

**ARPAT - AREA VASTA CENTRO - Dipartimento del Circondario Empolese**

Via Tripoli, 18 - 50053 - Empoli

N. Prot: Vedi segnature informatica cl.: EM.01.15.01/2.7 del 18/05/2021 a mezzo: pec

Alla Sindaca del Comune di Empoli  
[comune.empoli@postacert.toscana.it](mailto:comune.empoli@postacert.toscana.it)

Al Sindaco del Comune di Castelfiorentino  
[comune.castelfiorentino@postacert.toscana.it](mailto:comune.castelfiorentino@postacert.toscana.it)

Alla Regione Toscana  
Assessora all'Ambiente  
[regionetoscana@postacert.toscana.it](mailto:regionetoscana@postacert.toscana.it)

All'Azienda USL Toscana Centro  
Dipartimento di Prevenzione  
[prevenzioneempoli.uslcentro@postacert.toscana.it](mailto:prevenzioneempoli.uslcentro@postacert.toscana.it)

**Oggetto:** Proc. n.962/2018 R.G.N.R.: verifiche in merito alla presenza di materiale aggregato riciclato contenente KEU® nelle matrici ambientali – Trasmissione della **Relazione tecnica descrittiva**

Con la presente si trasmette Relazione tecnica descrittiva di quanto ad oggi messo in atto dal Dipartimento ARPAT del Circondario Empolese in risposta all'invito da parte dell'Assessore regionale all'ambiente Monia Monni di rendersi disponibile ad effettuare le verifiche necessarie per valutare eventuali contaminazioni delle matrici ambientali in un'area limitrofa al lotto V della SRT 429 tratto Empoli - Castelfiorentino, individuata dalla Procura della Repubblica<sup>1</sup> come sito di potenziale conferimento di materiali provenienti dagli impianti di produzione di aggregati riciclati contenenti KEU® oggetto dell'indagine della DDA.

Nell'allegato, quindi, dopo aver descritto l'origine di questo materiale, le sue caratteristiche chimico-fisiche ed i suoi impieghi, si descrivono le attività svolte da ARPAT a partire dal 22/04/2021 sulla matrice acque sotterranee e sui terreni, campionati in data 11 maggio nell'ambito dell'esecuzione del Decreto di Ispezione di Luoghi e Cose pervenuto dalla Procura della Repubblica di Firenze, a supporto del CTU incaricato. Di questi ultimi campioni al momento non sono disponibili gli esiti analitici.

Agli esiti delle indagini fin qui svolte, non è stata riscontrata nessuna contaminazione in atto nelle acque dei pozzi campionati su istanza di parte dei cittadini.

1 Si veda il Proc. n.962/2018 R.G.N.R

**Nella prospettiva di definire un Piano di Monitoraggio idoneo a verificare eventuali modificazioni dello stato ambientale nel tempo, ARPAT si rende disponibile ad elaborare una proposta per una seconda fase di approfondimento di indagine**, che preveda uno studio ragionato delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche dell'area e che, unitamente agli esiti dei campionamenti effettuati nei suoli adiacenti il lotto V della SR 429, permetterà di individuare una più ampia area da indagare e monitorare al fine di verificare l'eventuale contaminazione delle matrici ambientali da parte degli aggregati riciclati contenenti KEU oggetto dell'indagine della DDA.

Restando a disposizione, si porgono cordiali saluti

Empoli, lì 18/05/2021

la Responsabile del Dipartimento

***Dott.ssa Gigliola Ciacchini<sup>2</sup>***

*Si allega Relazione Tecnica descrittiva a cura del CTP Geol. Dott.ssa Chiara Lapira*

---

2 Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs 82/2005. L'originale informatico è stato predisposto e conservato presso ARPAT in conformità alle regole tecniche di cui all'art. 71 del D.Lgs 82/2005. Nella copia analogica la sottoscrizione con firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del soggetto responsabile secondo le disposizioni di cui all'art. 3 del D.Lgs 39/1993

