B[UILD] SMART!

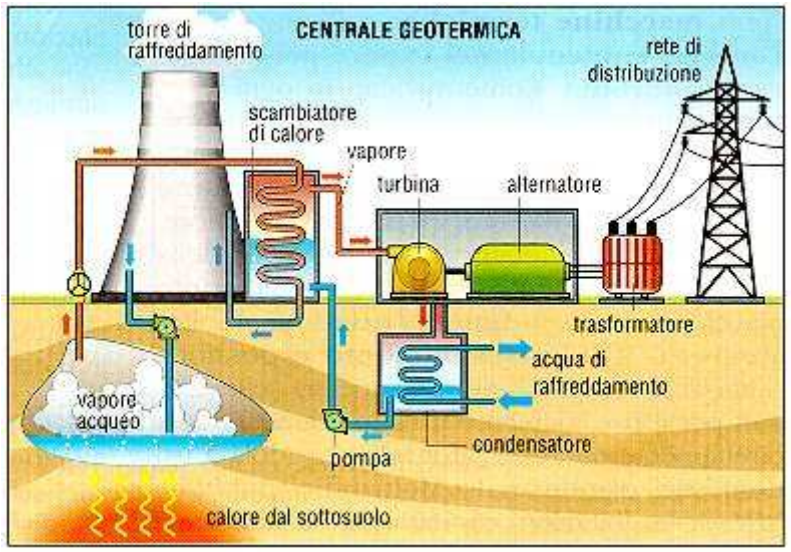
comfort, sicurezza, sostenibilità, innovazione

Francesco ANIMATO

Applicazione di Calcestruzzi ad Elevata Durabilità (UHDC) in Ambito Industriale

APPLICAZIONE AGLI IMPIANTI GEOTERMICI

L'energia geotermica proviene dal calore contenuto all'interno della terra che, in alcune zone della crosta terrestre, risale in superficie sotto forma di vapore caldissimo. L'energia geotermica è al tempo stesso calore e forza meccanica e può alimentare una centrale termoelettrica per muovere le turbine.



Dopo l'utilizzo il vapore viene ricondensato in acqua nella torre di raffreddamento e iniettato nuovamente nel sottosuolo, per rifornire la falda acquifera e mantenere la pressione.

CLASSE DI ESPOSIZIONE E CAUSE DI DEGRADO

Gli impianti geotermici e le strutture accessorie ricadono nella classe di esposizione **XA**.

Questo tipo di esposizione riguarda le strutture a contatto con acque o terreni contenenti sostanze chimiche in grado di reagire con alcuni componenti presenti nella pasta di cemento provocandone il degrado.
Alcuni esempi di degrado di tipo chimico sono quelli dovuti all'aggressione da anidride carbonica, da solfati, da cloruri e alle reazioni alcali-aggregati.

In ambito geotermico, il più diffuso e pericoloso effetto di degrado è senza dubbio rappresentato dai **solfati** presenti nelle acque a contatto con le strutture. Il calcestruzzo attaccato da acque solfatiche rigonfia rispetto al volume iniziale e questo fa sì che il calcestruzzo si disgreghi permettendo una rapida corrosione dell'acciaio.

Alle cause di degrado descritte sopra, si aggiunge l'azione meccanica ed abrasiva legata al movimento dell'acqua in continua circolazione nell'impianto.

CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE – CARATTERISTICHE DELLE ACQUE

Table 2.2. Exposure conditions for EGC pilot in XA environment

Plant	Location	Date	Typology	T	pH	Cond	Alk	Alk rit	O_2 dissolved	H_2S	SO_4^{2-}	SO_3^{2-}	$S_2O_3^{2-}$	Cl^-	Na^+
			(Kind of water)	°C	-log [H^+]	µS/cm	meq/L HCl	meq/L HCl	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Nuova San Martino	LAGO	06-mar-18	Blown down water	n.d.	7,07	4.430	3	1,8	0,1	0,4	1.223	77	26	213	n.d.
Le Prata	LAGO	12-gen-17	column C2 water inlet	19,3	7,08	6.460	11	n.d.	n.d.	0,2	2.292	980	229	1,1	1.352
Valle Secolo Gr.1	LARDERELLO	27-mar-17	column C2 water inlet	16	7,99	1.060	4,9	n.d.	n.d.	u.d.l.	202	u.d.l.	u.d.l.	2,6	7
Bagnore 4	PIANCASTAGNAIO	26-gen-17	Injection water	19,9	6,49	24.200	3,1	n.d.	1,1	0,3	10.020	505	11,2	2,8	0,9
Chiusdino	RADICONDOLI	07-lug-17	cooling tower water inlet	n.d.	6,9	7.870	n.d.	n.d.	n.d.	1,5	5.119	325	46	1	n.d.

