondità di mt. 2,80, collegata alla restante pavimentazione dei percorsi interni all'area, che consentirà l'accesso agli ambienti interni della cabina;





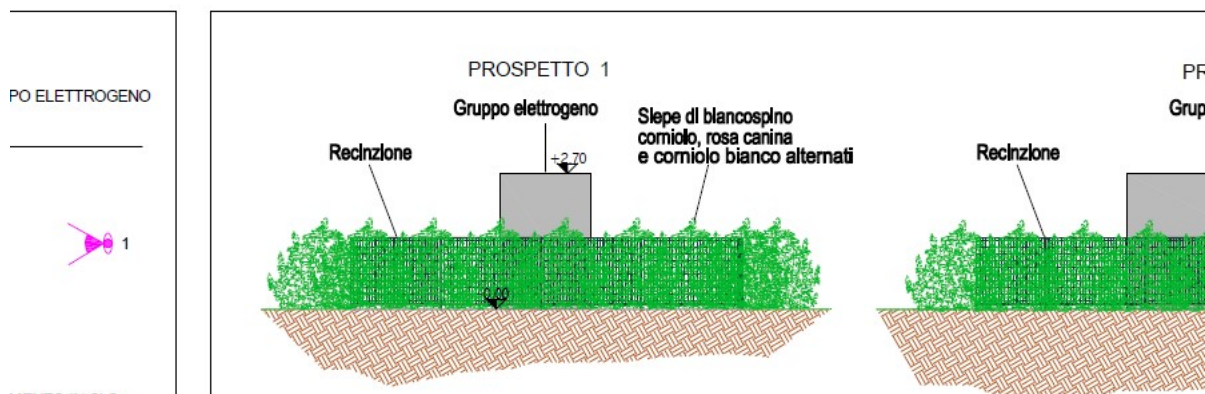
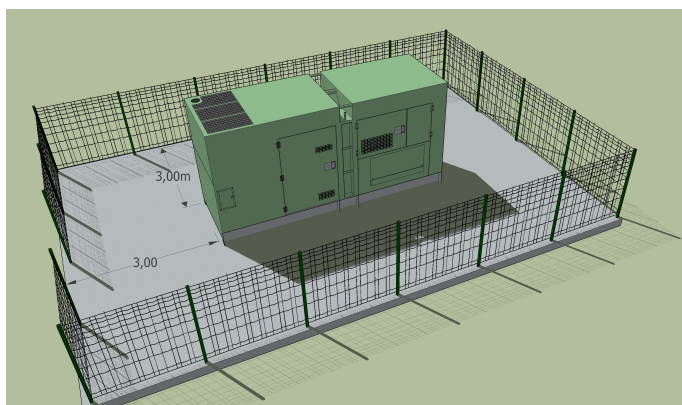
Il Generatore Elettrico Ausiliario:

Per sopperire alle interruzioni casuali di energia elettrica che si possono verificare nella rete di distribuzione, è prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno.

Il generatore previsto avrà una potenza elettrica reale pari a 320 kW e una potenza elettrica nominale di 400 kVA, mentre la pressione acustica massima consentita a 7 metri sarà pari a 75dB(A).

Ai fini della prevenzione degli incendi e allo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone e dei beni, il generatore sarà installato all'aperto su apposito basamento contornato da un'area avente profondità non minore di 3 m priva di materiali o vegetazione che possano costituire pericolo di incendio.

Il basamento, di dimensione 11,40 mt. x 7,80 mt. in Cemento drenante I-dro DRAIN sarà confinato con recinzione tipo orso-grill, tonalità verde scuro RAL 6005, senza muretto di fondazione a vista. Al fine di limitare l'impatto con l'ambiente circostante, saranno posizionate delle siepi di mascheramento al contorno ed il generatore sarà completamente tinteggiato o rivestito con apposita pellicola (con la tecnica del wrapping) in tonalità di verde pastello molto chiaro - RAL 6019; (vedi tav. 5);



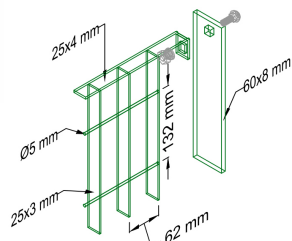
Particolare ubicazione gruppo elettrogeno;

La Recinzione :

la recinzione del campo Pozzi di Cornaredo è stata studiata per assolvere la funzione di protezione e delimitazione dell'area, ma al tempo stesso per potersi integrare armonicamente al contesto naturalistico; l'altezza massima è limitata a mt. 1,85 così da non costituire una barriera ottica insormontabile; particolare attenzione è stata data alla fauna locale ed alla possibilità di accesso al campo da parte di tutte quelle specie autoctone che non reteranno così, confinate all'esterno del campo stesso; la recinzione sarà posizionata a distanza di 35 / 40 cm. da terra e sarà montata su una fondazione in calcestruzzo completamente interrata e non sporgente dal piano campagna, così da lasciare libero passaggio nella parte sottostante (vedi tav.3); la recinzione sarà realizzata in due tipologie di materiale; la porzione di recinzione che si affaccerà sulla strada di accesso al campo pozzi, lato SUD, sarà realizzata in pannelli di acciaio grigliato, zincato e colorato, completi di montanti di sostegno - tinteggiata in color verde scuro RAL 6005. Su di essa si apriranno i cancelli carrabile e pedonabile di accesso al sito; le soglie d'accesso devono essere costituite da un cordolo in CLS leggermente rilevato e smussato solidale con la struttura generale e contenente le bussole di fermo dei cancelli. Il cancello carraio sarà realizzato in acciaio zincato e verniciato; sarà a due ante a battente, costituite da: piantane laterali in profilato scatolato, zoccolatura cm. 4,26, due cerniere per anta, maniglia in alluminio, serratura tipo CAP in opera, comprensivo di ogni accessorio e cavo di sicurezza. Il cancello pedonale sarà in acciaio zincato e verniciato, un'anta a battente costituito da: piantane laterali in profilato scatolato, zoccolatura cm. 1,05, due cerniere, maniglia in alluminio, serratura tipo CAP in opera, comprensivo di ogni accessorio. La bulloneria di collegamento deve essere del tipo speciale di sicurezza, in acciaio inox per rendere estremamente difficile lo smontaggio dei pannelli stessi. La verniciatura delle opere in ferro è costituita da un rivestimento colorato in resina termoindurente in conformità alle norme UNI, DIN, ASTM nella tonalità verde scuro - RAL 6005;

RECINZIONE ORSOGRILL

Grigliato in ferro zincato a bagno e verniciato con resine termoindurenti RAL 6005



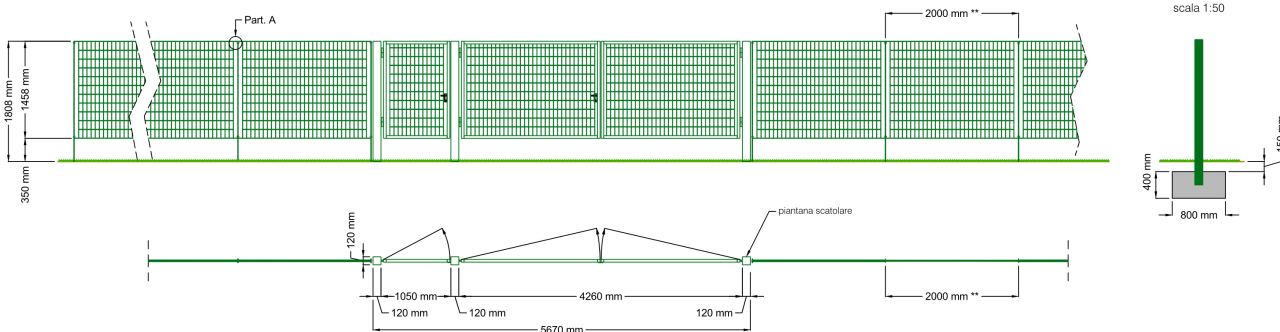
Particolare A

PANNELLO		PIANTANA		PUNTI DI FISSAGGIO	
ALTEZZA mm	PESO Kg/m ²	SEZIONE mm	LUNGHEZZA mm	PESO Kg/cad	n°
930	9.5	60 x 8	1210	4.2	2
1194	9.1	60 x 8	1494	5.2	2
1326	8.9	60 x 8	1625	5.7	2
1458	8.8	60 x 8	1758	6.1	2
1722	8.6	60 x 8	2015	7.0	2
1986	8.4	60 x 8	2336	8.2	2

** Pannelli standard di completamento: interasse mm 1650/1340/905/720/535

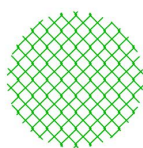
PANNELLO RECINZIONE

SEZIONE scala 1:50



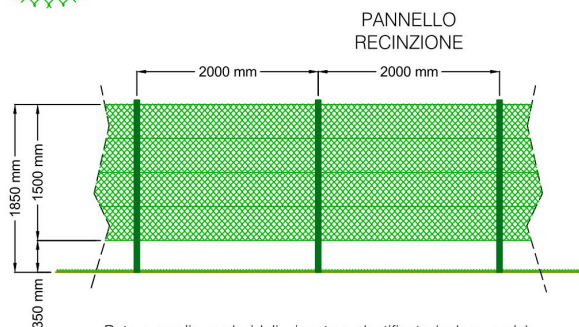
la recinzione per i lati Nord, Est ed Ovest sarà realizzata in rete plastificata, a maglie romboidali, installata su montanti in profilati circolari di ferro, zincati DN 2", predisposti con 5 fori equidistanti per il passaggio del filo di ferro plastificato, color verde scuro; saranno posizionate diagonali di rinforzo in prossimità degli angoli della recinzione; il tutto nella tonalità verde scuro - RAL 6005;

RECINZIONE RETE PLASTIFICATA



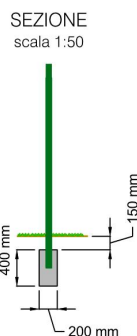
Recinzione rete plastificata a maglie romboidali:

Montanti in profilati circolari di ferro zincati DN 2", verniciatura finale colore verde, con 5 fori equidistanti per il passaggio di filo di ferro plastificato colore verde per legatura della rete, diagonali di rinforzo in corrispondenza degli angoli della recinzione



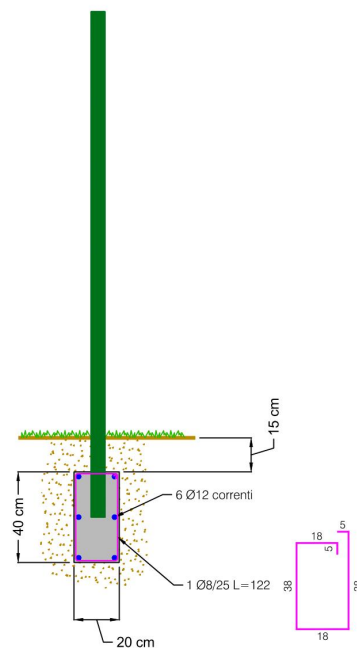
Rete a maglie romboidali, zincata e plastificata (colore verde) RAL 6005

ALTEZZA cm	MAGLIA mm	Diametro filo mm	Lunghezza rotolo m
100	50 x 50	2,9	25
125	50 x 50	2,9	25
150	50 x 50	2,9	25
175	50 x 50	2,9	25
200	50 x 50	2,9	25
225	50 x 50	2,9	25

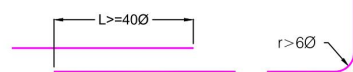


FERRI ARMATURA MURO RECINZIONE

scala 1:20



PRESCRIZIONI PIEGATURA E SORMONTA FERRO



Gli Interventi di mitigazione:

la proposta di opere ambientali di mitigazione e miglioramento ambientale previsti nel progetto per la nuova centrale di Pozzi di Cornaredo, sono frutto di uno studio preliminare dal titolo "Opere ambientali di mitigazione e compensazione degli interventi per l'approvvigionamento idrico dei Comuni del Nord di Milano" del dicembre 2018 a firma del Dott. Dante Spinelli e della Dott.ssa Antonella Anzani, del Centro Studi Biologia Ambientale, (vedi allegati 32,32,33,34,36) con alcune variazioni relative agli interventi di ingegneria ambientale (vedi pag. 19 dell'allegato 31) che sarà sostituito da un intervento con Prati Armati, e con l'inserimento di opere di mitigazione in "bamboo" ornamentale attorno alle testate pozzi (vedi tav. 5), come meglio illustrato nei capitoli successivi; la proposta si propone di offrire una soluzione progettuale migliorativa e di qualificazione ecologica e paesaggistica per l'area a verde, destinata prevalentemente come terreno seminativo irriguo; una serie di soluzioni ambientalmente compatibili con la realtà territoriale circostante e con gli obiettivi di conservazione dell'attuale paesaggio urbano entro i cui confini ricade l'area d'intervento.

Le opere proposte si configurano come compensative e rafforzative sul piano ecologico in quanto vogliono:

- dare valore ecologico di qualità all'area d'intervento ed alle opere in progetto;
- migliorare la connessione ecologica con il territorio circostante; (Parco Agricolo Sud Milano, RER e REP);

- riqualificare e rafforzare dal punto di vista vegetazione l'area, incrementando la presenza di specie caratteristiche e le specie compagne dell'habitat, utilizzando materiale vegetale autoctono di provenienza locale, fornito da vivai regionali specializzati nella produzione di piante autoctone certificate;
- contrastare l'espansione delle specie vegetali alloctone;
- ripristinare l'antico paesaggio rurale riattivando il sistema delle canalizzazioni ancora presenti;

Gli interventi proposti nell'ambito della realizzazione per la nuova centrale Pozzi di Cornaredo, sono di mitigazione e compensazione ambientale delle opere in progetto relativamente all'area di proprietà al fine della sua riqualificazione ecologica e dell'inserimento nel paesaggio agricolo circostante, ovvero:

miglioramento delle condizioni ambientali

I presidi naturali residui rappresentati essenzialmente da elementi lineari, versano in uno stato di salute critico a causa degli impatti legati all'intenso sfruttamento antropico del territorio. La cattiva gestione e l'incuria hanno portato, laddove persistono, a siepi e filari destrutturati, isolati, erosi dalla matrice agricola o, in casi peggiori, dall'edificato. Per quanto di competenza sarà proposta la ricostruzione di tali elementi lineari per dare maggiore continuità alla realtà esistente, potenziando così il corridoio ecologico dell'area e contribuendo alla diversificazione degli habitat, oltre che per aumentare la complessità dell'agroecosistema della pianura circostante, arricchire e diversificare il paesaggio rurale (generare tasselli ecologicamente stabili idonei alla fauna selvatica potenziale);

Il presente progetto rappresenta un ulteriore strumento volto al potenziamento della rete ecologica del territorio, per contrastare la frammentazione e la banalizzazione degli ecosistemi e rientra in un campo di strategie che, a livello internazionale, vengono attuate per cercare di potenziare gli ecosistemi residui in contesti antropizzati sviluppando le condizioni necessarie a mantenere vitali, nel lungo periodo, le specie e le popolazioni animali e vegetali minacciate con effetto anche a livelli ecologici superiori (comunità, paesaggio, eco regione...).

Nello specifico si prevede la realizzazione di:

- Filari semplici e composti (elementi lineari)
- Prati stabili autoctoni

proposta progettuale

Come già descritto precedentemente, la presente proposta progettuale vuole:

- dare valore ecologico di qualità all'area d'intervento ed alle opere in progetto;
- migliorare la connessione ecologica con il territorio circostante;
- riqualificare e rafforzare dal punto di vista vegetazione l'area dando continuità al sistema di siepi e filari presenti ed incrementando la presenza di specie caratteristiche e di specie compagne dell'habitat, utilizzando materiale vegetale autoctono di provenienza locale, fornito da vivai regionali specializzate nella produzione di piante autoctone certificate.
- contrastare l'espansione delle specie vegetali alloctone
- ricreare micro - habitat idonei alla fauna selvatica.