**ARPAT - AREA VASTA CENTRO - Dipartimento del Circondario Empolese**

Via Tripoli, 18 - 50053 - Empoli

N. Prot: cl.: EM.01.15.01/2.7 del 18/05/2021 a mezzo: freedocs

**Alla Dirigente del Dipartimento**

Dott.ssa Gigliola Ciacchini

**Oggetto:** Proc. n.962/2018 R.G.N.R.: verifiche in merito alla presenza di materiale aggregato riciclato contenente KEU® nelle matrici ambientali – **Relazione tecnica descrittiva**

**Premessa: origine, caratteristiche ed impieghi del KEU®**

Il materiale denominato KEU®, acronimo di *Ktaftanlagen Energie und Umwelttechnik*<sup>1</sup>, ha origine dal recupero di parte dei fanghi inspessiti provenienti dal depuratore consortile della zona del cuoio (AQUARNO). Da qui, mediante fangodotto dedicato, i fanghi sono inviati ad un impianto nel Comune di Santa Croce sull'Arno (ECOESPANSO srl) per essere sottoposti ad una serie di trattamenti specifici (centrifugazione, disidratazione per evaporazione e pirolisi) alla fine dei quali risultano completamente disidratati. Viene poi estratta la frazione organica con produzione di syngas ed infine il materiale risultante subisce una sinterizzazione (cottura in forno) fino a dare un residuo solido denominato KEU.

Questo materiale si presenta sottoforma di granulato nero, e sin dall'inizio della sua produzione è stato classificato come rifiuto inerte, CER 190112, anche se presenta significativi rilasci al test di cessione.



Fig. 1 – A destra Keu appena uscito dal forno di sinterizzazione e a sinistra particolare del prodotto finale inviato a recupero

1 Società che ha curato il primo progetto di ECOESPANSO srl del 1996 e la realizzazione dell'impianto di produzione.

Inizialmente utilizzato da ECOESPANSO srl per produrre PLASTOFIL, un materiale da utilizzare come filler in impasti cementizi (HSC) e conglomerati bituminosi (HCB), il suo utilizzo si interrompe definitivamente alla fine del 2014 probabilmente a causa dei contenuti in sali (essenzialmente cloruri e solfati) presenti nel KEU che ne pregiudicavano le prestazioni facendo uscire il prodotto dal mercato dopo pochi anni di produzione.

Ad agosto del 2012 l'impianto LEROSE di Pontedera è stato autorizzato dalla Provincia di Pisa per ricevere il codice CER 190112 (dunque tra questi il KEU) e tra le raccomandazioni per il suo recupero, di cui alla DD n.3384 del 2012, si legge di limitare l'eccessivo dilavamento del rifiuto stoccato ed effettuare un controllo specifico sulle acque di piazzale. Viene quindi indicata la possibilità di riutilizzo dei riciclati sia nei materiali per l'edilizia che nei recuperi ambientali, nonostante i significativi rilasci al test di cessione.

Per questo motivo, presso il sito di LEROSE, il KEU viene in piccola percentuale miscelato meccanicamente, vagliato e tritato insieme a rifiuti da costruzione e demolizione, terre e rocce da scavo, inerti di cava per ottenere un prodotto certificato UE (sottoprodotto - EOW), come aggregato di diverse tipologie: 0-30, la più fine e dunque probabilmente più ricca in KEU in quanto di origine polverosa, fino al 40-70, utilizzato principalmente in edilizia per rilevati e riempimenti.

Confrontando però i risultati analitici ottenuti negli anni passati sul tal quale dei campioni di riciclato prelevati durante alcuni sopralluoghi effettuati dal Dipartimento ARPAT di Pisa presso l'impianto LEROSE con le analisi di KEU appena prodotto, con l'analogo riciclato utilizzato per realizzare rilevati stradali e con il riciclato utilizzato per la realizzazione di strade di cantiere, si notano criticità relative a cromo e antimonio che presentano sistematicamente valori superiori alle CSC di col.B e vari superamenti della col.A per altri metalli.