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

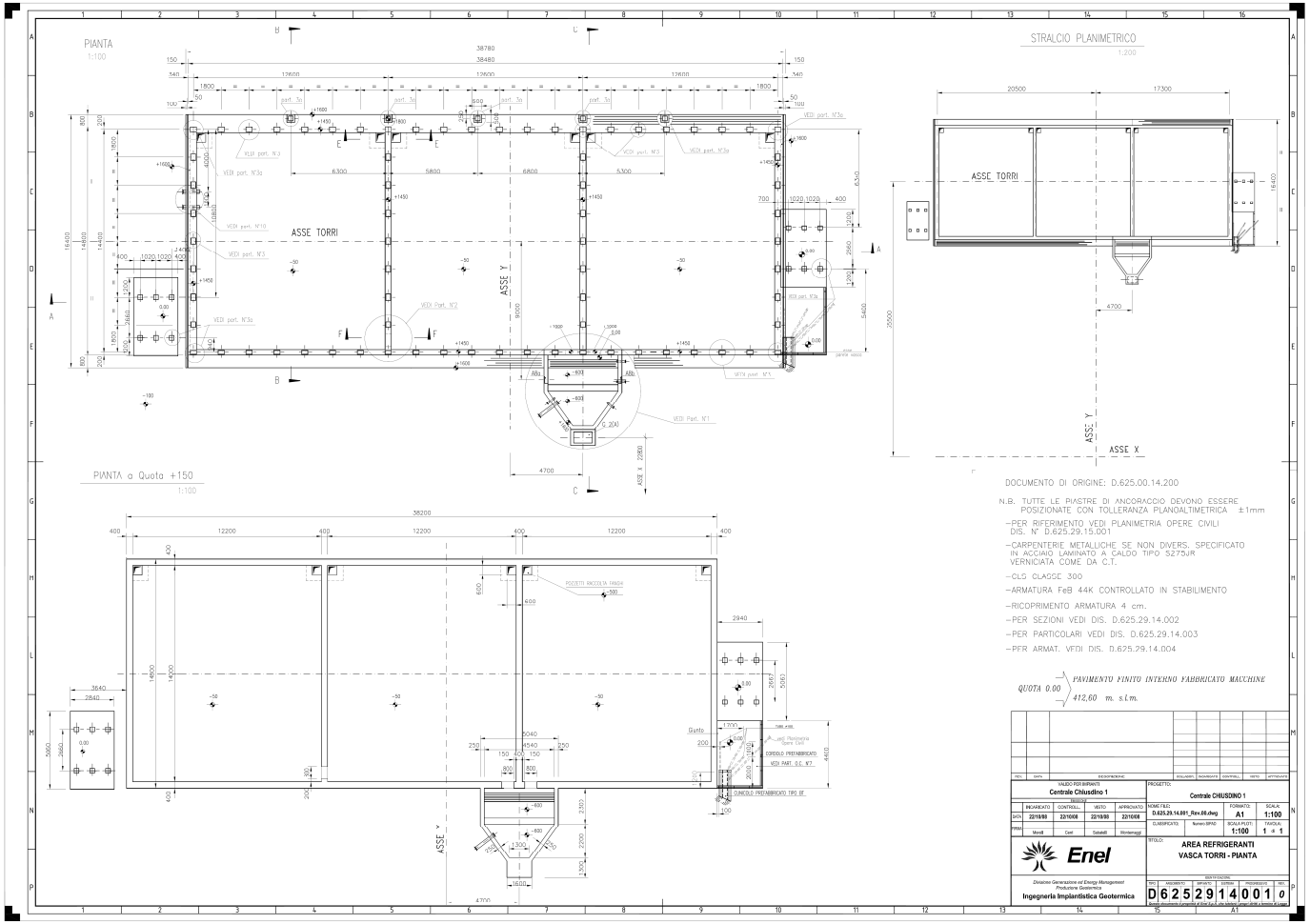
VASCHE IN C.A. PER TORRI DI RAFFREDDAMENTO: PRATICA CORRENTE

Lo standard corrente prevede l'utilizzo di vasche in c.a. gettate in opera con geometria e materiali riportati di seguito:

- Dimensioni in pianta:	**35,0/40,0 m x 14,0/18,0m**
- Altezza muri perimetrali:	**2,00/2,50m**
- Spessore fondazione:	**50cm**
- Spessore delle pareti:	**40 cm**
- Classe di resistenza cls	**C25/30**
- Classe di esposizone	**XA3**
- Magrone C12/15:	**10cm**
- Copriferro minimo	**4cm**
- Armatura	**B450C**

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

ESEMPIO DI VASCA IN C.A. PER TORRE DI RAFFREDDAMENTO



SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

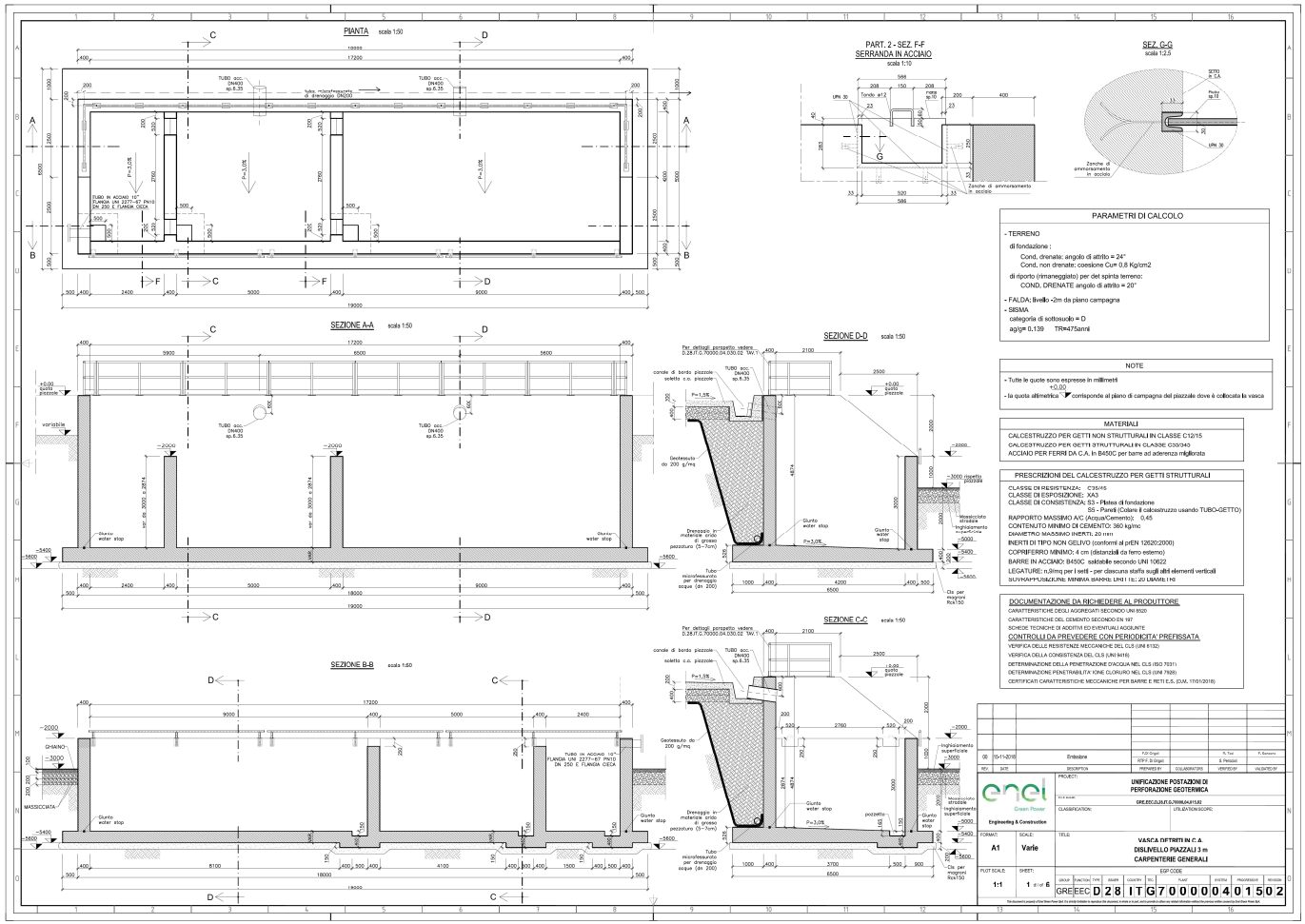
VASCHE IN C.A. PER FANGHI DI PERFORAZIONE: PRATICA CORRENTE

Lo standard corrente prevede l'utilizzo di vasche in c.a. gettate in opera con geometria e materiali riportati di seguito:

- Dimensioni in pianta	**5.0 m x 18.0 m**
- Massima profondità	**3.0 m**
- Pendenza fondo vasca	**1,5%**
- Spessore pareti	**0.40m**