Considerata da un lato le potenzialità del substrato ad ospitare cenosi di tipo mesofilo e igrofilo ma anche, dall'altro, la scarsa presenza delle specie caratteristiche all'interno degli attuali habitat di progetto, l'intervento di ricostruzione degli habitat all'interno dell'area di progetto si baserà su tre principali linee operative:

- 1) ricreare o rafforzare le condizioni ecologiche che favoriscano lo sviluppo degli habitat, come ad esempio il contenimento delle specie esotiche invasive;

- 2) mettere a dimora le specie caratteristiche e le specie compagne dell'habitat, utilizzando materiale vegetale autoctono di provenienza locale, fornito da vivai regionali specializzati nella produzione di piante autoctone certificate, che saranno poste a dimora soprattutto nel corridoio verde tra l'edificio di nuova costruzione e l'edificio esistente, ad uso residenziale;
- 3) favorire la naturale evoluzione dell'habitat verso stadi più maturi e maggiormente caratterizzati dal punto di vista floristico.

La superficie di progetto filtrante è tutta la superficie non interessata dall'edificio di progetto; quanto resta libero, non occupato dall'edificio della centrale di accumulo e di trattamento dell'acqua potabile, dalle camerette avampozzo con le aree di tutela assoluta e dai percorsi drenanti;

Questa superficie drenante costituisce a superficie naturalistica di maggior evidenza, in continuità con il campo agricolo confinante sul lato NORD e sarà completamente inerbata mediante la semina di prati stabili, autoctoni con colorazioni e tonalità tipiche del prato fiorito:

Il "prato fiorito" è uno dei modi con il quale si può realizzare un giardino fai da te senza l'impiego di un tappeto verde. Il prato fiorito non è altro che una varietà di semi di specie differenti (ad esempio margherita, papavero, fiordaliso), che comprendono le *graminacee* (le erbe che costituiscono i tappeti erbosi tradizionali che fioriscono e resistono a condizioni climatiche estreme) e le piante erbacee dalle vistose fioriture (ad esempio *Aster dumus* o *Arundinaria japonica*).

Il terreno di progetto, così trattato, costituirà la base arborea per la messa a dimora della barriera vegetale, prevista verso EST, nel corridoio verde tra l'edificio di nuova costruzione destinato a centrale di accumulo e trattamento e l'edificio esistente, ad uso residenziale di bassa densità, costituito da villette mono familiari indipendenti, disposte in serie; una barriera visiva, una mascheratura verde costituita dalla messa a dimora di piante ad alto e medio fusto, a costituire filari semplici e composti, dove l'alternanza di due tipologie, poste a dimora come filare in serie, movimentata l'andamento in pianta ed alzato, favorendo la percezione della componente naturalistica nella sua varietà, come predominante su quella architettonica dell'edificio a progetto;

un intervento di mitigazione attuato anche con la messa a dimora di siepi miste, con specie vegetali autoctone idonee e compatibili con il contesto territoriale, per garantire ai residenti, confinanti ad EST con l'area di progetto, una percezione ambientale con prevalente dell'elemento naturale, su quello artificiale, una zona filtro con lo scopo di attenuare la presenza del nuovo manufatto edilizio;

inoltre saranno posti a dimora nuovi cespugli lungo il perimetro del terreno, a ridosso della recinzione metallica ed interposti tra un passaggio e l'altro e/o tra una cameretta avan-pozzo e l'altra, così da ricostituire delle fasce tampone o delle cortine a verde, distribuite prevalentemente sul perimetro, ma anche sparse all'interno della zona inerbata;

Nel contesto pianiziale, impoverito dalle pratiche agronomiche moderne, le cortine ripariali e le fasce tampone rappresentano importanti aree rifugio per la naturalità residuale. Le siepi e i filari interpoderali offrono alle specie vegetali ambienti diversificati a seconda della natura e della profondità del suolo su cui

sono insediate, della larghezza e dell'orientamento della siepe, della struttura, ecc..

Su suoli maturi e freschi danno luogo a lembi di vegetazione boschiva con presenza di specie nemorali sempre più rare in pianura, su suoli asciutti, invece, consentono l'accantonamento di una flora xero - termofila tipica della fascia collinare. Le siepi interpoderali svolgono a favore della conservazione e dell'incremento della biodiversità un altro ruolo importante come elemento di connessione ecologica in grado di consentire lo spostamento degli organismi animali e vegetali (es. Biancospino, Fusaggine, Sambuco, Prugnolo, Corniolo, Rovo ...).

L'elenco delle specie idonee alla costituzione di spalliere arboreo – arbustive in Lombardia, suddivise per ambiti territoriali, è presente nel "Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica" approvato con D.G.R. n. 6/48740 del 29 febbraio 2000 e scaricabile dalla sezione BURL del sito della Regione Lombardia (www.regione.lombardia.it).

Per quanto riguarda la copertura erbacea si prevede la realizzazione di una copertura a prato stabile mediante l'utilizzo di fiorame autoctono certificato (prato nativo) certificato;

Vegetazione alloctona invasiva

La colonizzazione degli ambiti naturali e seminaturali da parte di specie vegetali alloctone costituisce una problematica di ordine ecologico, paesaggistico economico e sociale che, negli ultimi anni, ha raggiunto confini sempre più ampi vuoi per la maggiore consapevolezza della problematica vuoi per la maggiore diffusione di tali specie negli ambiti naturali.

Negli ultimi anni, a conferma dell'entità della problematica, numerosissimi sono stati gli studi e i progetti sperimentali inerenti tale tematica. A partire dal 2010, sul territorio nazionale, sono stati diffusi – con successivi aggiornamenti – elenchi di carattere locale inerenti la flora vascolare alloctona ed invasiva oltre a progetti specifici inerenti la gestione di tale flora (Celes2-Grapow L et al., 2010).

La flora alloctona, ancorché invasiva, può determinare gravi scompensi negli ecosistemi naturali o seminaturali determinando forti variazioni nella composizione del popolamento e andando ad occupare nicchie ecologiche proprie di talune specie, talora autoctone o endemiche.

Riferendosi al caso specifico, le problematiche connesse con la diffusione della flora alloctona invasiva potrebbe assumere, se trascurata, confini tali da inficiare il risultato degli interventi di rinaturazione e ricostruzione degli habitat previsti: poiché le aree progettuali interessano suoli aventi una connotazione prevalentemente agricola, si materializza il rischio concreto che nelle fasi iniziali di affrancamento della nuova vegetazione si possano creare spazi ecologici particolarmente favorevoli alla flora alloctona ed invasiva già presente nell'area limitrofa. Affinché tale rischio non possa determinare una problematica concreta, dunque, si è ritenuto necessario procedere con l'adozione di particolari accorgimenti.

Nello specifico, riferendosi agli ambienti ove si andrà ad intervenire e a quelli che saranno gli ambienti di

nuova realizzazione, saranno concentrati gli interventi di gestione sulle seguenti specie:

- *Ailanto (Ailanthus altissima)*: una delle più comuni specie invasive che, grazie all'enorme numero di semi prodotti, al rapido accrescimento ed alla grande capacità di riprodursi vegetativamente, è ormai diffusissimo in tutta Italia. Colonizza tutte quelle aree soggette a degrado come margini stradali, ferroviari, aree di resede ed ambiti più naturali (ivi compresi ambienti ripariali e semi-umidi) quando siano essi stessi in condizioni degradate. Presenta un elevato grado di aggressività;

- *Buddleia (Buddleja davidii)*: pianta che si adatta ad ogni tipo di suolo e sopporta molto bene il freddo.

Si propaga abbondantemente sia vegetativamente (è pianta stolonifera) sia grazie ad abbondanti produzioni di semi che vengono trasportati dal vento. Nel paese d'origine (Nord America) è una tipica specie riparia, pertanto gli ambienti fluviali sono i suoi ambienti preferiti, colonizzando anche boschi ed arbusteti ripariali non degradanti. Presenta un elevato grado di aggressività;

- *Fitolacca americana (Phytolacca americana)*: specie originaria del Nord America è oggi frequente in aree marginali e ruderali in tutto il territorio regionale. E' erba perenne rizomatosa, estivale, pioniera su suoli degradati. Presenta un moderato grado di aggressività che diventa significativo su suoli nudi.

- Robinia (*Robinia pseudoacacia*): una delle più diffuse in Italia, utilizzata a scopo ornamentale ma anche per il controllo dell'erosione ed in opere di riforestazione. Deve la sua diffusione alla sua rapida crescita ed alla sua grande capacità di rinnovarsi per via agamica. È una specie pioniera, grazie alla sua capacità di fissare l'azoto, e colonizza un gran numero di ambienti non necessariamente oggetto di degrado. Comunissima in ambienti ripariali e semi-umidi. Presenta un elevato grado di aggressività.

La scelta delle specie vegetali arboree e arbustive è determinata in base all'analisi delle componenti pedologiche e stazionarie delle singole aree in cui si interviene. Al fine di preservare il patrimonio genetico e la biodiversità della flora locale, le essenze piantumate saranno corredate di certificazione di provenienza, che garantisca la provenienza locale e l'appartenenza alla flora autoctona, in conformità al decreto legislativo 10 novembre 2003, n. 386 (Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione) e al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 214 (Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali), nonché corredato da:

- a) certificato principale di identità, ai sensi dell'articolo 6, del d.lgs. 386/2003;
- b) passaporto delle piante dell'Unione europea sullo stato fito-sanitario del materiale di propagazione.

Scelta delle specie vegetali

E' stata compiuta una prima analisi, di carattere bibliografico, riguardante l'insieme delle specie vegetali (specie guida, specie caratteristiche e specie che, pur non essendo elencate nel "Manuale Italiano di Interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE", sono comunemente rinvenibili nelle fito-consociazioni caratteristiche dei differenti habitat presi in esame) presenti nei diversi habitat di riferimento e nelle specifiche condizioni di area vasta.

Sulla base di questa analisi, rispetto agli elenchi indicato nel "Manuale Italiano di Interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE", dunque, sono state eliminate tutte quelle specie che:

- non potrebbero, in alcun modo, essere presente nell'area di intervento (endemismi di altri ambiti regionali, specie non più segnalate nel territorio nazionale da tempo, specie tipiche di ambiti differenti da quello in oggetto quali, a titolo di esempio, specie tipiche di ambiti montani, collinari o marittimi);
- costituiscono specie alloctone o particolarmente aggressive.

Tecniche di messa a dimora

Il piano erbaceo sarà realizzato ricorrendo all'utilizzo della tecnica dell'idrosemina semplice. Questa sarà eseguita distribuendo miscele di fiorume eterogenee in veicolo acquoso costituite dal miscuglio di semente (almeno 10 g/m²), acidi umici, colloidali naturali, torba, concimi minerali (NPK titolo 20-10-10) e collanti (80 g/m²).

La distribuzione della miscela eterogenea sopra indicata avverrà in due passaggi successivi, onde aumentare le rese attese nella copertura del suolo. Il fiorume sarà realizzato con un mix di semi e materiale autoctoni idonei alle aree oggetto di intervento sia sotto il profilo ecologico-conservazionistico sia sotto il profilo fruitivo.

Il piano arbustivo ed arboreo sarà realizzato ricorrendo all'utilizzo di piante (specie guida dell'habitat) a diverso livello di maturità al fine di ricreare aree che tenderanno alla naturale

evoluzione. Nel caso dei filari composti e siepi miste si procederà alla messa a dimora di più specie lungo la linea di impianto.

Per la realizzazione dell'impianto, dopo aver provveduto al picchettamento delle file secondo lo schema

descritto sopra, si procederà come segue:

- apertura di buche mediante trivella meccanica, escludendo eventuali zone a pietrosità diffusa o caratterizzate da scheletro abbondante, in modo da consentire un buon sviluppo dell'apparato radicale. Nell'apertura delle buche mediante trivelle, si dovrà muovere il terreno lungo le pareti e sul fondo della buca per evitare "l'effetto vaso" il quale determinerebbe le condizioni ideali per uno sviluppo radicale anomalo;
- collocamento a dimora delle piantine certificate/controllate (ai sensi D.lgs. 386/2003), rimozione del contenitore plastico e suo allontanamento;
- ricolmatura eseguita manualmente e compressione del terreno per favorire l'attecchimento delle radichette in modo che non rimangano vuoti tra le radici, il pane di terra e la buca. Il terreno attorno alla pianta non dovrà formare cumulo; al contrario si dovrà creare una leggera concavità allo scopo di favorire la raccolta e l'infiltrazione delle acque piovane;
- prima irrigazione mediante l'apporto di almeno 20-30 l/pianta.

Elenco delle fasi della piantumazione

- Pulizia da rovi ed infestanti;
- Sfalciatura dell'erba eseguita con falciatrice meccanica;
- Tracciamento dell'impianto;
- Apertura buca;
- Concimazione;
- Posa pianta;
- Rincalzo del terreno;
- Posa disco pacciamante;
- Posa shelter e sostegno.

Specifiche di pianta forestale arbustiva

Età: 1 o 2 anni

Altezza: 0,7 – 1 m.

Radicamento: già radicato

Contenitore: fitocella o multiforo

Buca Impianto: 0,2x0,2x0,2 m.

Accessori: Shelter, biodisco e tutore in canna di bambù

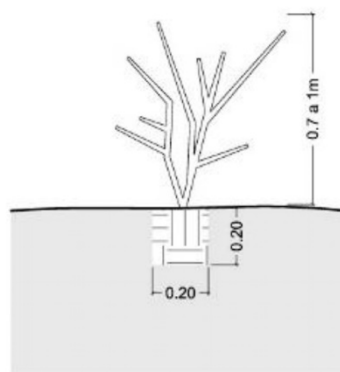


Fig. 4.1: Modello di pianta forestale arbustiva

Specifiche di pianta forestale arborea

Età: 1 o 2 anni

Altezza: 1 – 1,5 m.

Radicamento: già radicato

Contenitore: multiforo o vaso

Buca Impianto: 0,4x0,4x0,4 m.

Accessori: Shelter, biodisco e tutore in canna di bambù

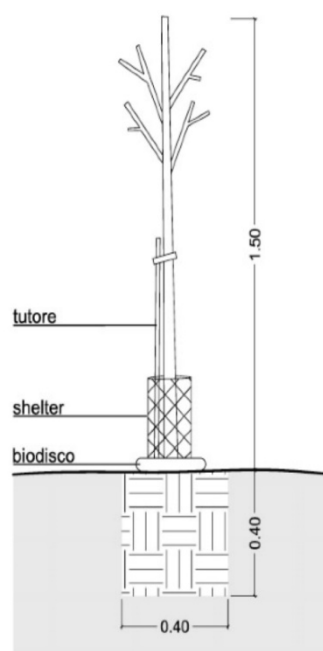


Fig. 4.2: Modello di pianta forestale arborea

Specie selezionate

Alberi

Famiglia	Nome scientifico	Nome comune
Betulacee	<i>Alnus glutinosa</i>	Ontano nero
Moracee	<i>Morus alba</i>	Gelso bianco
	<i>Morus nigra</i>	Gelso nero
Rosacee	<i>Prunus avium</i>	Ciliegio selvatico
Salicacee	<i>Populus nigra</i>	Pioppo nero
	<i>Salix alba</i>	Salice bianco
	<i>Salix caprea</i>	Salicone
Tiliacee	<i>Tilia cordata</i>	Tiglio selvatico
Ulmacee	<i>Ulmus minor</i>	Olmo campestre

Arbusti

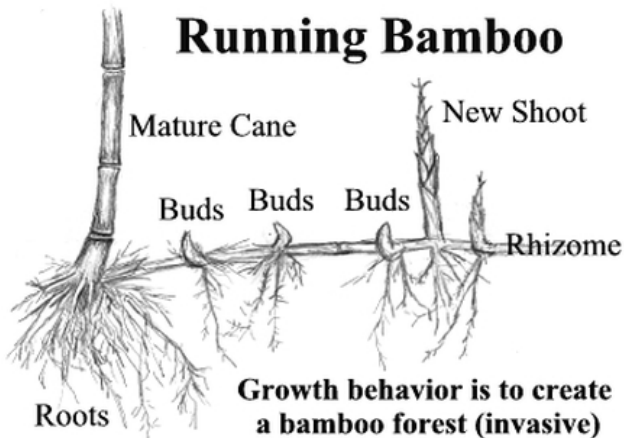
Famiglia	Nome scientifico	Nome comune
Caprifoliacee	<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco nero
	<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio
Celastracee	<i>Euonymus europaeus</i>	Evonimo
Cornacee	<i>Cornus mas</i>	Corniolo
Corylacee	<i>Corylus avellana</i>	Nocciolo
Oleacee	<i>Ligustrum vulgare</i>	Ligustro
Rhamnacee	<i>Frangula alnus</i>	Frangola
Rosacee	<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino
	<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo

Salicacee	<i>Salix caprea</i>	Salicone
	<i>Salix cinerea</i>	Salice grigio
	<i>Salix eleagnos</i>	Salice di ripa
	<i>Salix purpurea</i>	Salice rosso
	<i>Salix triandra</i>	Salice da ceste
	<i>Salix viminalis</i>	Salice da vimine

Il bamboo come cortina verde

Oltre a quanto proposto nello studio preliminare per le opere ambientali di mitigazione datato dicembre 2018 (vedi allegati 32,33,34,35,36), il progetto prevede di mitigare l'impatto visivo delle 4 camerette avan pozzo; a tal proposito, sul perimetro delle zone di tutela assoluta, delle camerette avan pozzo, saranno messe a dimora delle canne di bamboo del tipo *Fargesia robusta* 'Campbell', con lo scopo di creare una macchia verde a cortina, non infestante, come elemento naturale di mitigazione (vedi Tav.5).