Di particolare rilievo è la netta differenza che si osserva nelle concentrazioni di CrVI e idrocarburi totali, entrambi assenti nel KEU appena prodotto e presenti, anche in concentrazioni significative, nei riciclati. Per quanto riguarda il CrVI resta valida l'ipotesi che prevede fenomeni di parziale ossidazione del KEU a seguito dell'instabilità chimica del sinterizzato nel tempo e in ambiente aperto.

Dalle indagini svolte da ARPAT fino ad oggi, emergeva già, dunque, che il materiale riciclato rappresenta una sorgente di contaminazione per superamento nei valori dell'eluato delle CSC di tab.2, all.5 al Titolo V, Parte Quarta del Dlgs 152/06 smi, mentre dal confronto con i limiti della tabella di all.3 al DM5/2/98 smi emerge la mancanza di compatibilità ambientale del riciclato prodotto con il KEU.

### **Attività di ARPAT - Dipartimento Circondario Empolese**

A seguito di richiesta della Regione Toscana Assessorato all'Ambiente, il Dipartimento ARPAT del Circondario Empolese in data 22.04.2021 ha avviato una campagna di indagine delle acque sotterranee su istanza di cittadini proprietari/utilizzatori di pozzi privati ubicati nei terreni adiacenti il lotto V della SRT 429 tratto Empoli - Castelfiorentino, individuato dalla Procura della Repubblica<sup>2</sup> come sito di potenziale conferimento di materiali provenienti dagli impianti di produzione di aggregati riciclati contenenti KEU® oggetto dell'indagine della DDA.

---

<sup>2</sup> Si veda il Proc. n.962/2018 R.G.N.R

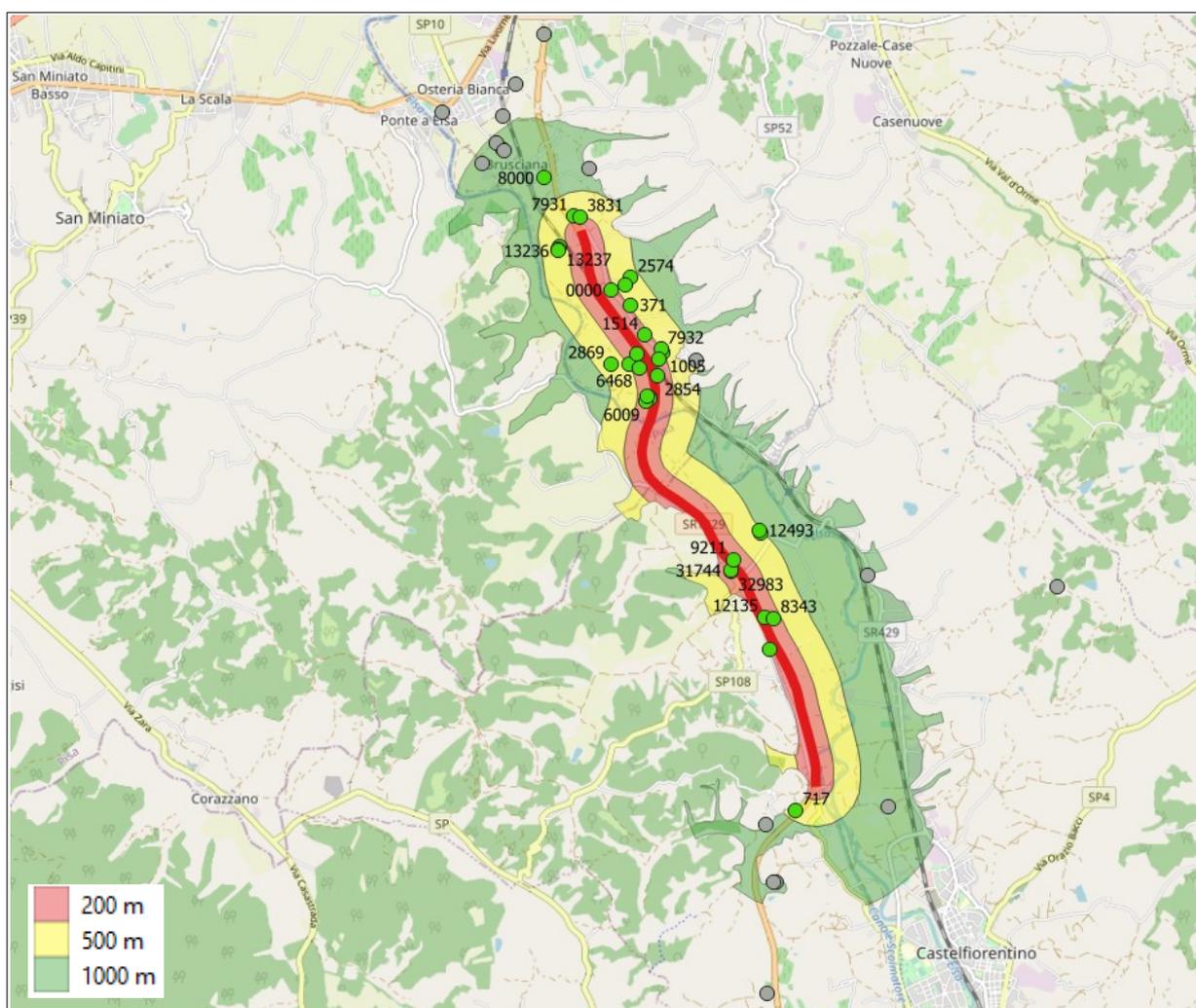
In totale ad oggi sono pervenute 55 istanze di parte, alcune richiedenti l'analisi delle acque di più pozzi della stessa proprietà, di cui 30 istanze sono state accolte e 25 ritenute per il momento non accoglibili.