- Spessore min. fondazione	**0.40m**
- Classe di resistenza del cls	**C25/30 – C30/35**
- Magrone C10/15	**10cm**
- Copriferro minimo	**4cm**
- Armatura	**B450C**

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

ESEMPIO DI VASCA IN C.A. PER FANGHI DI PERFORAZIONE



MADE EXPO

agorà

RESHEALIENCE
Ultra High Durability Concrete

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

VASCHE IN C.A. PER TORRI DI RAFFREDDAMENTO: PATOLOGIE CORRENTI

- Rigonfiamento del cls con **distacchi ed espulsione di copriferro**;

- Rapida **ossidazione** dei ferri di armatura;

- Degrado dei sistemi di **impermeabilizzazione**;

- Riduzione della **tenuta idraulica**;

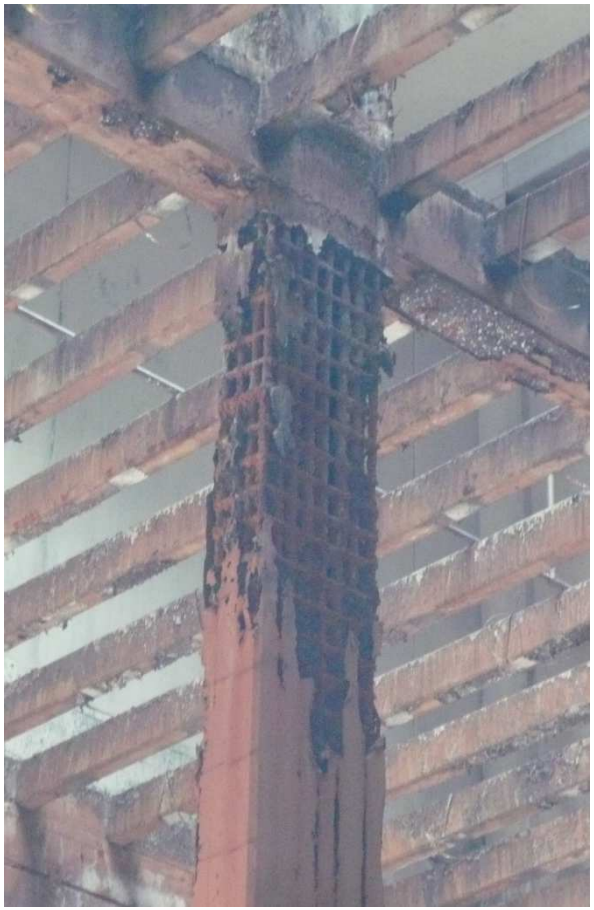
ESEMPI DI DEGRADO

- Esempio 1: Imp. di Farinello - Ripristino di una torre in c.a.

- Esempio 2: Imp. di Chiusdino - Ripristino di una vasca in c.a.