La *Fargesia* ha foglie piccole, portamento fitto con rizomi corti, dimensioni contenute (raggiunge massimo i 3-4 metri a maturità in terra, in vaso i 2-2,5), non necessita di guaina di contenimento, in quanto non infestante. Adatta per creare siepi. In primavera-estate le guaine delle nuove canne assumono un colore bianco argenteo con 'effetto a scacchiera'. A maggior tutela del perimetro, sarà posata una guaina metallica profonda mt. 1,50, emergente dal terreno per circa 5/10 cm. a scopo puramente cautelativo, onde evitare la diffusione incontrollata.



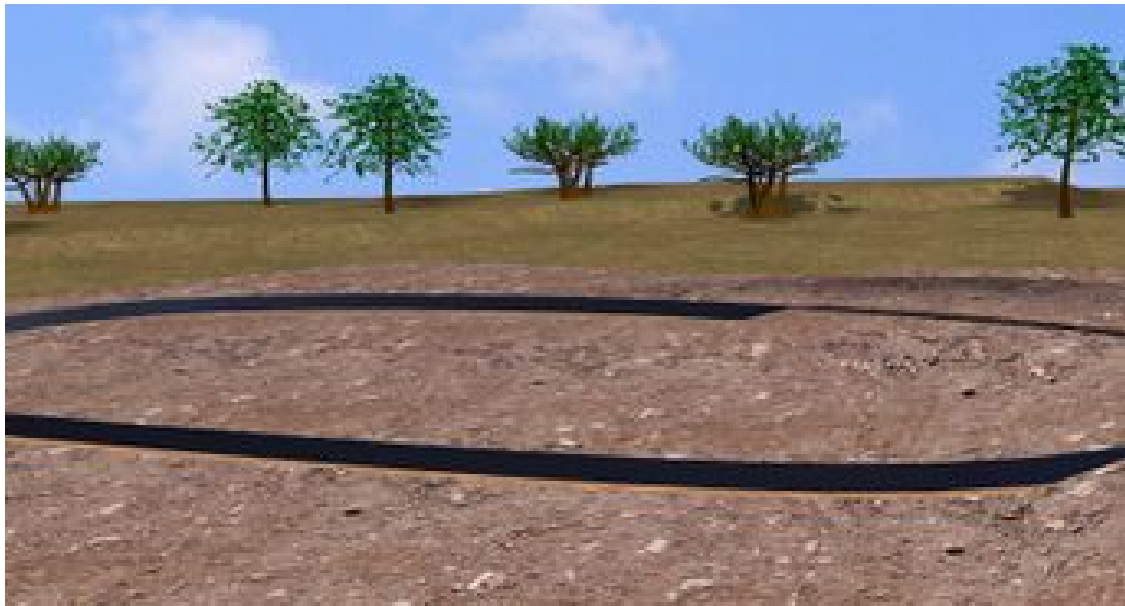
L'aspetto estremamente interessante della *Fargesia robusta campbell* è la modalità di sviluppo dell'apparato radicale di tipo non invasivo di questo bamboo ornamentale. Nella foto è possibile vedere i nuovi rizomi che, a differenza delle specie invasive, si rigirano immediatamente verso l'alto generando nuove canne che si allontanano di pochi cm dalla pianta madre. Per la *Fargesia robusta campbell* non è quindi da prevedere la guaina di contenimento in piena terra e non ci sono problemi di rotture di vasi o vasche per la compressione generata dai rizomi. *Fargesia robusta campbell* crescendo liberamente forma cespugli densi che superano i 3 metri di altezza, con una bella chioma ricadente.

A differenza di altre fargesie utilizzate in Nord Europa ma anche al Nord Italia mal sopportano le condizioni climatiche estive, la *Fargesia robusta campbell* è ben tollerante al pieno sole.



Esempio di *Fargesia robusta campbell*

Nonostante la caratteristica non invasiva del bamboo del tipo *Fargesia robusta* 'Campbell' il progetto prevede la posa di una lamina metallica di confinamento, per circoscrivere le piante di bambo (vedi Tav. 5);



Esempio di lamina metallica per confinamento impianto radicale del bamboo.



Esempio di mitigazione cameretta avan pozzo eseguito con piante di bamboo.



Esempio di mitigazione cameretta avan pozzo eseguito con piante di bamboo.



Esempio di mitigazione cameretta avan pozzo priva di interventi di mitigazione.



Esempio di mitigazione cameretta avan pozzo con di intervento di mitigazione in bamboo.

Inerbimento e consolidamento: I Prati Armati

A differenza di quanto previsto nello studio preliminare per le opere ambientali di mitigazione, datato dicembre 2018 (vedi allegati 32,33,34,35,36), il progetto prevede di intervenire sui versanti scoscesi adiacenti alla vasca di accumulo, adottando un sistema innovativo, mediante il consolidamento degli stessi, con diversi strati di materiale lapideo e la semina dei Prati Armati dell'ultimo strato superficiale, tassativamente in terreno autoctono, (vedi Tav. 5 – vedi allegato 39) che dal giardino pensile della vasca di accumulo discendo sui lati scoscesi, come meglio illustrato nel precedente capitolo "Vasca d'Accumulo": [lungo il perimetro esterno, a ridosso dei due lati rivolti verso il campo, il giardino pensile si distribuirà secondo fronti discendenti diagonalmente, con inclinazione di 45°, con lo scopo di mitigare il volume a parallelepipedo sottostante, emulando la forma degradante di una massa vegetale; questi fronti degradanti, già sperimentati per le vasche di Pozzuolo Martesana e Trezzo D'Adda, saranno realizzati mediante posa di materiale lapideo, frantumato, misto di cava di diversa pezzatura e granulometrica, con andamento decrescente verso gli strati superficiali e la copertura di uno strato di terriccio superficiale dello spessore medio di 25 cm., in continuità con il giardino pensile; la presenza del materiale lapideo come basamento, assolve allo stesso tempo l'effetto di stabilizzare i fronti e di facilitare il drenaggio delle acque meteoriche, raccolte dal sistema di canalette drenanti del giardino pensile (vedi allegato 41); **il terreno cavato verrà in parte riutilizzato per ricoprire il materiale lapideo dei fronti degradanti e per costituire il giardino pensile soprastante le vasche di accumulo; la restante parte sarà gestita come rifiuto e smaltita presso le discariche autorizzate;**

sia il giardino pensile che i fronti degradanti, saranno completamente inerpati mediante semina di Prati Armati, che hanno come peculiarità principale, quella di poter essere seminati sul terreno tal quale, vegetano e radicano in profondità su ogni litotipo, anche il più sterile e non necessitano di terreno vegetale; come vedremo nei capitoli successivi, grazie alle radici sottili, ma molto lunghe, i prati armati creano una maglia fitta su tutto lo strato superficiale del terreno, senza danni, lacerazioni o fratture alla guaina impermeabile, con effetto consolidante e stabilizzante su tutta la superficie del giardino pensile e dei fronti degradanti; gli stessi canaletti in terriccio saranno stabilizzati nella forma, grazie all'azione di queste radici, evitando così l'utilizzo di elementi modulari o canalizzazioni prefabbricate, soggette a malfunzionamenti, e decisamente più impattanti sotto il profilo estetico; si costituirà così una sorta di "coperta verde" capace di contrastare in modo efficace le erosioni superficiali e i piccoli movimenti franosi, intercettando le acque meteoriche e di scorrimento superficiale, impedendo che queste acquistino l'energia necessaria a movimentare gli strati superficiali, sciolti del substrato. Lo stesso materiale vegetale vivo, una volta attecchito e sviluppato, svolgerà nel tempo una notevole azione di consolidamento, mediante l'apparato radicale e di drenaggio, mediante la traspirazione fogliare].

La tecnologia PRATI ARMATI di armatura vegetale del terreno con specie erbacee a radicazione profonda e resistente può essere efficacemente utilizzata per la protezione di scarpate in bagnato, anche in abbinamento a tutte le tradizionali tecniche di ingegneria tradizionale e naturalistica, realizzate a protezione di canali e corsi d'acqua, che prevedano l'uso di palizzate in legno, massicciate o gabbionate, georeti o rinforzi pesanti in blocchetti di calcestruzzo. Infatti, come detto in precedenza, questo tipo di impianto di armatura vegetale del terreno, protegge le opere tradizionali (siano esse opere civili o di ingegneria naturalistica), agendo in sinergia con le stesse, prolungandone la durata e annullando le esigenze di manutenzione.

La fitta coltre vegetale dell'inerbimento, unita all'azione dell'apparato radicale caratterizzato da notevole profondità (anche alcuni 2-3 metri) ed elevata resistenza a trazione (resistenze a trazione medie fino ad oltre 200 MPa), garantirà, l'ottimale protezione della sponda o del fosso di guardia ed il suo mantenimento nel tempo.

L'elevata resistenza ad eventi meteorici anche molto intensi delle specie utilizzate negli impianti di armatura vegetale è dimostrata anche quando le piantine sono appena emerse e la parte epigea non supera i 2-3 cm di altezza; infatti tali specie a radicazione profonda hanno un andamento dello sviluppo radicale che precede quello epigeo, ancorandosi fin da subito nel terreno come un bullone (Vedi allegati 37,38,39,40,41);

PRATI ARMATI

VANTAGGI RISPETTO A COMUNI PIANTE ERBACEE

La pianta che si vede a sinistra è stata ottenuta da un seme PRATI ARMATI®

La pianta che si vede a destra è stata ottenuta da un seme tradizionale





I PRATI ARMATI sono una tecnologia naturale che:

1. impiega sementi di piante erbacee perenni a radicazione profonda, prevalentemente autoctone, in grado di vegetare su ogni litotipo e in qualunque clima;
2. contrasta l'EROSIONE anche sui litotipi più sterili, quali:
 - TERRE (argille, limi, sabbie, ghiaie e loro miscele);
 - ROCCE (purchè alterate o fratturate) quali conglomerati debolmente cementati, marn, calcareniti, flysch, piroclastiti, scisti, rocce acide o basiche;
 - Terreni additivati con calce fino al 5% in peso;
 - Suoli inquinati da idrocarburi e metalli pesanti in concentrazioni anche 10 volte superiori ai limiti massimi di legge;
3. riduce l'infiltrazione d'acqua nel sottosuolo grazie alla fitta coltre epigea e ne favorisce la rimozione dai primi strati attraverso l'evapotraspirazione, con positive ripercussioni su alcuni parametri geo-meccanici del terreno: saturazione, pressione interstiziale, coesione, resistenza al taglio, etc..
4. sostituisce in toto un intero pacchetto di lavorazioni - manufatti-materiali utilizzato negli interventi tradizionali per contrastare l'erosione: geocelle, georeti, biostuoie, mulch, matrici di fibre di legno legate, materiali plastici, terreno vegetale, con forti vantaggi tecnici, economici e ambientali, ri-naturalizza i versanti, favorendo la biodiversità accelerando la successione ecologica e accelerando la successione ecologica;
5. rinaturalizza i versanti, favorendo la biodiversità e accelerando la successione ecologica;
6. sottrae fino al 400% in più di CO tradizionali rispetto alle piante;
7. non necessita di alcuna manutenzione (sfalci, irrigazioni, concimazioni, etc);

le bacheche












All'interno dell'area, lungo i percorsi è prevista l'installazione di bacheche illustrative (vedi Tav.5); l'intervento ha due obiettivi: da un lato segnalare, con una bacheca lungo la recinzione, al cittadino fruitore del percorso esterno, l'esistenza e la funzione del campo pozzi, dall'altro fornire informazioni utili ai suoi visitatori con altre due specifiche bacheche interne. Le bacheche informative, realizzate in legno e dotate di pannello divulgativo/didattico, verranno collocate in aree strategiche lungo la viabilità interna valorizzando gli interventi mitigativi e di compensazione realizzati e favorendo la diffusione di informazioni sulla biodiversità locale.



Le colorazioni RAL

Così come illustrato negli elaborati grafici (vedi tav.3, tav.4, tav.5) il progetto è stato curato sotto il profilo cromatico, al fine di riprodurre i toni tipici della cascina lombarda, riconducendo la scelta cromatica di finiture e materiali ad una tabella colori RAL di riferimento; questa pur elencando materiali, per loro natura, difficilmente riconducibili ad una precisa classificazione RAL, (vedi il cemento, la terracotta di tegole e mattoni, ed il cemento drenate) indica le linee guida, dal punto di vista cromatico, richiamando una tonalità RAL di riferimento, che riporta per similitudine il colore finale dei materiali stessi.

Come già detto i colori maggiormente visibili nel progetto, saranno quelli dell'intonaco Giallo Milano e del Rosso cotto dei mattoni faccia a vista e delle tegole (solar teg o meno), on delle finiture in lattoneria color testa di moro e grigio dei percorsi e del marmo serizzo utilizzato per la zoccolatura, le cimase e le cornici alle finestre; quest'ultimo essendo un materiale naturale, ricco di venature e variazioni cromatiche è stato citato negli elaborati grafici ma volutamente escluso dalla tabella RAL;

TABELLA COLORI	
	intonaco civile fabbricato Giallo Milano (rif.tav.colori Grass Calce) simile al RAL 1021
	lattonerie in tonalità testa di moro - RAL 8028
	recinzione in Orso grill tonalità verde scuro - RAL 6005
	recinzione in Rete Plastica tonalità verde scuro - RAL 6005
	Generatore elettrico ausiliario - tonalità verde pastello - RAL 6019
	Percorsi in Cemento Drenante Idro Drain - tonalità grigio chiaro - RAL 9016
	Zona Tutela Assoluta in Cemento tonalità grigio chiaro - RAL 9016
	Rivestimento in mattoni faccia vista - tonalità rosso mattone - RAL 2010
	Tegole fotovoltaiche Solarteg - tonalità Rosso cotto - RAL 2010
	Tegole fotovoltaiche Solarteg - tonalità Rosso cotto - RAL 2010
	Serramenti esterni in PVC - finitura legno tonalità testa di moro - RAL 8028

La rete distributiva dal campo pozzi di Cornaredo

La rete idrica potabile al servizio dei Comuni a nord di Milano oggetto della relazione, è costituita da 2 sistemi interconnessi sovracomunali, Sistema Nord Milano e Sistema Sempione, e da acquedotti sviluppati a livello comunale.



Il Sistema Sempione (Pogliano, Vanzago, Pregnana) risulta essere l'acquedotto più affidabile in virtù di una notevole scorta idrica e dell'assenza di inquinanti in concentrazioni critiche nelle falde captate.