Si ricorda, a tale proposito, che il tratto della SR 429 denominato "lotto V" sul quale sono state indirizzate le indagini è compreso tra la rotonda in località Brusiana a Nord, nel Comune di Empoli e la rotonda in località Dogana a Sud, nel Comune di Castelfiorentino, e che per il momento le indagini sono state estese fino ad una distanza massima, tracciata in maniera del tutto geometrica, di 500 m dall'asse stradale in oggetto.

Pertanto, per il momento, alcuni pozzi segnalati dai cittadini, non rientrando nella fascia di indagine suddetta, non sono stati campionati in quanto non coerenti con i criteri di ricerca prescelti.

Le istanze accolte hanno permesso di campionare in totale 33 pozzi privati, di cui 1 in attesa di esiti analitici, ubicati per la maggior parte nel comune di Empoli (25 pozzi) ed i restanti nel comune di Castelfiorentino (8 pozzi), la maggior parte dei quali superficiali ad anelli o in muratura, dotati di pompe ed utilizzati principalmente a scopo domestico-irriguo o idropotabile.

Si sottolinea che la zona di Piangrande – Molin nuovo nel Comune di Empoli non è attualmente servita dall'acquedotto pubblico, pertanto i cittadini utilizzano le acque dei pozzi privati ad uso idropotabile. Ad essi è stata data la priorità per le analisi delle acque.



*Fig.2 - ubicazione pozzi privati campionati (in verde) su richiesta dei cittadini; in grigio i pozzi esclusi al momento dall'indagine preliminare*

Le acque prelevate sono state inviate al laboratorio ARPAT per la ricerca dei parametri ritenuti indicatori del potenziale impatto dovuto alla presenza di materiale riciclato contenente KEU, ovvero metalli e Cromo VI, oltre al Proc. n.962/2018 R.G.N.R.: verifiche in merito alla presenza di materiale aggregato riciclato contenente KEU® nelle matrici ambientali – Trasmissione della **Relazione tecnica descrittiva** rilievo in campo dei principali parametri chimico-fisici.

In particolare è stato prelevato un campione tal quale per la determinazione del Cromo VI, ed un campione filtrato sul posto con membrana 0,45 µm stabilizzato con HNO<sub>3</sub> 1 ml/100 ml per la determinazione dei metalli (Al, As, B, Cd, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Cu, Sb, Se, Zn, Ag, Be).