- Esempio 3: Imp. di Pianacce - Ripristino del rivestimento interno

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE



ESEMPIO N. 1: IMPIANTO DI FARINELLO
RIPRISTINO DI UNA TORRE IN C.A.

L'intervento principale ha riguardato il ripristino strutturale dei 2 pilastri centrali della cella che risultavano fortemente deteriorati.

Si è reso necessario mettere in sicurezza la struttura in c.a. realizzando un'apposita struttura di sostegno metallica, prima di provvedere al ripristino dei ferri di armatura e al ringrosso dei pilastri con getto aggiuntivo eseguito mediante betoncino, perimetralmente al cls esistente.

I successivi interventi hanno riguardato il ripristino del cls degradato delle pareti e delle travi secondarie eseguito con malte speciali anti-ritiro e fibro-rinforzate.

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

ESEMPIO N. 1 – IMPIANTO DI FARINELLO

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

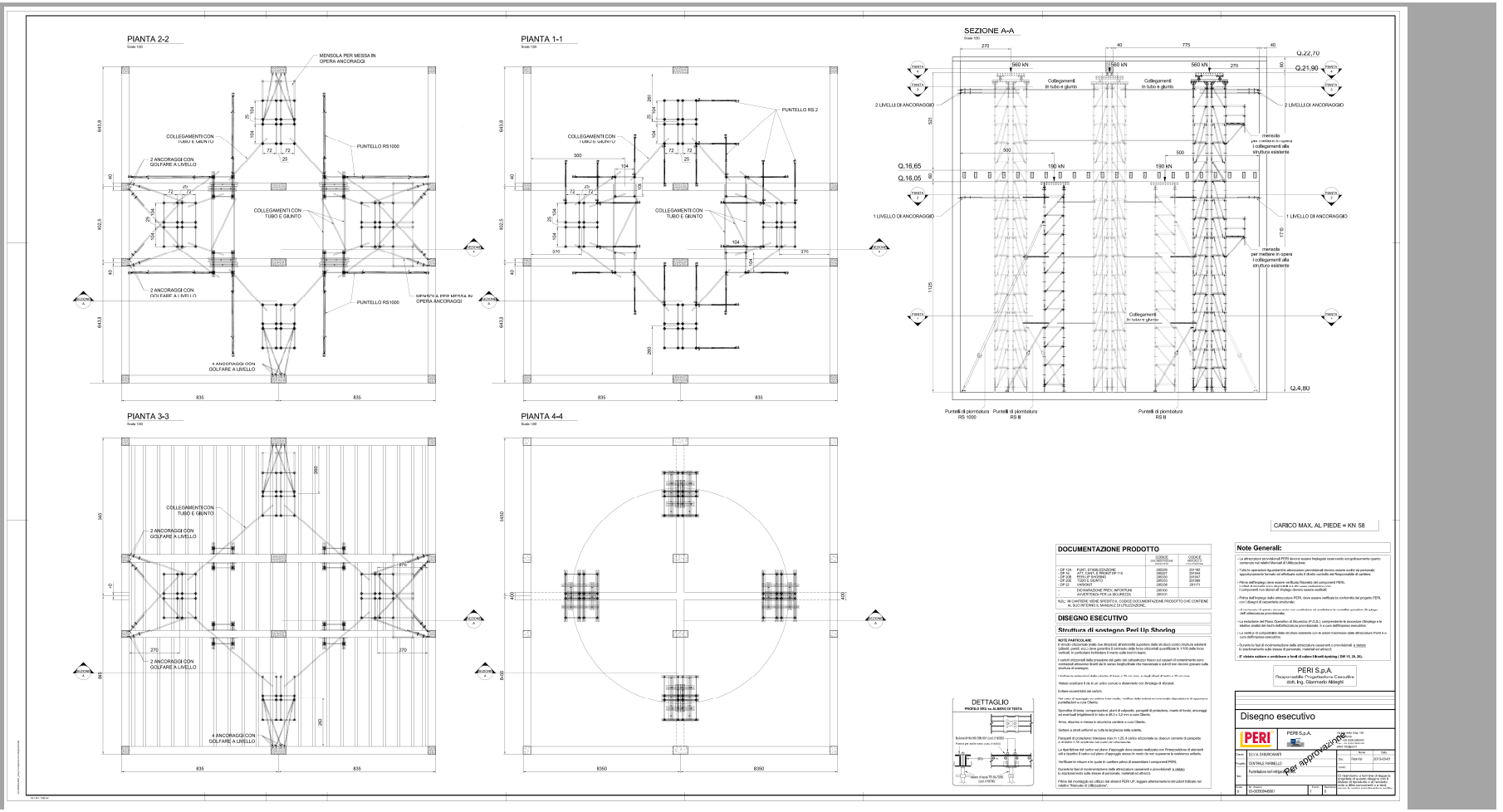
ESEMPIO N. 1 – IMPIANTO DI FARINELLO

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

ESEMPIO N. 1 – IMPIANTO DI FARINELLO

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

ESEMPIO N. 1 – IMPIANTO DI FARINELLO



Per approvazione

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

ESEMPIO N. 1 – IMPIANTO DI FARINELLO

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

ESEMPIO N. 2 – IMPIANTO DI CHIUSDINO
RIPRISTINO DI UNA VASCA IN C.A.

L'intervento è stato eseguito in occasione della fermata programmata ed è consistito nel ripristino del cls ammalorato in sommità ai muri centrali (lunghezza circa n° 2 x 15 ml) a seguito dell'aggressione meccanica e chimica dell'acqua geotermica.

Gli interventi sono consistiti in: pulizia ed asportazione delle parti incoerenti, applicazione di malta anticorrosiva sui ferri d'armatura, ripristino del cls con malta fibro-rinforzata a ritiro compensato con aggiunta di pietrischetto vagliato.

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

ESEMPIO N. 2 – IMPIANTO DI CHIUSDINO

ESEMPIO N. 3 – IMPIANTO DI PIANACCE
RIPRISTINO DEL RIVESTIMENTO INTERNO