Il Sistema Nord Milano pur avendo una notevole scorta idrica presenta una criticità di contaminazione della falda che rende aleatoria questa scorta in caso di aumento anche di pochi punti del valore della concentrazione di nitrati in acquifero.

Gli acquedotti di Arese, Nerviano, Rho e Senago dispongono di una scorta idrica che non permette loro di affrontare guasti garantendo sempre le condizioni minime di fornitura.

Gli acquedotti di Garbagnate e Lainate risultano vulnerabili per concentrazioni di nitrati vicine al valore massimo consentito in alcune captazioni.

La seguente tabella riassume i dati gestionali 2008 significativi:

Comune	abitanti 2008	Sollevato 2008 m ³	Scambi m ³	Erogato m ³	fabbisogno su coeff. di punta 1,5 l/s	portata disponibile pozzi l/s	Scorte idriche l/s	Rischio NO ₃ > 44 mg/l l/s	Scorte idriche al netto del rischio NO ₃ l/s
BOLLATE									
BARANZATE	48.192	6.156.793	450.402	6.607.195	314	435	121	0	121
BRESSO									
CORMANO									
CUSANO	65.463	7.924.378	80.184	8.004.562	381	505	124	0	124

MILANINO									
NOVA MILANESE	23.114	2.662.859	- 41.246	2.621.613	125	157	32	40	- 8
PADERNO DUGNANO	47.337	7.381.944	- 489.340	6.892.604	328	413	85	0	85
CINISELLO BALSAMO	73.751	11.572.896	2.430.095	9.142.801	435	730	295	350	- 55
SESTO SAN GIOVANNI	81.223	10.603.568	2.430.095	13.033.663	620	645	25	350	- 325
totale sistema NORD MILANO	339.080	46.302.438	0	46.302.438	2.202	2.885	683	740	- 57
Sistema SEMPIONE: POGLIANO MILANESE, VANZAGO, PREGNANA MILANESE	23.717	3.308.790	0	3.308.790	157	330	173	0	173
ARESE	19.566	2.414.779	0	2.414.779	115	145	30	0	30
GARBAGNATE MILANESE	26.879	3.318.093	0	3.318.093	158	220	62	40	22
LAINATE	25.027	3.664.729	0	3.664.729	174	220	46	40	6
NERVIANO	17.374	2.999.459	0	2.999.459	143	170	27	40	- 13
NOVATE MILANESE	20.082	2.550.252	0	2.550.252	121	180	59	0	59
PERO	10.678	1.903.161	0	1.903.161	91	155	64	0	64
RHO	50.288	7.444.220	0	7.444.220	354	385	31	25	6
SENAGO	21.083	2.543.810	0	2.543.810	121	140	19	0	19
TOTALE GENERALE	553.774	76.449.731	0	76.449.731	3.636	4.830	1.194	885	309

Focalizzando l'attenzione sull'ultima colonna, ovvero quella in cui le disponibilità idriche vengono considerate al netto delle portate a rischio nitrati, è possibile mettere in evidenza le seguenti caratteristiche di sistema:

1. il Sistema Nord Milano presenta un deficit idrico di **- 57 l/s** in caso di aumento di 5 punti del valore della concentrazione di nitrati in falda
2. considerando la somma di tutti gli acquedotti e i sistemi, detratte la portate a rischio nitrati, risulta una scorta di **309 l/s**.

La presenza diffusa di solventi organo-alogenati non rappresenta un grave problema di vulnerabilità ma bensì di costi economici sostenuti per la potabilizzazione.

Il trattamento con carbone non causa una dispersione in fognatura di acqua trattata mentre con i nitrati è indispensabile mandare a rifiuto il 50% dell'acqua trattata; anche per questo motivo è opportuna la ricerca di acque con basso tenore di nitrati

Dal 2003 al 2008 grazie all'adozione di strategie di condivisione di risorse idriche tra Acquedotti sviluppate con realizzazione e gestione di interconnessioni, massimizzando il contributo di nuovi impianti ad acquifero protetto e con l'esclusione ove possibile di falde contaminate (packer), si è potuto dimezzare il "consumo" di carbone attivo che tuttavia continua a rappresentare una voce di budget importante.

Comune	Peso Carbone Riattivato 2003 [tonn]	Peso Carbone Riattivato 2004 [tonn]	Peso Carbone Riattivato 2005 [tonn]	Peso Carbone Riattivato 2006 [tonn]	Peso Carbone Riattivato 2007 [tonn]	Peso Carbone Riattivato 2008 [tonn]
SENAGO	108,41	103,96	72,17	36,88	43,24	41,97
PADERNO DUGNANO	19,08	6,36	23,14	39,93	29,50	39,93
NOVATE MILANESE	15,26	24,93	15,51	18,57	12,72	12,46
BOLLATE	433,97	373,56	263,88	111,91	100,15	78,21
CINISELLO	21,30	43,56	55,00	79,80	89,34	35,61
CUSANO MILANINO	30,20	27,02	7,95	19,08	25,43	30,20
CORMANO	19,08	31,79	19,08	19,08	12,72	25,43
BRESSO	19,08	15,90	0,00	0,00	19,08	7,95
SESTO SAN GIOVANNI	35,61	61,36	36,88	113,18	102,05	70,26
ARESE	45,02	51,38	21,62	24,67	24,93	26,71
GARBAGNATE	4,07	12,21	4,07	6,36	6,36	4,07
RHO	276,12	227,95	190,28	162,46	172,79	159,44
PERO	228,59	240,86	128,00	74,14	42,67	37,58
LAINATE	30,52	35,61	35,61	40,69	30,52	46,80
NOVA	23,14	14,50	12,72	4,07	0,00	6,36
NERVIANO	0,00	0,00	6,36	0,00	0,00	0,00
VANZAGO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE tonnellate GAC	1309	1271	892	751	711	623

Scopo delle dorsali in progetto è quindi la condivisione delle risorse idriche al fine di aumentare il grado di affidabilità degli acquedotti e ridurre la possibilità di disservizi causati da guasti sulla produzione, guasti sulla rete di distribuzione, eventuali problemi di contaminazione delle fonti di approvvigionamento. Infine la possibilità di gestire come unico acquedotto un sistema esteso, complesso e organizzato permette l'adozione di strategie di utilizzo delle risorse sulla base della qualità, dell'efficienza e dei costi di produzione.

I progetti si riferiscono a 3 tubazioni di adduzione principali collegate a centrali di produzione e tubazioni accessorie:

- DORSALE BASSA (Centrale di Cornaredo al confine Sistema Sempione)
- DORSALE EST (Centrale di Muggiò al confine Sistema Nord Milano)
- DORSALE ALTA (Centrale di Senago)

In particolare la Dorsale Bassa manterrebbe, seppur in misura ridotta, l'efficacia per gli scopi descritti anche in caso di mancata realizzazione della centrale di produzione. Questo perché sulla base delle scorte idriche già presenti, nonché contando sulla realizzazione di nuovi pozzi previsti e distribuiti sul territorio esistono già i presupposti per un incremento di affidabilità generato dalle dorsali nel breve periodo.

La realizzazione delle Centrali ed in particolare della Centrale di Cornaredo, aumenta l'efficacia e l'affidabilità dell'intervento garantendo più lungo orizzonte temporale, tanto più lungo quanto maggiore sarà la quantità e la qualità dell'acqua prodotta.

Dorsale Bassa

L'idea prende origine dalla prevista realizzazione della Centrale di Cornaredo, inserita a Piano delle Opere già dal 2000.

Il tracciato della dorsale, già ipotizzato più volte negli anni passati, è stato ripensato e sviluppato per addurre acqua fino alla rete in Comune di Bollate e poi sfruttare a "staffetta", con opportuni potenziamenti disegnati in viola sulla tavola di progetto allegata, l'esistente rete del Sistema Nord Milano fino a raggiungere il Comune di Sesto San Giovanni.

Il nuovo tracciato rispetto al precedente, permette di ridurre la prevalenza di pompaggio riducendo i costi di esercizio.

Considerando a rischio il valore di nitrati in falda > 44 mg/l, risulta attualmente un deficit idrico per Sesto San Giovanni di 325 l/s.

Per la Centrale di Cornaredo si ipotizza una captazione massima di falda di 200 l/s ed un'equivalente portata di punta di 250 l/s grazie all'effetto volano di un accumulo.

Sulla base dello studio relativo alla possibilità di erogazione verso sud esiste la necessità di prevedere una punta di 50 l/s verso un sistema esterno a quelli in oggetto ovvero Cornaredo - Bareggio - Settimo Milanese (vedasi punto "**Potenziamento per Settimo Milanese**").

Considerando ragionevole un apporto potenziale di punta dal Sistema Sempione (Pregnana, Pogliano, Vanzago) pari a 100 l/s segue una disponibilità residua di 250 l/s per gli acquedotti di Pero, Rho, Arese, e il Sistema Nord Milano, incluso Novate Milanese la cui interconnessione al Sistema è stata già progettata.

All'interno del Sistema Nord Milano sono previsti potenziamenti al fine di permettere il funzionamento della "staffetta" fino a Sesto San Giovanni adducendo l'acqua attraverso la rete dei Comuni di Cormano, Bollate e Bresso fino alla interconnessione sulla tubazione DN 400 in Sesto San Giovanni o attraverso le interconnessioni esistenti con Cinisello Balsamo.

Nel progetto generale è presente inoltre il potenzialmente dell'interconnessione "bassa" con Cologno Monzese che potrà garantire, anche grazie alla prossima consegna e attivazione di nuovi impianti in Cologno, un apporto di altri 80 l/s retro direzionabili in caso di necessità.

In conclusione, a fronte di un deficit di 57 l/s al netto dei pozzi a rischio nitrati, potranno arrivare al sistema detratti anche i contributi per Pero, Rho, Arese, almeno 160 l/s sufficienti a garantire l'affidabilità del Sistema Nord Milano.

Dorsale Est

Questa dorsale nasce per sfruttare la potenziale scorta idrica rappresentata dalla prevista Centrale di Muggiò. I possibili 100 l/s di punta erogati dalle vasche di accumulo alimenterebbero con dorsale dedicata la rete di Cinisello Balsamo e con sistema a staffetta la rete di Nova Milanese e Paderno Dugnano. Il Sistema Nord Milano avrebbe così un ulteriore apporto a garanzia di affidabilità.

La dorsale non ha ragione di esistere in caso di mancata realizzazione della centrale dedicata da costruirsi sull'area in Muggiò di proprietà del Vecchio "Consorzio per l'acqua potabile ai comuni della provincia di Milano" che la acquisì per realizzare un impianto di alimentazione della falda dalle acque del Villorresi. Il progetto non è mai stato realizzato, ma si dovrà prima o poi affrontare il problema di questa piccola area agricola oggi inutilizzata, nella quale possono essere trivellati tre pozzi profondi.

Dorsale Alta

La tubazione prende spunto dalla ipotetica centrale di Senago la cui fattibilità e potenzialità non risulta ancora verificata. Per tale motivo la tavola allegata non riporta il dimensionamento preliminare delle condotte. L'efficacia di tale dorsale è condizionata dalla realizzazione della centrale senza la quale non si giustifica.

La tratta che interconnette gli acquedotti di Garbagnate Milanese, Lainate e Nerviano permette di assicurare un miglioramento dell'affidabilità del sistema garantendo un mutuo scambio di acqua a prescindere dalla centrale, ma resta la difficoltà di gestire in qualità una lunga tubazione con basso flusso medio.

Potenziamento per Settimo Milanese

La proposta di una nuova dorsale di distribuzione idrica che distribuisca l'acqua proveniente dalla futura Centrale di Cornaredo al Comune di Settimo Milanese nasce a seguito dello studio effettuato dal Settore Risorse Idriche Cave e Acque Superficiali della Provincia di Milano relativamente all'inquinamento della falda da freon 11 e dalle previsioni del fenomeno stesso.

Il fenomeno è così definibile:

1. per il pozzo n. 4 dell'impianto serbatoio, attualmente fuori esercizio causa una concentrazione di 900 µg/l, la cui portata derogazione si attestava attorno ai 25 l/s :
2. un arrivo massivo del contaminante verso l'autunno del 2008,
3. il raggiungimento del massimo di concentrazione quantificabile intorno a circa 2.000 µg/l verso la primavera del 2009,
4. la permanenza di tale picco di concentrazione per circa 3 anni fino alla primavera del 2011
5. una lenta diminuzione negli anni successivi con punte di concentrazioni di un certo rilievo;

inoltre, permanendo le attuali condizioni piezometriche:

i pozzi 2 e 3 dell'impianto Edison di Seguro, attualmente in esercizio con una di 20 l/s e 30 l/s rispettivamente, potranno essere coinvolti in maniera significativa dalla medesima contaminazione intorno al 2015;

i pozzi 5 dell'impianto Giretta fermo per Cr, e pozzo 7 dell'impianto Di Vittorio, attualmente in esercizio con una portata di 40 l/s, saranno sempre meno interessati da freon 11

La Provincia ritiene che attualmente la maggior concentrazione è attestata nella falda sottostante la frazione di Vighignolo, dove il pozzo 6 è attualmente in esercizio con una portata di circa 17 l/s. Il pozzo ha installato un packer per l'esclusione della falda più superficiale, la concentrazione dell'inquinante sopra il packer è attualmente di 800 µg/l mentre sotto il packer è di 100 µg/l.

Infine si precisa che le previsioni indicate rivestono un certo margine di incertezza anche se, a titolo cautelativo, le ipotesi sono state stabilite nella peggiore configurazione possibile.

Se si verificasse quanto previsto dei tecnici Provinciali, il fuori esercizio dei pozzi 2,3,4 e 7 dovuto all'elevata concentrazione di freon 11 che renderebbe il trattamento di filtrazione a carbone attivo granulare di difficile gestione e con costi proibitivi, comporterà una riduzione dell'approvvigionamento idrico di circa 90 l/s.

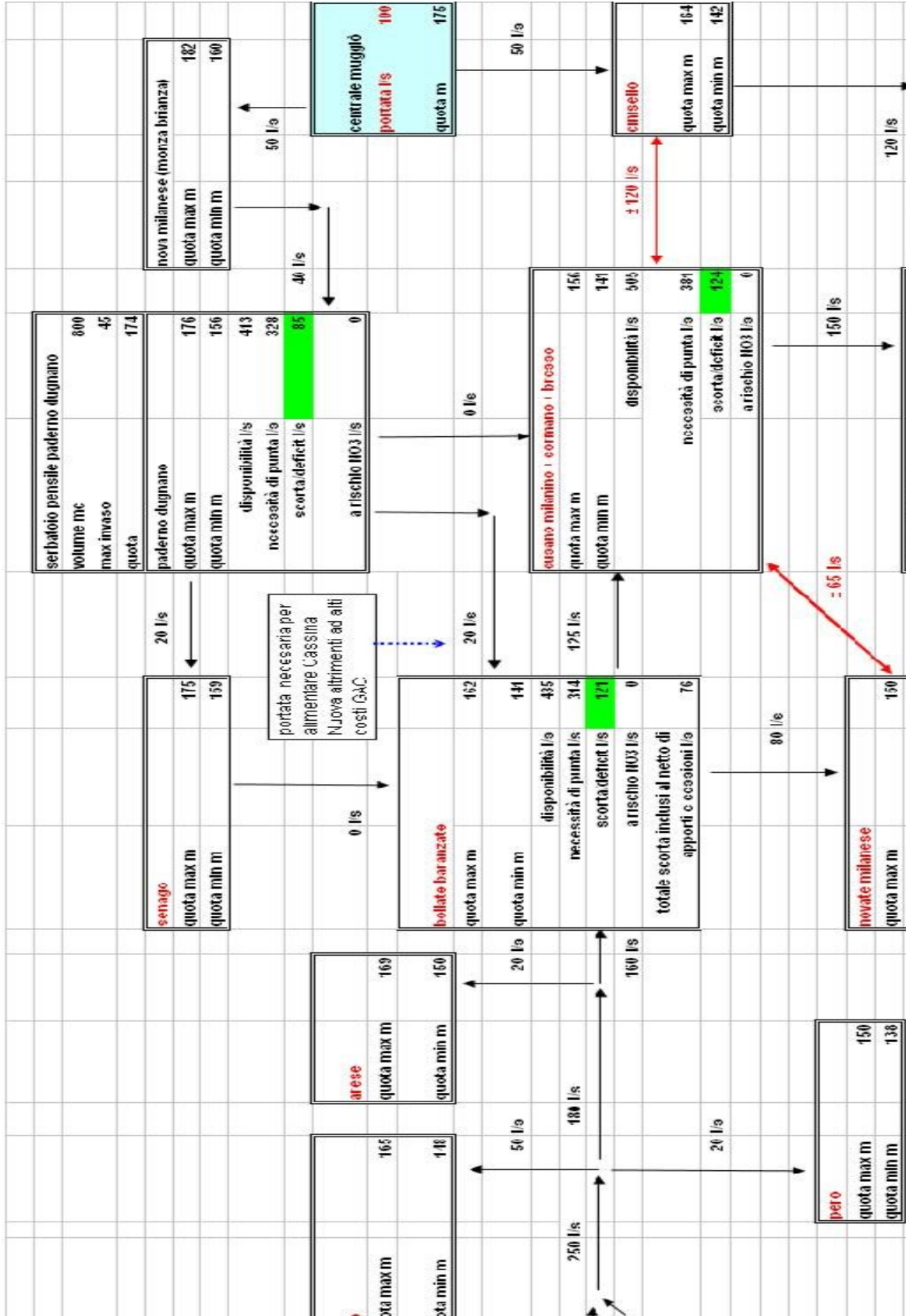
Il nuovo pozzo trivellato in località Vighignolo denominato impianto Fornace previsto in sostituzione del pozzo cod.006 localizzato a margine del fiume di inquinamento, i cui campionamenti sono stati effettuati in fase di collaudo successivamente alle 48 ore di spurgo, non presentavano tracce di freon.