Sul campo è stato inoltre misurato, mediante sonda freaticometrica, il livello piezometrico statico di ciascun pozzo nonché i parametri di campo quali:

- pH – Metodo APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003;
- T[°C] – Metodo APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003;
- Cond [µS/cm] – metodo APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003;
- O<sub>2</sub> disc [mg/L] – metodo ASTM D888–12e1 Metodo B (ossimetro a membrana) ASTM D888–12e1 Metodo C (ossimetro a luminescenza);

Le indagini sono state effettuate secondo criteri di screening ambientale e non equivalgono ad una valutazione sulla potabilità delle acque, disciplinata da norme vigenti che afferiscono all'ambito sanitario.

Dai risultati analitici è emerso quanto segue (esiti disponibili per 32 pozzi su 33 campionati):

1. Le concentrazioni nelle acque sotterranee dei metalli considerati indicatori del potenziale impatto dovuto alla presenza di materiale riciclato contenente Keu (principalmente Cromo e Antimonio) presentano sempre valori inferiori alle soglie di contaminazione stabilite dalla norma (Tab. 2, All. 5 Parte IV Dlgs 152/06) per le acque sotterranee. Pertanto nelle acque campionate nei suddetti pozzi non si riscontrano attualmente effetti derivanti dall'utilizzo nei cantieri del lotto V della SR 429 di aggregati riciclati contenenti KEU.

In particolare le concentrazioni di Cromo totale (valore limite 50 µg/litro), somma del cromo trivalente ed esavalente, sono risultate sempre minori o uguali a 2 µg/litro e quindi anche inferiori alla soglia per il cromo esavalente, pari a 5 µg/litro, che - di conseguenza - non è stato necessario analizzare.

2. In 16 pozzi è emerso il superamento delle concentrazioni massime ammissibili per il parametro Manganese (Mn)<sup>3</sup>. Tale aspetto, non riconducibile ad una contaminazione derivante da aggregati contenenti KEU, può essere messo in relazione con i valori tipicamente riscontrati nella zona della Valdelsa in cui il Mn presenta concentrazioni elevate riconducibili a valori di fondo naturale provenienti dall'alterazione dei suoi minerali presenti nelle formazioni geologiche della Valdelsa in ambiente con potenziale redox negativo, come risulta da letteratura nonché dai monitoraggi annuali delle acque effettuati da ARPAT<sup>4</sup>.

3 Rispetto alle CSC di cui alla tab.2, All.5 Parte IV D.Lgs. 152/06

4 Per ulteriori approfondimenti in merito è possibile consultare: lo studio "Il territorio della Valdelsa e le sue acque" (2003), realizzato da ARPAT in collaborazione con Acque spa disponibile sul sito Web ARPAT alla pagina:

3. In alcuni pozzi è emerso anche il superamento del parametro Ferro per il quale valgono le stesse considerazioni espresse per il manganese al punto precedente.

4. In un solo caso, nel pozzo ad uso irriguo di Via Bisarna n.1 nel Comune di Empoli (FI) profondo 32 metri, è emerso anche il superamento del parametro Arsenico (As) per il quale, dopo avere invitato il proprietario a sospenderne l'uso, è stato effettuato un ulteriore approfondimento d'indagine mediante ripetizione del prelievo del campione a seguito di idoneo spurgo delle acque, che ha confermato gli esiti analitici già in nostro possesso. Per tale motivo, si rimanda al proprietario del pozzo con apposita nota ed al Comune di Empoli per dare seguito a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 in merito alla notifica di potenziale contaminazione delle acque sotterranee per superamento delle CSC (Tab. 2, All. 5 Parte IV Dlgs 152/06) per il parametro Arsenico.