- L'intervento ha interessato la vasca della cella n. 3 della torre di Pianacce ed è consistito nel rifacimento del rivestimento bituminoso, previo ripristino localizzato del c.a. e realizzazione dei raccordi in corrispondenza dell'attacco fra fondazione e pareti in elevazione.

- Le lavorazioni sono state eseguite durante la fermata programmata della Centrale, in quanto non sarebbe stato possibile effettuarle spegnendo la singola cella per ragioni impiantistiche.

- Per il rivestimento bituminoso è stata utilizzata una emulsione a rapido asciugamento poiché i tempi ristretti della fermata non consentivano di utilizzare prodotti leggermente migliori da un punto di vista prestazionale, ma con tempi di asciugatura superiori.

- Le lavorazioni eseguite in fermata sono state precedute nei mesi antecedenti, da un tentativo di eliminazione dall'esterno delle perdite nella parte bassa della parete della vasca con prodotti che agiscono in "controspinta". Tale intervento preliminare è servito a contenere le perdite solo in maniera parziale in quanto in alcuni punti non era stato possibile intervenire per la presenza di tubazioni in aderenza alla parete della vasca.

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

ESEMPIO N. 3 – IMPIANTO DI PIANACCE
RIPRISTINO DEL RIVESTIMENTO INTERNO

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

VANTAGGI ATTESI DALL'UTILIZZO DI UN CLS UHDC

PRODUTTIVITA'

- Migliorare la disponibilità di un impianto riducendo le fermate e le tempistiche connesse alla manutenzione delle OO.CC.

MANUTENZIONE

- Semplificare le operazioni di manutenzione delle oo.cc. considerando che:

a. un cls UHDC, con elevata resistenza a trazione, riduce la fessurazione proteggendo in modo più efficace le armature in acciaio

b. possibilità di eliminare i sistemi di impermeabilizzazione bituminosi interni delle vasche

AMBIENTE

- Incrementare le performance in termini di tenuta idraulica;

SOSTENIBILITA'

- Ridurre l'impiego di materiali quali acciaio e cls progettando elementi strutturali più snelli e privi di armature o con bassa incidenza di acciaio

- In fase di decommissioning, ridurre la quantità di materiali da smaltire, sia in terimini di volume sia perchè, per i nuovi materiali si prevede un riuso diretto in sito.