La portata complessiva che sarà possibile sollevare e distribuire in rete, sempre che non compaia dopo la messa in esercizio del pozzo il freon, si attesta attorno ai 45 l/s (5 per la prima

colonna e 40 per la seconda colonna), pertanto la nuova dorsale dovrà garantire una portata di 50l/s.

Lo schema successivo elaborato dagli ingg. Pierdomenico Baldini e Antonello Sala di AMIACQUE fornisce qualche dettaglio.

L'intervento globale è piuttosto complesso e si realizzerà con ulteriori interconnessioni tra acquedotti vicini oltre che con dorsali dedicate



In questa fase, tenendo conto che le massime criticità si registrano in Rho, Pero, Arese e Bollate le dorsali da costruire sono essenzialmente

Il tratto dal campo pozzi all'acquedotto di Cornaredo

Il tratto dal campo pozzi lungo il percorso Cornaredo Rho Pero Arese Bollate I tratti da Pogliano e Vanzago verso Rho

Il presente progetto tratta solo dei primi due interventi; per il terzo intervento si procederà con elaborato dedicato

Scelta dei materiali costituenti le condotte

L'industria moderna offre un'ampia gamma di materiali tubolari da impiegare nelle infrastrutture idrauliche igienico-sanitarie, industriali, agricole, ecc. Questa gamma é sostanzialmente costituita da tubazioni metalliche e da quelle plastiche (le tubazioni lapidee sono riservate a sistemi con grandi diametri)

Tubazioni metalliche

in ghisa sferoidale
in acciaio

Tubazioni in plastica

Tubazioni in pvc

Tubazioni in pead

Tubazioni in prfv

Le principali caratteristiche dei materiali

le principali caratteristiche fisiche sono sotto indicate

Tipo tubo	g= kg/m ³	E = kg/cm ²	S snerv trazione kg/cm ²	Conduktività Kcal/h.m.°C	δ in m/m °C coeff. dilatazione	Resistività Ohm.cm	Scabrezza Colebrook mm.
Cls-fibrocem	2200	2 - 3*10⁵	>150	1,3	10.10⁻⁶	*	0.1-1
Ghisa sf.	7050	1,7*10⁶		40	10,0.10⁻⁶		0.1-1
Acciaio	7900	2,1*10⁶	2600-3600	45	11,5.10⁻⁶	2,5*10⁻⁵	0.1-1
Prfv	1780/1810	1-2*10⁵	>2000	0.2	40.10⁻⁶	10¹⁴	0.1
Pead	945-965	9000	240	0.47	200.10⁻⁶	>10¹⁵	0.1
pvc	1370-1450	30000	>480	0,13	80.10⁻⁶	>10¹²	0.1

Un primo raffronto dà le seguenti indicazioni

	Acciaio	Ghisa	Pead	pvc	prfv
Stabilità	massima garanzia di resistenza e di tenuta nel caso di: sovrappressioni dinamiche, insufficienza degli appoggi, instabilità dei terreni, sforzi assiali e di flessione, variazioni termiche, ecc.	come per l'acciaio: i giunti sono difficilmente sfilabili	Come per l'acciaio; i giunti saldati resistono fino al collasso.	I nuovi tipi di giunto con sistema di bloccaggio rendono difficilmente sfilabili i giunti	Esistono giunti con dispositivo di bloccaggio che li rende sicuri
Resistenza a pressio	massima garanzia di resistenza e tenuta per tutte le pressioni,	massima garanzia di resistenza	campo di resistenza più ridotto (a	campo di resistenza più ridotto (a parità	campo di resistenza più ridotto

ne interna	anche le più elevate, fino al raggiungimento della pressione di scoppio del tubo;	tenuta per tutte le pressioni, anche le più elevate, fino al raggiungimento della pressione di scoppio del tubo;	parità di spessore) di quello dell'acciaio	di spessore) di quello dell'acciaio	(a parità di spessore) di quello dell'acciaio
Semplicità costruttiva delle condotte	massima omogeneità e semplicità costruttiva; non sono necessarie guarnizioni, bulloni, ecc; possibilità di risolvere il montaggio, con facilità ed in tempo limitato, problemi di adattamento e modifiche possibilità di eliminare molti pezzi speciali e di utilizzare tutti gli spezzoni di tubi disponibili; i giunti consentono deviazioni angolari	Il sistema di tubazioni richiede l'approvvigionamento di molti pezzi speciali. I giunti consentono deviazioni angolari	Il sistema di tubazioni richiede l'approvvigionamento di pezzi speciali, anche se in misura minore che per la ghisa per effetto dell'elasticità del tubo che consente di evitare molte curve	Il sistema di tubazioni richiede l'approvvigionamento di molti pezzi speciali. I giunti consentono deviazioni angolari	Il sistema di tubazioni richiede l'approvvigionamento di molti pezzi speciali. I giunti consentono deviazioni angolari
Manutenzioni	manutenzione, ridotta, in quanto le eventuali sostituzioni di spezzoni, possono essere fatte con taglio e successiva saldatura;	per riparazioni di rete necessitano i pezzi speciale	per riparazioni di rete necessitano i pezzi speciale	per riparazioni di rete necessitano i pezzi speciale	per riparazioni di rete necessitano i pezzi speciale
Allacci d'utenza	Facili da eseguire	Facili da eseguire	Facili con strettoio apposito	Facili con apposito strettoio	Meno facili da eseguire
Problemi corrosivi interni	Con i nuovi rivestimenti, estremamente ridotti	Con i nuovi rivestimenti, estremamente ridotti	nessuno	nessuno	nessuno
Problemi corrosivi esterni	Richiede protezione catodica passiva e attiva: facilità di protezione del giunto a assoluta continuità elettrica nella condotta; realizzazione di un'elevata conduttanza elettrica longitudinale delle tubazioni; caratteristica indispensabile per	Molto modesti. Il giunto costituisce soluzione di continuità ogni 6-7 metri. in terreni fortemente corrosivi basta la guaina esterna	nessuno	nessuno	nessuno

	poter applicare la protezione catodica				
Posa in opera	Rallentata solo dalle saldature necessarie: ogni situazione può essere risolta in loco con creazione di pezzi speciali	più veloce che per i tubi in acciaio se non ci sono blocchi reggispinta da costruire	Rallentata solo dalle saldature dei tubi	veloce	veloce

Il confronto tra diverse tubazioni è stato condotto in relazione a:

- caratteristiche meccaniche
- resistenza alla corrosione da ambiente e da fluido trasportato
- caratteristiche idrauliche
- lavorabilità, raccorderia
- giunzioni, tenuta idraulica
- economicità, costi di posa, costi di esercizio

E' bene evidenziare che tutte le componenti tecniche sono strettamente correlate all'economicità dell'opera intesa non tanto come costi unitari di acquisto e di esecuzione, ma di affidabilità nel tempo ovvero di vita utile priva di costi per riparazioni e di gestione.

Pertanto soluzioni che richiedono inizialmente investimenti più alti, ma ben sperimentate ed affidabili, possono rappresentare nel tempo un effettivo risparmio con conseguenti benefici economici a tutto vantaggio degli utenti.

tubi d'acciaio saldati

La norma di riferimento è la UNI EN 10224 del 2004 che ha sostituito la preesistente UNI 6363/1984.

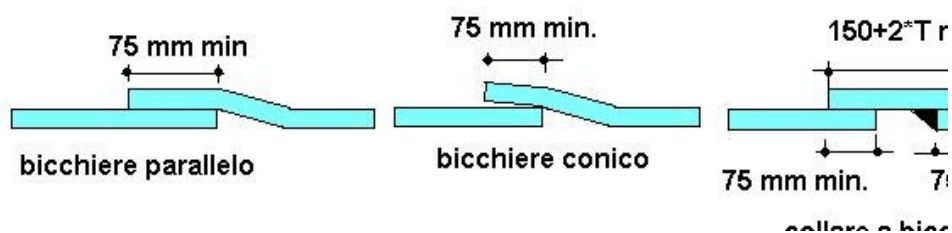
I tubi possono essere costruiti

- senza saldatura (S)
- saldato testa a testa (BW) -saldature longitudinali
- saldato elettricamente (EW) saldature longitudinali od elicoidali
- saldato ad arco sommerso (SAW) saldature longitudinali od elicoidali

Lo spessore minimo richiesto, in relazione alla pressione massima d'esercizio (compreso moto vario), può essere determinata con le usuali formule, ad esempio quella contenuta nelle norme per attraversamenti di linee ferroviarie, ai sensi dell' art. 4.3.3 del DM 23/2/71

$s = \frac{200 * \frac{Rn}{Ks} + P * De}{200 * \frac{Rn}{Ks} + 2 * P}$	<p>con</p> <ul style="list-style-type: none"> Rn= tensione di snervamento kg/mm² Ks=coefficiente di sicurezza =2 De=diametro esterno in mm P=pressione massima in kg/cm² s= spessore minimo in mm
--	---

Se non diversamente indicato, i giunti sono del tipo a bicchiere parallelo o collare a bicchiere parallelo da saldare fino al DN 125 mm; oltre tale DN il giunto è di tipo con bicchiere sferico o con bicchiere conico



questo rivestimento appartiene ormai al passato e oggi non offre più alcuna garanzia. Non si tratta nemmeno di rivestimento quanto di protezione anti-ossidativa; i rivestimenti interni ed esterni in bitume sono ammessi solo per la fornitura di pezzi speciali. La bitumatura è ottenuta per immersione del pezzo in vasca di bitume fuso con spessore minimo di 2 mm

rivestimento esterno in bitume rinforzato

Protezione esterna costituita da uno strato di miscela bituminosa speciale (bitume ossidato e fillerizzato) e da una fasciatura elicoidale di feltro di lana di vetro con spire a tripla sovrapposizione, impregnate a caldo di bitume e con una mano di latte di calce all' esterno. La protezione è costituita secondo norma UNI ISO 5256 classe IV con spessore rinforzato. La superficie esterna del tubo, prima del rivestimento, è sabbiata con grado SA 2 1/2.

rivestimento esterno in polietilene a triplo strato

Rivestimento esterno in polietilene estruso a calza conforme alle norme UNI 9099/88 con spessore tipo rinforzato. L' efficacia della protezione esterna è collaudata con apparecchiatura elettrica; non dovranno notarsi scariche elettriche con spazzola metallica aderente al tubo sotto tensione di 25000 volt. Rappresenta l'ultima generazione dei tubi in acciaio

rivestimento interno in resina epossidica alimentare

Rivestimento interno realizzato in resina epossidica bicomponente, applicata mediante verniciatura.

Lo spessore minimo secco del rivestimento deve risultare pari a 250 micron. Lo spessore massimo può risultare pari a 400 micron. Lo spessore deve comunque essere tale da non consentire il rilievo visivo di difetti di laminazione.

tubi in ghisa sferoidale

Le tubazioni sono conformi alla norma UNI EN 545/2003 recentemente aggiornata con spessore di parete corrispondente alla classe K9 e per i diametri da 60 a 300 mm alla Classe 40 adatti per pressioni di funzionamento ammissibile fino a 40 bar.

Le tubazioni sono prodotte per centrifugazione con trattamento termico di ricottura e ferritizzazione, e sono rivestite con uno strato di zinco purissimo applicato per metallizzazione e successiva vernice sintetica, le tubazioni di classe 40 hanno rivestimento esterno con uno strato in lega di zinco-alluminio applicato per metallizzazione e successiva vernice epossidica di finitura come indicato nella norma UNI EN 545.

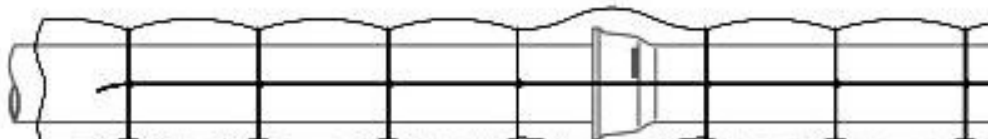
I tubi hanno estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello in gomma. Il giunto deve permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali senza compromettere la tenuta, è elastico di tipo automatico secondo la norma UNI 9163 (giunto rapido) la cui guarnizione deve presentare all' esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all' interno del bicchiere ed una forma conica con profilo divergente a "coda di rondine" all' estremità opposta. In alternativa la guarnizione dei giunti può essere conforme alla norma UNI EN 545/2003

Per applicazioni particolari può essere richiesta la fornitura di giunti anti-sfilamento con o senza cordone di saldatura sull'estremità liscia atti al contrasto delle spinte in corrispondenza di eventuali pezzi speciali sempre provvisti di opportuno giunto anti-sfilamento.

rivestimento esterno con vernice allo zinco e allo zinco-alluminio

Tubi protetti all' esterno con un rivestimento di vernice sintetica e/o bituminosa compatibile con lo zinco (UNI EN 545/95 e ISO 8179) previa applicazione per metallizzazione di uno strato di zinco puro (200 gr/m²) con pistola elettrica (per tutti i diametri). Per i diametri DN 60-300 mm della Classe 40 è ammesso il solo rivestimento esterno di vernice epossidica compatibile con la lega di zinco-alluminio applicata per metallizzazione con pistole elettriche ed in ragione di uno strato di 400 gr/m² depositato sulla parete metallica esterna del tubo, sotto alla vernice di finitura epossidica, secondo quanto indicato nella norma UNI EN 545/2003.

Per diametri superiori il rivestimento in zinco-alluminio e vernice epossidica sopra descritti potranno essere applicati qualora necessari. Come indicato nell'Appendice D della norma UNI EN 545/2003, l'impiego della lega zinco-alluminio e vernice epossidica consente di non utilizzare i manicotti in polietilene non aderenti (sotto indicati) per resistività dei terreni di posa maggiori o uguali a 1.000 $\Omega \times \text{cm}$.