Per quanto attiene i suoli, ARPAT in data 11/05/2021 ha coadiuvato il CTU incaricato nell'ambito dell'esecuzione del Decreto di Ispezione di Luoghi e Cose pervenuto dalla Procura della Repubblica di Firenze, prelevando proprie aliquote di terreni inviate ai propri laboratori per le opportune analisi, ovvero test di cessione sul tal quale e verifica del rispetto delle CSC di cui alla tab.1 all.5 Titolo V parte IV del D.Lgs. 152/06 sul vagliato a 2 cm. I campioni sono stati circoscritti alla zona compresa tra la rotatoria di Brusciiana e l'opera di scavalco della ferrovia Empoli-Siena, rampa nord in direzione Empoli; le indagini hanno riguardato in particolare il materiale che costituisce il rilevato di sostegno della sede stradale.

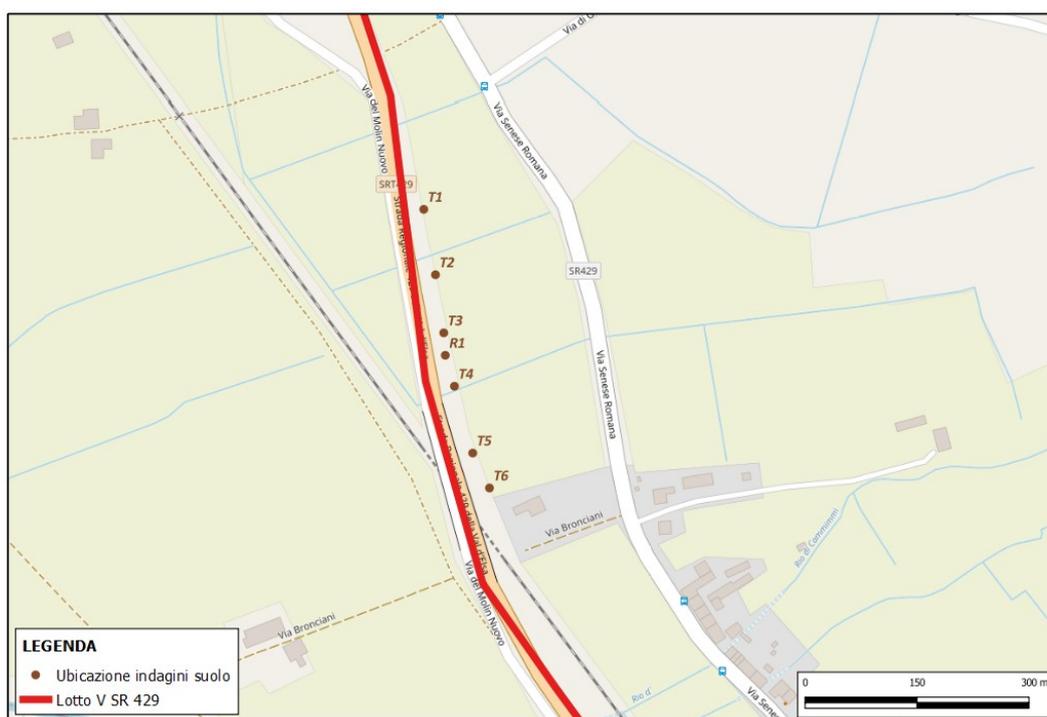


Fig. 3 – ubicazione punti indagine suoli del 11/05/2021

[www.arpato.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpato/il-territorio-della-valdelsa-e-le-sue-acque](http://www.arpato.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpato/il-territorio-della-valdelsa-e-le-sue-acque)

"Monitoraggio corpi idrici 2002-2006 – Corpi idrici sotterranei della Toscana". 2008 ed altre informazioni sono reperibili sulla Banca Dati Acque sotterranee di ARPAT alla pagina

<http://sira.arpato.toscana.it/apex2/f?p=115:3:0::NO>

Delle 6 trincee realizzate ne sono state campionate 4, ed in più è stato prelevato un campione denominato R1 dal fianco laterale del rilevato stradale. Quest'ultimo campione risultava nero e di aspetto sabbioso, ben diverso nel colore e nella consistenza dal terreno riscontrato nelle altre trincee.

Di tali campioni non sono ancora disponibili gli esiti analitici al momento della stesura della presente relazione.

Empoli, lì 18/05/2021

L'Istruttore CPT

*Geol. Chiara Lapira*