SPERIMENTAZIONE PREVISTA NELL'AMBITO DEL PROGETTO RESHEALIENCE

Come partener industriale, EGP realizzerà 2 piloti. Il primo pilota consiste in una vasca acque in scala ridotta (circa 1:2) mentre il secondo pilota consiste in una vasca detrito in scala reale.

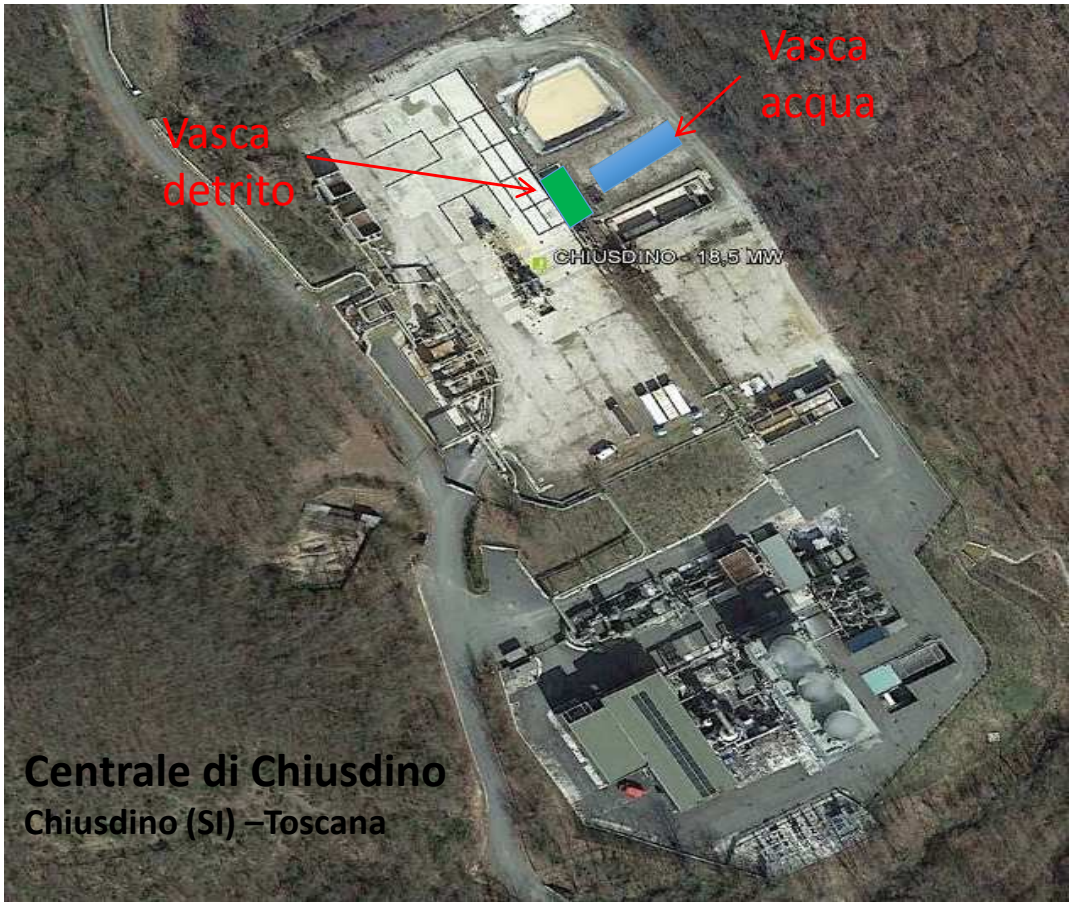
La vasca acque verrà realizzata all'interno dell'area di una centrale in operazione in Toscana per riprodurre condizioni di esercizio quanto più reali possibili. La vasca pilota sarà collegata alla vasca della centrale al fine di derivare l'acqua geotermica .

La vasca detrito sarà realizzata in prossimità di una postazione di perforazione ed utilizzata durante le fasi di esecuzione di un nuovo pozzo produttivo, riproducendo le stesse condizioni di esercizio.

I due piloti saranno monitorati per circa 2 anni al fine di misurare il comportamento delle strutture in termini di durabilità dei materiali.