Al di sotto di questo valore possono essere impiegati rivestimenti speciali, di seguito descritti

rivestimento esterno speciale

Secondo quanto indicato in Appendice D della norma EN 545, per eventuali suoli aggressivi i rivestimenti speciali delle tubazioni potranno essere:

- rivestimento esterno in polietilene estruso nei DN fino a 500 mm incluso
- rivestimento esterno, con poliuretano di spessore medio sulla canna pari a 900 micron

In caso di utilizzo di rivestimenti speciali per i tubi a questi dovranno essere accoppiati raccordi sempre rivestimenti in vernice epossidica di spessore almeno pari a 250 micron applicata a spruzzo o per immersione oppure anche applicato per elettrodeposizione in ragione dello spessore indicato nella norma UNI EN 545. Per tali raccordi la giunzione sarà solo di tipo elastico automatico.

rivestimento interno e esterno con resina poliuretanic

I rivestimenti con resine poliuretaniche possono essere applicati all'interno o all'esterno di tubazioni in ghisa. Esso è previsto dalle norme UNI EN 545 e EN 598 come alternativa al rivestimento in malta cementizia.

Lo spessore nominale del rivestimento interno poliuretanic è di 1,0 mm. da DN 80 a DN 700 mm

Lo spessore nominale del rivestimento esterno poliuretanic è di 0,9 mm. (minimo 0,7mm) da DN 80 a DN 2000.

Lo spessore nominale del rivestimento interno dei raccordi è di 0,9 mm. ed in alternativa potrà essere utilizzato il rivestimento epossidico di spessore pari a 0,25 mm.

rivestimento interno con malta cementizia

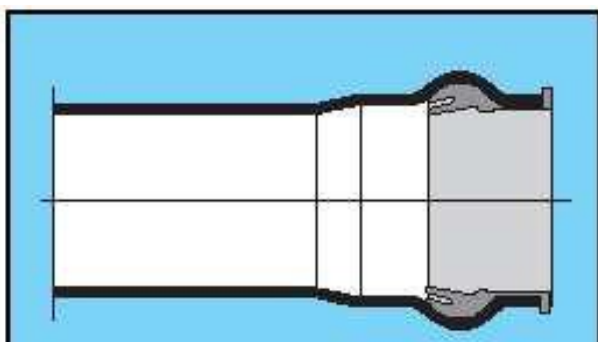
I tubi sono rivestiti internamente con malta cementizia d'altoforno (norme UNI EN 545/95 e ISO 4179) applicata per centrifugazione, costituita per il 40% di cemento d'alto forno e per il 60% da sabbia silicea. Gli spessori della malta sono quelli stabiliti dalla norma UNI ISO 4179.

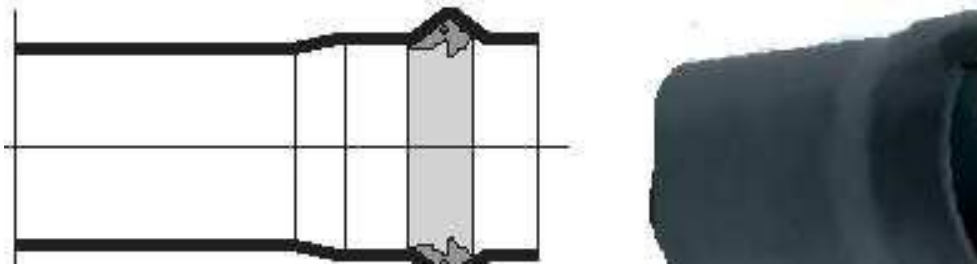
tubi in PVC-U (unplasticized)

I tubi sono normati dalla UNI EN 1452 che prevede tubazioni con Diametro esterno da 12 a 1000 mm, con pressioni PN (bar) da 6 a 25

I tubi di cloruro di polivinile dovranno rispondere alle norme **EN1452-2**. se utilizzati per uso potabile, la ditta fornitrice dovrà produrre un certificato di analisi da cui risulti l'esito positivo delle prove di migrazione per piombo e cloruro di vinile monomero (valori inferiori a 0,05 ppm), della prova di migrazione globale (valore inferiore a 50 ppm), della prova del contenuto del cloruro di vinile monomero nella plastica (valore inferiore a 1 mg/kg); è altresì richiesta l'assenza di piombo nella plastica.

La giunzione tra i tubi dovrà avvenire con bicchiere con anelli in gomma e dovrà garantire la perfetta tenuta; si useranno quindi giunti con appendice di battuta che, assestandosi sulla testa esterna del bicchiere dimostri il perfetto posizionamento della guarnizione stessa, oppure giunti con anello elastomero con anima in acciaio solidale con il bicchiere ed inamovibile, reinserto nel tubo stesso (vedasi schemi successivi). Non sono ammesse in ogni caso le guarnizioni costituite da semplice toroide





tubi in pead per acqua potabile

La resina deve essere derivata dalla polimerizzazione dell' etilene e stabilizzata, dal produttore del polimero (e mai dal trasformatore), con additivi che devono essere uniformemente dispersi nella massa granulare; il polimero deve essere assolutamente vergine e non rigenerato.

Le tubazioni di tipo PE100 saranno prodotte in conformità alla norma EN12201

I diametri sono anche prodotti in rotoli (da 200 metri per il De 20mm, da 100 metri per De>20mm.): gli altri diametri vengono prodotti in barre da 6-12 metri.

tubi in pead per acqua potabile con rivestimenti esterni particolari

Per alcune applicazioni (perforazione teleguidata o riabilitazione di condotte con sistema trenchless, per evitare di danneggiare lo strato esterno del tubo che viene "tirato") potranno essere richiesti dei tubi in PEAD con rivestimenti particolari e cioè:

- rivestimento esterno in doppio nastro di alluminio e strato esterno in poliolefina
- rivestimento esterno in poliolefina



In ogni caso le caratteristiche del tubo in PEAD sono le stesse già riportate precedentemente.

tubi in pead per acqua potabile ad elevate prestazioni e multistrato

Per pose trenchless (senza scavo) o senza letti di materiale arido e quando si temano graffi e intagli o l'effetto di pietre o rottami a spigolo vivo che possano innescare rotture, potranno essere impiegati tubi in Pead PE100 ad elevate prestazioni (da de 25 a de 90) e multistrato (da De 110 a de 630) Questi tubi hanno una elevata resistenza all'intaglio e ai carichi speciali

Fino al diametro de 90 mm, il tubo è caratterizzato dall'utilizzo di un particolare PEAD con speciale caratteristica di sviluppo lento della rottura SCG (Slow Crack Growth); per diametri superiori i tubi sono realizzati per co-estrusione di 3 strati (non separabili meccanicamente);quello interno e quello esterno sono di PEAD speciale, quello interno ha le caratteristiche del pead PE 100 Normale

In ogni caso le caratteristiche del tubo in PEAD sono le stesse già riportate precedentemente con l'eccezione del valore SCG che dovrà risultare > 5000 ore, nelle condizioni di prova stabilite dalle norme.

tubi in prfv

Le normative dei tubi in prfv sono in evoluzione. In particolare esistono, a livello di Final Draft, delle prEN (155prEN1796 e altre) che in un futuro (più o meno) prossimo, andranno a rimpiazzare le singole norme nazionali, comprese pertanto le UNI. Queste normative saranno basate unicamente su principi prestazionali, senza prendere più in esame il metodo di costruzione dei tubi come avviene nelle UNI.

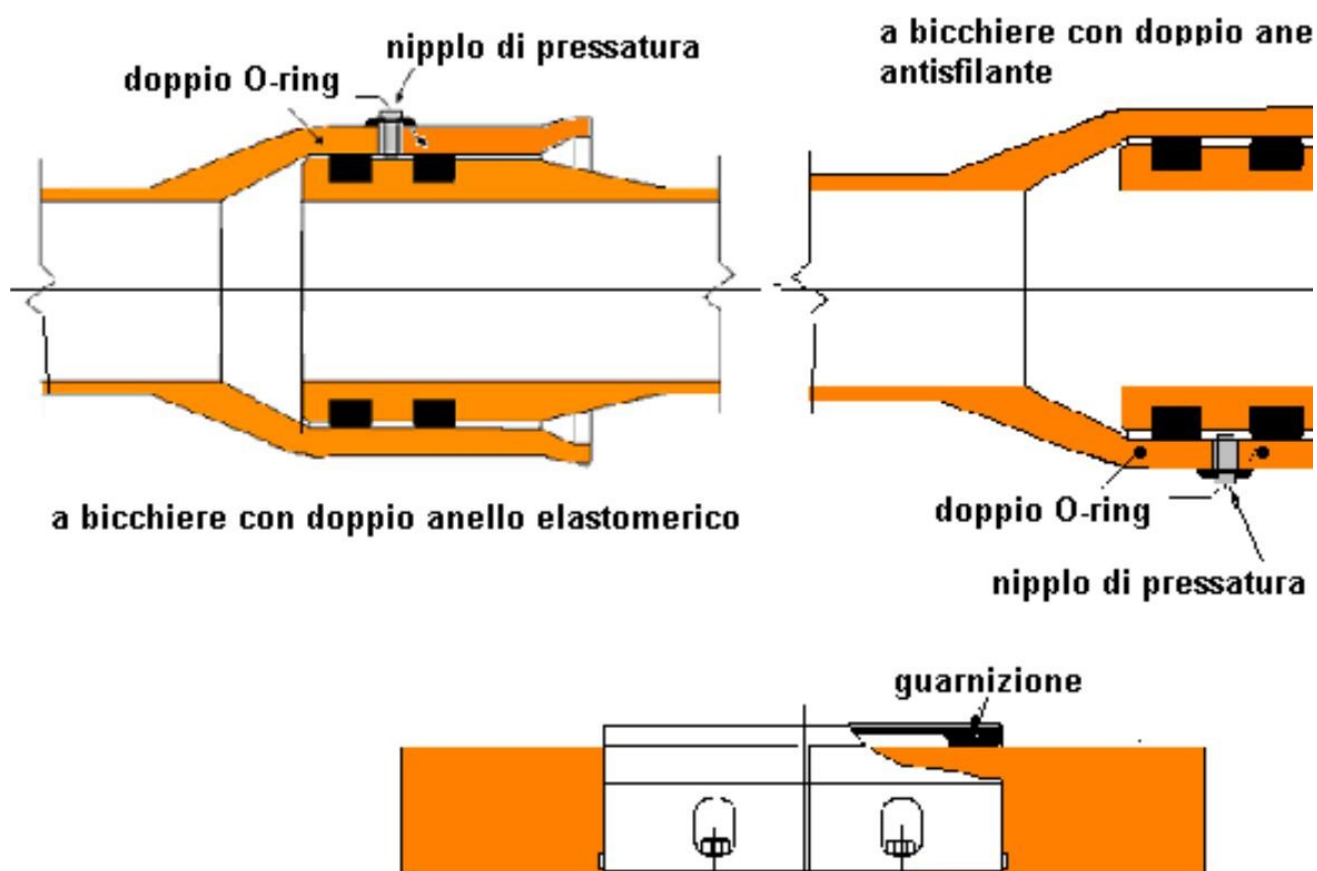
Attualmente le UNI in vigore relativamente ai tubi in PRFV sono le 9032 e 9033. La 9032 riguarda "tipi, dimensioni e requisiti" dei tubi, mentre la 9033 i "metodi di prova".

Per ciò che riguarda le dimensioni e l'eventuale intercambiabilità dei pezzi speciali, questa non è effettivamente possibile in modo diretto. I tubi di classe A e C da un lato, e quelli di classe D dall'altro, vengono prodotti secondo due procedimenti che potremmo definire opposti: nei primi è fisso il diametro interno (e variabile l'esterno), mentre nei secondi è quello esterno che rimane assolutamente fisso (dato dallo stampo).

Per quanto riguarda i tubi di classe D (quelli cioè CENTRIFUGATI), va però detto che l'accoppiamento viene realizzato con semplici manicotti che fanno tenuta sui diametri esterni, e che questi, almeno per una parte di essi (fino al DN 500 compreso), sono corrispondenti (ed accoppiabili) ai diametri esterni utilizzati per i tubi e raccordi in ghisa.

Resta comunque sempre possibile abbinare pezzi speciali in metallo (ghisa e/o acciaio) ai tubi di classe D (CENTRIFUGATI) per TUTTI i diametri, impiegando degli anelli di adattamento applicati ai pezzi speciali stessi.

Le giunzioni disponibili, oltre a quelle flangiate ed incollate sono:



caratteristiche meccaniche

Le elevate caratteristiche meccaniche della **ghisa e dell'acciaio**, ne permettono l'impiego in condizioni di esercizio severe quali elevate pressione interne, colpi di ariete, depressioni interne alle condotte dovute per esempio ad arresto pompe, forti sollecitazioni esterne sia statiche che dinamiche; rispetto a queste ultime le tubazioni metalliche, secondo una limitata ovalizzazione, trasferiscono parte del carico verticale alle pareti laterali dello scavo facendo partecipare il terreno ai lati del tubo alla resistenza complessiva del sistema terra-tubo.

I tubi in ghisa sferoidale vedono accentuata questa positiva caratteristica in virtù del loro ridotto modulo elastico rispetto all'acciaio.

I tubi in vetroresina di minori caratteristiche meccaniche e di massima applicazione fino alla classe PN16, sono caratterizzati da un'elevata deformabilità sia longitudinale che trasversale come risulta sia dalle caratteristiche proprie delle resine costituenti la struttura portante che dalla morfologia anisotropa a strati sovrapposti della parete circolare sia interna che esterna.

Tale caratteristica, qualora contenuta entro certi limiti, ovvero entro il campo di deformazione elastica del materiale di supporto, è positiva ma a patto che le fibre di vetro costituenti lo strato interno mecano-resistente mantengano inalterate nel tempo le loro caratteristiche di resistenza. Ciò a dire che il problema va esaminato congiuntamente sotto l'aspetto sia meccanico che chimico intimamente correlati tra loro nel senso che, mentre gli strati periferici devono mantenersi integri per proteggere lo strato interno di fibre di vetro, questo deve poter rispondere alle sollecitazioni meccaniche per non innescare nei due strati periferici processi di corrosione da sovrasollecitazioni (stress corrosion). E' pertanto buona norma prevedere per la vetroresina la posa in opera con un accurato sottofondo rinfiando e copertura in sabbia onde contrastare i carichi accidentali ed in taluni casi è bene anche eseguire sopra le condotte solette in calcestruzzo. In alcuni casi è necessario provvedere a pose in calcestruzzo (pose in falda) e porre particolare attenzione ai parametri idraulici (pressioni di esercizio, colpi di ariete, fenomeni di depressione), onde non rovinare le condotte.

Le stesse considerazioni possono essere svolte per i tubi in **pead** e **pvc** che, rispetto al prfv, risultano meno fragili. Anche questi tubi richiedono una posa accurata

resistenza alla corrosione da ambiente e da fluido trasportato

I fenomeni corrosivi riguardano esclusivamente i tubi in acciaio e ghisa. La corrosione esterna può essere di origine elettrolitica e chimica

Per quanto riguarda la corrosione elettrolitica, i tubi in **ghisa sferoidale** hanno un ottimo comportamento per i seguenti motivi:

- la presenza di un giunto isolante in gomma ogni 6/7 metri interrompe la continuità elettrica della condotta, avviando pertanto ai rischi di corrosione per correnti vaganti e pile geologiche di corrosione
- i prodotti di ossidazione superficiale sostenuti dal silicio in combinazione con la grafite (dal 10 al 12% del volume) formano una barriera protettiva che blocca gradualmente i fenomeni di corrosione indotti dall'aggressività costitutiva dei terreni di posa. Tutti i tubi hanno protezione passiva per zincatura e bitumatura secondo la norma UNI ISO 8179/86. I prodotti di corrosione dello zinco sono aderenti e formano un efficace strato protettivo anche in presenza di lesioni del rivestimento dovute a disinvoltata movimentazione di cantiere.