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

SPERIMENTAZIONE PREVISTA NELL'AMBITO DEL PROGETTO RESHEALIENCE

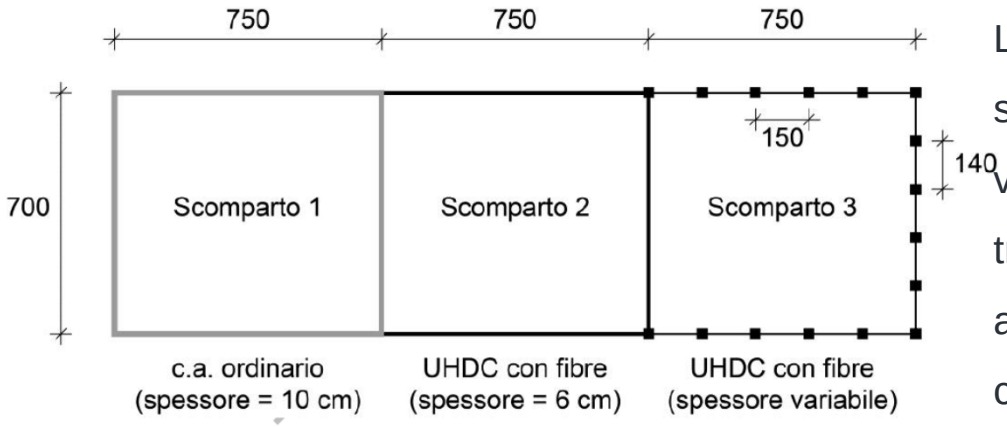


VASCA SPERIMENTALE PER ACQUA DI TORRE: CONCEPT

Allo stato attuale del progetto, è stato definito il prototipo relativo alla vasca per la torre di raffreddamento (Pilota N. 1) mentre è in fase di studio il pilota della vasca detrito (Pilota N. 2).

La vasca pilota è pensata per verificare e mettere a confronto le prestazioni in opera di diversi materiali (calcestruzzo armato tradizionale e calcestruzzo fibro-rinforzato ad alte prestazioni UHDC – Ultra High Durability Concrete), ma anche per confrontare diverse soluzioni strutturali (parete a spessore costante e parete dotata di contrafforti) al fine di ottimizzarne il progetto.

PILOTA N.1 - VASCA PER ACQUA DI TORRE: GEOMETRIA



Le dimensioni in pianta della vasca sono pari a 22.50m x 7.00m. La vasca è suddivisa internamente in tre settori: uno in calcestruzzo armato ordinario e gli altri due in conglomerato cementizio ad alte prestazioni.

Le pareti verticali hanno spessore variabile a seconda del materiale utilizzato.

Lo Scomparto 3 è dotato di contrafforti verticali di sezione quadrata (20 x 20 cm2) ad interasse di 1.50 m sul lato lungo e 1.40m sul lato corto, anch'essi realizzati in UHDC.

Il piano di fondazione è posto a -0.40 m dalla quota 0.00 del piano campagna mentre il bordo superiore della vasca è a 1.50 m.

SPERIMENTAZIONE DI CLS UHDC IN AMBITO INDUSTRIALE

PILOTA N.1 - VASCA PER ACQUA DI TORRE: MATERIALI

Concrete	IIa	IIb
Pilot	EGP	
Responsible	Polimi	
Binder type	CEM I + slag or CEM III	
Fibres	Steel fibres, length 20mm, diam. 2mm, Q.tà 120kg/mc	
Max. Ag. size	20	
Workab.	SCC 700 mm	SCC 700 mm
Strenght	120	120
Tens Str	>7	> 7
Strain at peak	2‰	2‰
Exposure	XA	

Per la realizzazione del pilota è stato scelto un calcestruzzo ad elevata durabilità rinforzato con fibre metalliche.

B[UILD] SMART!

Francesco Animato

francesco.animato@enel.com

Fiera Milano Rho, 13 | 16 marzo 2019

Padiglione 4

B[UILD] SMART! INVOLUCRO

Padiglione 10

B[UILD] SMART! COSTRUZIONI

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

MADE EXPO

agorà