In taluni casi particolari, ovvero in presenza di terreni particolarmente aggressivi (con resistività geoelettrica minore di 2000 - 1500 Ohm*cm.), si può adottare sulle condotte in ghisa il manicotto in polietilene non aderente fissabile sui tubi con nastro adesivo e cavetto metallico. Il manicotto preserva da contatti terra-tubo e, anche qualora deteriorato, il meccanismo di protezione è assicurato dal fatto che l'elettrolita entrante con una sua propria carica ionica aggressiva si dispone circolarmente nella circonferenza interna all'intercapedine sottesa tra tubo e manicotto. Una volta consumata la sua corrosività, creando prodotti di corrosione dello zinco imprigionati nel bitume soprastante, l'elettrolita rimane esausto nell'intercapedine suddetta impedendo così il ricambio di sostanze corrosive a contatto con il tubo. Ugualmente il manicotto di polietilene può essere impiegato in casi particolari di incrocio e/o parallelismo con strutture metalliche generanti correnti vaganti (posa vicino ai binari ferroviari, posa nello stesso scavo con condotte protette con trattamento catodicamente), onde aumentare il già molto elevato potere dielettrico delle giunzioni. Per entrambi i casi: corrosività dei terreni, forti dispersioni elettriche, il manicotto sui tubi in ghisa ha mostrato nel tempo un'efficace valida protezione, ottenuta con bassi costi di acquisto e di posa.

Internamente le tubazioni sono rivestite con malta cementizia d'altoforno (del tipo CHF 325) a basso contenuto di calce libera (circa il 5%) applicato per centrifugazione secondo la norma UNI/ISO 4179/86. Tale rivestimento, che non contiene né produce sostanze nocive a contatto con le acque convogliate, è atto al trasporto sia di acque molto pure averse di sali con elevati contenuti di CO₂ aggressiva (fino a circa 25 mg/l.), che di acque molto dure tendenti a sedimentare specialmente con malte cementizie ad alto contenuto di calce libera (Portland). Il cemento d'altoforno resiste bene pure agli attacchi di acque solfatate e residuarie, ed essendo molto liscio e compatto offre scarso appiglio ai carbonati di calcio presenti nelle acque. Inoltre lo stesso procedimento di applicazione del rivestimento interno cementizio, che avviene mediante centrifugazione, seleziona in superficie, per effetto di una nota legge fisica, la parte più fine della miscela formando una stratificazione molto compatta e ben aderente.

Le tubazioni in acciaio sono molto vulnerabili alla corrosione elettrolitica e possono essere aggredite da pile geologiche, micropile, correnti vaganti indotte nel sottosuolo. Le condotte in acciaio necessitano sia di una protezione esterna (passiva) a mezzo di rivestimenti integri, sia tradizionali che di nuova concezione e che tali debbano rimanere con una posa accorta (trasporto, riparazione delle lesioni, rivestimento dei giunti, controllo elettrico), che di una protezione catodica (attiva) ben progettata ed accuratamente eseguita e gestita.

I nuovi rivestimenti poliammidici e polietilenici paiono offrire una migliore protezione passiva ai tubi in acciaio rispetto ai classici rivestimenti bituminosi anche se, proprio in ragione della continuità elettrica delle condotte risultanti, è sempre bene provvedere al reinterro in materiale arido per mantenere un ambiente di posa omogeneo per la protezione catodica e per ovviare al contatto con materiali aguzzi che, intaccando il rivestimento esterno possono creare zone anodiche preferenziali di corrosione.

Internamente i rivestimenti dei tubi in acciaio hanno inizialmente una buona resistenza. All'atto della saldatura dei giunti i rivestimenti interni sia bituminosi che polimerici vengono fusi dal calore colando all'interno del tubo e determinando quindi discontinuità del rivestimento in corrispondenza dei giunti stessi.

A seconda della qualità delle acque, possono esserci rischi di corrosione chimica passante dall'interno verso l'esterno o peggio, in taluni casi, rischi di mutamento delle qualità organolettiche ed alimentari delle acque convogliate a contatto con il metallo nudo.

Nel caso di rivestimenti interni cementizi i tubi in acciaio vengono solitamente rivestiti con malte cementizie di tipo Portland che hanno elevati contenuti in calce libera, fattore questo che li rende aggredibili sia da acque molto dolci, averse di sali, che dure le quali tendono facilmente a combinarsi con la malta dando incrostazioni.

Le tubazioni in **vetroresina** non soffrono corrosioni di tipo elettrolitico, sono però sottoposte a rischi di corrosione di tipo chimico.

E' noto che le resine, come tutti i prodotti di sintesi, hanno la tendenza a subire nel tempo modificazioni chimico-fisiche nella loro struttura molecolare ed in quella dei loro componenti additivi, plastificanti, catalizzatori, indurenti, inibitori. Una delle modifiche chimico-fisiche più rilevanti e debilitanti delle strutture plastiche è l'invecchiamento del materiale rappresentata da perdite di stabilizzante per diffusione, evaporazione o estrazione.

Il fenomeno di invecchiamento più frequente è la comparsa di tensioni strutturali interne e quindi la tendenza alla fessurazione ed all' indebolimento: questo fenomeno è provocato per esempio da post-cristallizzazioni e da variazioni trans-molecolari nei materiali non cristallini come nel caso di migrazioni destabilizzanti o di evaporazione di micro-molecole come i monomeri e l'acqua. Inoltre le sollecitazioni interne, così come quelle esterne, particolarmente in presenza di additivi leggermente espansivi innescano fessurazioni superficiali (crazing) che facilitano attacchi chimici da parte dell'ossigeno accelerando la corrosione del materiale.

In sostanza da un innesto iniziale si può avere progressivamente perdita di resina poliestere ed epossidica, perdita di mat (fibra di vetro) con conseguente collasso della struttura.

caratteristiche idrauliche

I tubi in ghisa sferoidale con malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione presentano un coefficiente proprio di scabrezza pari a 0,10 mm. praticamente costante nel tempo. Nei tubi in acciaio i rivestimenti interni più pregiati assicurano la permanenza nel tempo delle buone caratteristiche idrauliche iniziali, per cui il coefficiente di scabrezza iniziale 0,1 mm. si può ritenere anche in questo caso costante nel tempo. I tubi in vetroresina, a patto che nel tempo non soffrano di invecchiamenti, hanno scabrezza iniziale pari a 0,1 mm. e, qualora non si verificano fenomeni di crazing, non comportano problematiche particolari di idraulicità. Anche per il pead e per il pvc si possono fare le stesse considerazioni che per il prfv.

lavorabilità, raccorderia

E' l'attitudine del materiale ad essere tagliato, forato, filettato, tornito, ec.

La **ghisa** è ben lavorabile in virtù delle caratteristiche meccaniche. Vi è un'opportuna e completa gamma di raccordi con giunti elettricamente discontinui di tipo elastico meccanico e giunti a flangia atta a risolvere tutti i problemi di progettazione e posa degli impianti. In caso di particolari necessità la ghisa sferoidale è anche saldabile impiegando elettrodi specifici.

L'**acciaio** è facilmente lavorabile per le sue proprie caratteristiche meccaniche. Va poi però eseguito un ottimo ripristino od esecuzione "ex-novo" del rivestimento esterno ad avvenuta lavorazione mentre come detto la porzione metallica interna rimane nuda dopo la saldatura. In tal modo, oltre a raccordi in acciaio prefabbricati, è possibile in cantiere ricavare raccordi mediante tagli e saldature dei tubi.

I tubi in **vetroresina** sono discretamente lavorabili sia pur con minore affidabilità che le tubazioni metalliche. Vi è una discreta gamma di raccordi la cui unione alle tubazioni è però consigliabile sia eseguita per via chimica e non meccanica, ovvero saldando con resina i pezzi speciali alle condotte. Ogni esecuzione di curve, ti, ecc. necessariamente implica una buona conoscenza dell'operazione che avviene in campo e non in laboratorio, ovvero in condizioni di temperature le più svariate e l'esecuzione deve essere realizzata con personale qualificato. Per le tubazioni in **pead e prfv** occorre disporre dei pezzi speciali necessari (curve, TI, riduzioni, cartelle flangiate per collegamento a saracinesche);

giunzioni, tenuta idraulica

I tubi in **ghisa sferoidale** hanno giunzioni di tipo elastico automatico con guarnizioni in elastomero che assicurano sia la discontinuità elettrica che la perfetta tenuta. La geometria tronco-conica, con profili divergenti all'estremità opposta alla guarnizione é tale da assicurare il distanziamento del fondo della canna dall'interno del bicchiere nel corso del montaggio e da suscitare un favorevole parallelogramma di forze sulla guarnizione. Infatti la tenuta é assicurata sia dalla reazione elastica dell'elastomero che dalla compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma. Tale tipo di giunzione é oggetto di specifica normativa UNI 9163/87 ed una volta eseguito il montaggio con tubi in asse é possibile procedere a disassamenti di alcuni gradi a seconda dei diametri. I tubi in ghisa sferoidale, proprio in virtù delle loro elevate caratteristiche meccaniche unitamente all'elasticità dei giunti, offrono il miglior comportamento a sollecitazioni longitudinali ed assiali indotte da sismi, cedimenti, frane ed instabilità dei terreni di posa in genere. Proprio in virtù delle caratteristiche meccaniche e dell'elasticità e tenuta dei giunti, anche in condizioni di disassamento, i tubi in ghisa sferoidale sono particolarmente adatta a pose in falde.

Le tubazioni in **acciaio** hanno giunzioni ottenuta per saldatura di eccellente tenuta idraulica salvo la presenza eventuale di scorie di saldatura o altre difettosità. Il vantaggio della saldatura, particolarmente gradito agli utilizzatori, é che, come detto, possano essere ricavati raccordi dai tubi stessi. Questo vantaggio introduce tuttavia degli elementi di incertezza, sulla quantità del risultato strettamente condizionato non tanto dagli standard qualitativi del produttore, ma dalle capacità ed dall'impegno delle maestranze di cantiere che eseguono il taglio, la saldatura, il rivestimento, sempre ricordando che ogni saldatura può rappresentare un punto di innesco preferenziale di corrosione. I giunti saldati hanno inoltre un limite costituito dalla loro rigidità, in quanto giunzioni di tipo elastico meglio si adattano a tutti i casi di instabilità dei terreni di posa quali terremoti, bradisismi, cedimenti e frane.

Le tubazioni in **pead** hanno generalmente giunzioni ottenute per saldatura e quindi di eccellente tenuta idraulica; le saldature vengono realizzate con sistemi automatici di riscaldamento e fusione e quindi in grande sicurezza.

Le tubazioni in **pvc** presentavano grandi problemi di tenuta perché il giunto tendeva a sfilarsi se veniva a mancare il terreno di appoggio (per esempio per scavi nelle vicinanze). Gli ultimi giunti messi in commercio realizzano un accoppiamento molto stabile.

Le tubazioni in **vetroresina** posseggono giunzioni di tipo elastico, la cui evoluzione ha portato da un iniziale O-Ring in elastomero agli attuali due O-Ring, oppure all' O-Ring in elastomero accoppiato ad un cavetto rigido cosiddetto anti-sfilante, alloggiati all'interno del bicchiere. La tenuta idraulica è fortemente condizionata dall' accuratezza della posa in quanto la struttura tende facilmente ad ovalizzarsi, fenomeno che si manifesta in modo differenziato proprio nella zona di giunzione, per cui le guarnizioni non seguono omogeneamente le deformazioni imposte al complesso bicchiere-fondo canna. L'adozione del cavetto induce una maggiore rigidità del bicchiere, ma non risolve completamente l'inconveniente di ovviare a zone di decompressione nelle guarnizioni con conseguenti perdite di fluido. Inoltre é necessario porre particolare attenzione all'atto dell'imbicchieramento poiché la forma pressoché toroidale della guarnizione può comportare rischi di spostamento della guarnizione stessa della sua sede vera e proprio verso l'interno del bicchiere. I tubi in vetroresina di minori caratteristiche meccaniche rispetto ai tubi metallici, pur possedendo giunti di tipo elastico nei riguardi di instabilità dei terreni di posa, hanno sia la possibilità di adeguarsi a movimenti eventuali di questi ma a rischio di rotture longitudinali a valori minori di sollecitazioni che i tubi in acciaio e in ghisa.

economicità, costi di posa, costi di esercizio

Una corretta valutazione economica deve riguardare il costo di un'opera finita cioè a tubi posati, la sua vita tecnica prevedibile, i costi di ammortamento dell'investimento e di gestione dell'impianto. Questi costi sono tanto meno onerosi quanto più affidabili sono le condotte: assenza di interruzioni del servizio per rotture da colpi di ariete, arresti pompe, da schiacciamenti o da

instabilità del terreno di posa, foratura per corrosioni, ecc. Ciò vuol dire che un'analisi economica che partisse dal solo prezzo di acquisto di un materiale sarebbe fuorviante e l'analisi deve tenere conto delle comparazioni tra i vari materiali, considerando poi le reali condizioni dell'opera quali: pressioni di esercizio, diametri, qualità dei fluidi convogliati condizioni dei carichi accidentali e modalità di posa della condotte, condizioni di stabilità ed aggressività dei terreni, incidenza dei raccordi, condizioni logistiche del cantiere, ecc.

Le brevi note che seguono non vogliono dare valori precisi ma solo indicazioni di massima da confrontare con le condizioni locali. In considerazione dell'elevato e costante affinamento delle caratteristiche dei materiali ogni considerazione ha validità temporale limitata.

I costi di posa sono influenzati da:

- Per l'acciaio – tempi di saldatura e di fasciatura delle saldature
- Per la ghisa sferoidale- tempi di realizzazione dei blocchi reggispinta (comprimibili se si fa ricorso a tubazioni anti-sfilamento) e approvvigionamento e posa pezzi speciali
- Per pvc – approvvigionamento e posa pezzi speciali e costruzione blocchi reggispinta (tempi comprimibili se si fa ricorso ai pezzi in ghisa anti-sfilamento)
- Per pead saldature con manicotti o testa-testa
- Per prfv posa in opera accurata dei giunti e dei cavetti anti-sfilamento

I costi di esercizio

Essi sono più ridotti quanto più lunga è la vita tecnica utile dell'impianto e quanto più basse sono le spese annuali di gestione e di manutenzione. E' pertanto necessario scegliere materiali la cui durata e affidabilità siano garantite oltre che dalla loro morfologia costitutiva vera e propria, anche da esperienze degli utilizzatori nel tempo. Per esempio la vetroresina è un materiale di più recente concezione con normative scarse rispetto ai materiali metallici in genere, per i quali vi è un'ampia normalizzazione. La previsione di durata nel tempo dei materiali plastici, del vetroresina e delle resine termoindurenti normalmente utilizzate per la sua fabbricazione (resine bisfenoliche, poliestere, ortoftaliche, isoftaliche e epossidiche) è purtroppo fino ad oggi estrapolata da modelli di tipo parabolico rappresentativi della caduta delle caratteristiche nel tempo in base all'osservazione dei modelli accelerati dei prodotti opportunamente sollecitati per brevi periodi di tempo. Per l'acciaio si può individuare una vita utile di circa 25 anni, per la ghisa sferoidale di circa 50 anni, valutate però su effettive esperienze in campo degli utilizzatori ed oggetto di ampia letteratura tecnica. Come è noto spesso il comportamento in laboratorio è difforme dalla realtà in campo come per esempio avvenne per i primi rivestimenti di tipo polietilenico per i tubi in acciaio che, causa il rigonfiamento dei terreni, venivano staccati dalla parete della tubazioni generando forti corrosioni alle condotte. Per quanto riguarda l'acciaio è inoltre necessario valutare con attenzione i costi gestionali della protezione catodica e le eventuali intersezioni elettriche e geoelettriche delle condotte onde non incorrere in rischi di "cathodic disbondment". Questo fenomeno, tipico delle condotte metalliche elettricamente continue, può instaurarsi sia a causa di pile geologiche che di interazioni con i servizi elettrici nei terreni di posa e comunque nei casi di correnti vaganti indotte nel sottosuolo squilibranti totalmente, o parzialmente, la protezione catodica ovvero i valori di differenza di potenziale terra-tubo.

Le tubazioni in pvc e quelle in pead di ultima generazione hanno aspettative di vita comparabili con quelle della ghisa

Scelte conclusive

In relazione a quanto esposto si ritiene di operare le seguenti scelte:

- Per le tubazioni con diametro fino a 300 mm. circa si opta per tubazioni in PEAD (si tratta in genere dei collegamenti a reti acquedottistiche comunali e quindi non si vanno a modificare gli equilibri delle protezioni catodiche locali)
- Per tubazioni con diametro superiore si opta per tubazioni in acciaio, tenendo conto della matrice arida del terreno che non dovrebbe facilitare il propagarsi di correnti vaganti e della necessità di realizzare in opera molti pezzi speciali. Le

tubazioni in ghisa imporrebbero l'approvvigionamento di molti pezzi speciali e la costruzione di numerosi blocchi d'ancoraggio che risulterebbero anche di difficile collocazione nel sottosuolo densamente urbanizzato. Le tubazioni in acciaio vanno naturalmente posate con letto, rinfiando e copertura in materiale arido e con diversi giunti dielettrici di rete, utili nel caso che in futuro si dovesse realizzare qualche dispersore anodico.

Le portate e i diametri

Tornando allo schema precedente, i valori previsti per le portate sono di seguito indicati (la portata in eccedenza dal sistema Sempione si incrementerebbe di 150 l/sec forniti dal serbatoio di accumulo e relativo impianto di spinta di Cornaredo. La portata iniziale verso Rho ammonterebbe quindi a 250 l/sec circa per arrivare a 160 l/sec in Bollate



Lo schema iniziale viene modificato come sotto indicato in quanto la disponibilità d'acqua dal sistema Sempione sarebbe fornita a gravità, mentre quella proveniente da Cornaredo sarebbe fornita in pressione. I due regimi entrerebbero dunque in concorrenza.

Lo schema precedente resterebbe valido solo se le portate in discesa dal sistema Sempione dovessero essere raccolte nella vasca di accumulo di Cornaredo e da qui venissero sollevate nel sistema Rho, Pero, Arese e Bollate. Questa soluzione non è evidentemente ottimale dal punto di vista energetico perché implica il ri-sollevamento di acque già sollevate.

Con la variante sotto indicata la portata viene fornita a Rho a gravità da Pogliano, Vanzago e Pregnano. Per massimizzare il diametro della tubazione si ipotizza un fabbisogno soddisfatto totalmente da Cornaredo è cioè 250 l/sec (50 per Cornaredo Stesso e per Settimo e 200 per la dorsale verso Est. Poiché i collegamenti da Pogliano Vanzago verso Rho non sono di immediata esecuzione, il Comune di Rho sarà comunque servito dalla dorsale, almeno nel breve periodo.



massimo dislivello geodetico risulta di 169-150 = 19 metri circa ai quali si dovranno aggiungere le perdite distribuite e concentrate

Per quanto riguarda i diametri le analisi disponibili in letteratura per il rapporto costi (di impianto) /benefici attesi (minor consumo energetico per i sollevamenti) portano ad un valore di velocità di 0,9 m/sec. Con questa ipotesi i diametri sono:

DN TUBO MM.	QMAX L/SEC	QMAX MC/H
150	15,9	57,23
200	28,3	101,74
250	44,2	158,96
300	63,6	228,91
350	86,5	311,57
400	113,0	406,94
450	143,1	515,04
500	176,6	635,85
600	254,3	915,62

Tra Cornaredo e Pregnana è già stato realizzato anni orsono un attraversamento autostradale pari a 400 mm. che non si ritiene di impegnare per la dorsale di Cornaredo perché le portate in discesa dal sistema Sempione entrerebbero in competizione con le portate dell'impianto di spinta di Cornaredo. In queste condizioni si preferisce realizzare un altro attraversamento a spingitubo.

I diametri sono dunque

Cornaredo Rho	600 mm
Diramazione per Pero	200 mm acciaio o 315 PEAD PN16
Dorsale in RhO	500 mm. acciaio
Arese Bollate	500 mm.
Diramazione per Arese	200 mm acciaio o 315 PEAD PN16

Per le tubazioni all'interno della centrale si opta ancora per l'acciaio per ciascuna linea (portata da trasportare 25-30 l/sec)

Per l'individuazione dei percorsi sono stati redatti i seguenti elaborati grafici

- tav 1. Quadro sinottico delle centrali e delle dorsali
- tav 2. dorsale in Cornaredo
- tav 3. dorsale in Rho -primo tratto
- tav 4. dorsale in Rho -secondo tratto
- tav 5. dorsale in Rho -terzo tratto
- tav 6. dorsale in Pero
- tav 7. dorsale in Arese
- tav 8. dorsale in Bollate

qui brevemente commentati

Quadro sinottico delle centrali e delle dorsali

Fornisce indicazioni sintetiche su come è necessario potenziare i sistemi di interconnessione tra gli acquedotti delle zone a nord e a ovest di Milano. Come si vede le dorsali previste in questa

fase sono solo quelle alimentate direttamente da Cornaredo. Le altre dorsali indicate saranno realizzate con progetti dedicati

Dorsale in Cornaredo

dal campo pozzi si diparte una tubazione in acciaio dn 600 che, senza collegarsi alla tubazione dn 400 mm. in discesa da Pregnana, si affianca all'autostrada fino all'attraversamento parallelo alla via per Pregnana (con uno stacco de 315 PEAD mm per un collegamento alla rete civica di Cornaredo che trae così beneficio dal campo pozzi ospitato sul suo territorio. La tubazione prosegue quindi in via Merano e in via San Gottardo fino ai pressi del casello di RHO:

Dorsale in Rho –primo tratto

In Rho percorre via Magenta e quindi tutta la via Dei Fontanili.

Dorsale in Rho –secondo tratto

La tubazione in acciaio si porta in via Ghisolfia, con uno stacco IN Pead de 315 mm per Pero. Dopo lo stacco il diametro si riduce a 500 mm Alla fine di via Ghisolfia la tubazione svolta in corso Europa e quindi in via Pozzobonelli dopo aver attraversato a spingi tubo la ferrovia Rhoi Milano. La tubazione prosegue quindi in via Rovereto

dorsale in Rho –terzo tratto

da via Rovereto la tubazione attraversa la SS del Sempione e si porta in via Pace ; attraversa quindi la tangenziale Ovest e il Canale scolmatore al quale si affianca fino al Comune di Arese

dorsale in Pero

lo stacco della dorsale per Pero è stato introdotto parlando del secondo tratto della dorsale in Rho.; dopo attraversamento della TAV MI-TO e della tangenziale ovest e del fiume Olona la tubazione si collega al terminale dn 200 mm. in frazione Cerchianello

dorsale in Arese

la tubazione si sviluppa a fianco del canale scolmatore con un collegamento alla rete locale

dorsale in Bollate

la tubazione si sviluppa a fianco del canale scolmatore con due collegamenti alla rete locale in via Verdi e via Trento

Le perdite di carico

Il calcolo idraulico per una tubazione si basa ormai prevalentemente sull'equazione di Prandtl-Colebrook. Nella sua notazione generale la formula si presenta come:

$$J = \lambda \frac{v^2}{2gD_i}$$

con

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left[\left(\frac{k}{3,715D_i} \right) + \left(\frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right) \right]$$

in cui:

J = perdita di carico in metri di colonna d'acqua per metro di tubo

λ = coefficiente di perdita di carico

Re = $v D_i / \nu$ è il numero di Reynolds,

D_i è il diametro interno in m

v la velocità media in m/s

k = rugosità in metri

ν la viscosità cinematica del fluido alla temperatura d'esercizio.

ν varia per l'acqua da $1,52 \cdot 10^{-6}$ m²/s a 5°C a $0,661 \cdot 10^{-6}$ m²/s a 40 °C.

Per molto tempo la formula di Colebrook è stata risolta con l'ausilio di tabelle e grafici ma, come da tempo dimostrato, una volta determinato il tipo di moto (laminare o turbolento/di transizione) si ha:

per moto laminare

$$J = 128 \cdot \nu \frac{Q}{\pi g D^4}$$

per moto di transizione o turbolento

$$J = \frac{2Q^2}{\pi^2 \cdot g D^5 \cdot \log^2 10 \left[\left(\frac{k}{3,715D_i} \right) + 3,615 \left(\frac{D\nu}{Q} \right)^{7/8} \right]}$$

Per le condotte in genere, un termine di discussione è da sempre il valore della scabrezza assoluta "k" in mm (o dei coefficienti applicabili nelle altre formule idrauliche) applicabile nella formula di Colebrook.

Ogni produttore tende a far apparire il suo tubo come "liscio", suggerendo valori di k i più bassi possibile. La tabella seguente fornisce un dato di sicurezza, ottenuto considerando il valore massimo fornito dai vari fornitori, in **mm**.

acciaio nuovo	0,1
ghisa nuova	1
ghisa rivestimento bituminoso o cementizio	0,4
pvc prfv	0,2
Polietilene	0,5
cemento nuovo centrifugato	0,03
cemento nuovo lisciato	0,5
cemento nuovo grossolano	da 1,0 a 2,0
tubazioni vecchie, acque aggressive e corrosive	2,0

E' prassi comune nel dimensionamento di una condotta, partire dalla portata e ricavare le perdite di carico.

Qualora si utilizzino tubazioni in pead è necessario considerare che il tubo potrebbe venir schiacciato leggermente, senza poter recuperare la circolarità, per effetto del rinterro.

In caso di deformazione per schiacciamento, l'area dell'ellissoide risultante tende a diminuire rispetto all'area del cerchio iniziale; restando inalterato il perimetro; il raggio idraulico, quindi, diminuisce in proporzione diretta.

Comunque, dal punto di vista idraulico, una percentuale di deformazione entro i limiti accettabili del 5 ÷ 6% risulta poco influente sulle perdite di carico.

Anche per tubi in pead si può quindi assumere con sufficiente approssimazione che i parametri di flusso rimangano inalterati anche in caso di piccole deformazioni.

Per le portate previste in progetto le perdite di carico in metri/km sono (già incrementate del 5% per le perdite concentrate)

<u>Q L/SEC</u>	<u>DIAM MM.</u>	<u>J M/KM</u>
250	600	1,17
200	600	0,76
180	500	1,57
160	500	1,25
50	257,8	3,85
20	257,8	0,67

Essendo 257,8 il diametro interno di un tubo PEAD PN16 de 315 mm.

Il sistema di controllo e comando

Dei pozzi

Per quanto riguarda la sequenza di comando delle pompe sommerse si farà riferimento ai livelli del serbatoio di accumulo; il segnale prelevato da due misuratori (uno di riserva) sarà acquisito da un plc che inserirà in cascata le 8 pompe, con rotazione ciclica delle gerarchie di intervento, per evitare che le ultime pompe della serie restino inattive a lungo.

In caso di blocco di una pompa, il PLC segnalerà il fatto, ma proseguirà nel suo lavoro con la pompa successiva.

Dopo un periodo di gestione, il funzionamento delle pompe potrà essere raggruppato per evitare 8 scalini di intervento; per esempio in fase di vasca quasi vuota (in seguito a forte richiesta) potranno partire 4 pompe, poi (con livello in discesa) altre 2 e infine le ultime 2.

Al livello minimo del serbatoio, con pompe dei pozzi tutte in funzione, sarà inibito il funzionamento delle spinte (con l'eccezione della pompa base, come si dirà)

Delle pompe di spinta

L'alimentazione degli acquedotti serviti avverrà con un sistema che prevede il funzionamento in continuo di una pompa base per il mantenimento della pressione (la qualifica di pompa base è a rotazione tra tutte le 5 pompe) e l'inserimento graduale delle altre 4 pompe in base a PLC che agirà analizzando la misura istantanea della portata defluente dal sistema.

Il sistema inverter dovrà diminuire le prestazioni della pompa base quando la portata richiesta dovesse essere < 50 l/sec; poiché la funzione di pompa base viene assegnata ciclicamente a tutte le pompe, ogni pompa sarà dotata di inverter

In caso di portata anormalmente elevata, si dovrà presumere che la condotta sia stata tranciata e allora saranno fermate tutte le pompe, compreso quella base, con segnalazione remota dell'inconveniente. Si ricorda come nel caso di campi pozzi sia indispensabile prevedere un telecontrollo

Il Progettista Paesaggista

Arch. Domenico De Simone



ELENCO ALLEGATI

- allegato 1: concessione per esecuzione pozzo pilota Rg 3452 - 2018;
- allegato 2: Pompe sistema brevettato Drink Cup – water wells;
- allegato 3: PGT - relazione illustrativa Variante Campo Pozzi – ottobre 2016;
- allegato 4: PGT – All.1 parere Regione Lombardia;
- allegato 5: PGT - Fattibilità_01-Layout_5000;
- allegato 6: PGT - vincoli_01-Layout_5000;
- allegato 7: PGT - R3394-16_Cornaredo_PGT_AggVincoli;
- allegato 8: PGT - doc.B.6 - DdP - tav 1.9 tavola dei vincoli_VARIANTE-2016;
- allegato 9: PGT - doc.B.10 - DdP - tav 1.13 visione strategica di piano_VARIANTE-2016;
- allegato 10: PGT - doc.C.2 - PdR - tav 3.2 - Piano delle regole q1 scala 1:2000_VAR.-2016;
- allegato 11: PGT - doc.D.1 - PdS - tav 2.1 piano dei servizi_VARIANTE-2016;
- allegato 12: PGT - doc.D.3 elab 2.2 - PIANO DEI SERVIZI – CONFRONTO – 2016;
- allegato 13: PGT - doc.D.3 elab 2.2 - PIANO DEI SERVIZI – VARIANTE – 2016;
- allegato 14: convenzione con il Comune di Cornaredo;
- allegato 15: Pozzo Pilota - Relazione Generale;
- allegato 16: Pozzo Pilota - Schema strutturale nuovo pozzo;
- allegato 17: Pozzo Pilota - Stralcio planimetrico;
- allegato 18: Pozzo Pilota - Matrice degli aspetti ambientali - TC-P AMB 02;
- allegato 19: Pozzo Pilota – Concessione per esecuzione Pozzo Pilota Rg 3452 - 2018;
- allegato 20: Scheda Tecnica - Faccia a vista Lina PICA;
- allegato 21: Scheda Tecnica – ETER Tub – Acqua – membrana interna vasca;
- allegato 22: Estratto Codice di Pratica Impermeabilizzazioni;
- allegato 23: Scheda Tecnica – Stifferite Class SK;
- allegato 24: Scheda Tecnica – Solar Teg;
- allegato 25: Presentazione Solar Teg;
- allegato 26: Preventivo Solar Teg Roof;
- allegato 27: Impatto Acustico – Centrale Pozzi Cornaredo;
- allegato 28: scheda tecnica – controparete Knauf W623;
- allegato 29: scheda tecnica – Acquapanel Outdoor 2007;
- allegato 30: scheda tecnica – controsoffitto Kanuf D11;
- allegato 31: scheda tecnica – percorso drenante I-dro DRAIN;
- allegato 32: studio di fattibilità tecnica economica – opere di mitigazione ambientale;
- allegato 33: studio di fattibilità opere di mitigazione ambientale – Tav.01;
- allegato 34: studio di fattibilità opere di mitigazione ambientale – Tav.02;
- allegato 35: studio di fattibilità opere di mitigazione ambientale – Tav.03;
- allegato 36: studio di fattibilità opere di mitigazione ambientale – Tav.04;
- allegato 37: Prati Armati – caratteristiche;
- allegato 38: Prati Armati – contro l’erosione che fare;
- allegato 39: Prati Armati – Terreno Vegetale No Grazie;
- allegato 40: Prati Armati – scarpate in bagnato;
- allegato 41: Prati Armati – canalette;

ELENCO ELABORATI GRAFICI:

- Tavola 1 : Planimetria generale – Estratto PGT - Estratto Planimetria Catastale – scala 1:500-1:100-1:2000
- Tavola 2 : recinzioni – scala 1:500 – 1:50
- Tavola 3 : Piante Prospetti sezioni e particolari costruttivi – scala 1:200 – 1:5
- Tavola 4 : Prospetti generali - simulazione inserimento ambientale – scala 1:200
- Tavola 5 : mitigazione - inserimento ambientale – scala 1:100 – 1:500 - 1:20
- Tavola 6 : invarianza idraulica – scala 1:500 - 1:100 – 1:20