

WORKSHOP DI GEOFISICA

Rovereto, 02 Dicembre 2022

*INDAGINI CON GROUND PENETRATING RADAR
ED APPLICAZIONI IN SITI OGGETTO DI BONIFICA
E/O DISMESSI*

**CASTELLARI
AMBIENTE**



Dott. Maurizio Castellari
Castellari Ambiente Srl Stp
Via Emilia, 67 – 40026 Imola

Chi siamo

CASTELLARI AMBIENTE nasce nel 2015 per fornire ai nostri clienti un servizio integrato sulle questioni ambientali.

La volontà di affrontare la crescente complessità delle problematiche ambientali con un approccio sistemico e tecnico sono alla base dell'attività dello studio e della sua composizione.

La società è composta dai seguenti professionisti:



Maurizio Castellari
Geologo



Michele Castellari
Ingegnere



Marta Cristiani
Geologa



Giulia Bastia
Biologa



Chiara Castellari
Amministrativa

CA





I siti contaminati sono le aree nelle quali, in seguito ad attività umane svolte o in corso, è stata accertata un'alterazione puntuale delle caratteristiche naturali del suolo o della falda da parte di un qualsiasi agente inquinante. Questa definizione fa riferimento al D.Lgs. 152/06, Titolo V, Parte IV, che identifica come "potenzialmente contaminati" i siti in cui anche uno solo dei valori di concentrazione delle sostanze inquinanti nel suolo o nel sottosuolo o nelle acque è superiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) e come "contaminati" i siti che presentano superamento delle CSR (Concentrazioni Soglia di Rischio) determinate mediante l'applicazione dell'analisi di rischio sito-specifica.



QUALI ATTIVITÀ DELL'UOMO POSSONO DARE ORIGINE A UN SITO CONTAMINATO?

La non corretta gestione dei processi produttivi o il verificarsi di eventi accidentali:

Attività industriale
52%



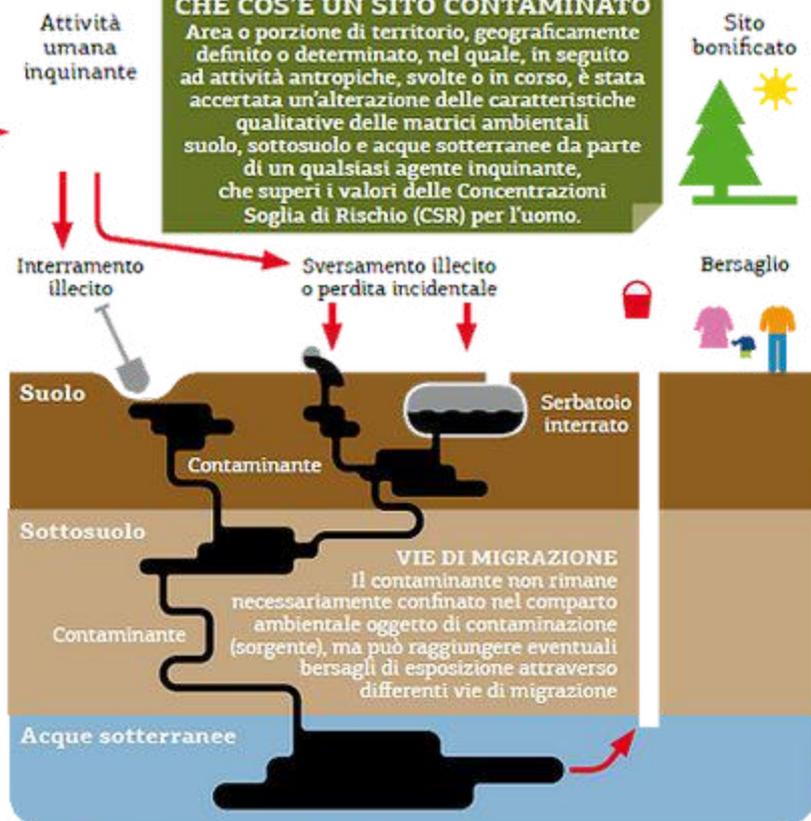
Attività commerciali (ad esempio: punto vendita carburante)
34%



Altro
14%

CHE COS'È UN SITO CONTAMINATO

Area o porzione di territorio, geograficamente definito o determinato, nel quale, in seguito ad attività antropiche, svolte o in corso, è stata accertata un'alterazione delle caratteristiche qualitative delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee da parte di un qualsiasi agente inquinante, che superi i valori delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) per l'uomo.



QUALI SONO LE MISURE PER BONIFICARE UN SITO CONTAMINATO?

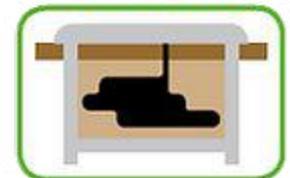
Bonifica per trattamento chimico-fisico biologico (decontaminazione in situ della matrice inquinata)



Bonifica per rimozione (asportazione del materiale contaminato)



Messa in sicurezza permanente (confinamento della sostanza inquinante)



RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE

Se l'inquinante raggiunge un bersaglio (uomo) può generare un rischio sanitario-ambientale





I procedimenti di bonifica sono suddivisi in diverse fasi, così come identificato dall'art. 242 del D.Lgs. 152/2006:

1. **comunicazione iniziale** effettuata al verificarsi di un evento potenzialmente in grado di contaminare il sito o all'evidenza di contaminazioni storiche del sito;
2. **indagine preliminare;**
3. **piano di caratterizzazione** presentato qualora l'indagine accerti l'avvenuto superamento delle CSC;
4. **analisi di rischio applicata al sito** sulla base degli esiti della caratterizzazione per la determinazione delle concentrazioni soglia di rischio (CSR);
5. **progetto preliminare di bonifica**, presentato se le concentrazioni riscontrate in sito sono superiori alle CSR calcolate, che viene valutato dagli enti competenti;
6. **progetto operativo di bonifica** approvato al termine della valutazione da parte dell'autorità competente;
7. **interventi di bonifica** eseguiti sulla base del progetto approvato;
8. **controlli post bonifica** eseguiti dal proponente al termine degli interventi di bonifica per verificare il raggiungimento degli obiettivi;
9. **certificazione dell'avvenuta bonifica** da parte della provincia competente al termine della realizzazione del progetto.



In sintesi: a fronte di un sito dismesso, che spesso deriva da un fallimento, è necessario capire quali possono essere i punti da cui si è innescata o si potrebbe innescare una contaminazione del suolo e del sottosuolo.

E' una vera e propria «caccia all'assassino» in cui tutte le informazioni storiche ed orali sono fondamentali per individuare punti critici.

Da questo punto di vista le indagini georadar sono fra le più indicate per effettuare un primo screening dei luoghi alla ricerca di cisterne interrato e/o anomalie del terreno che possano ricondurre ad individuare punti di inquinamento e di accumuli di rifiuti.

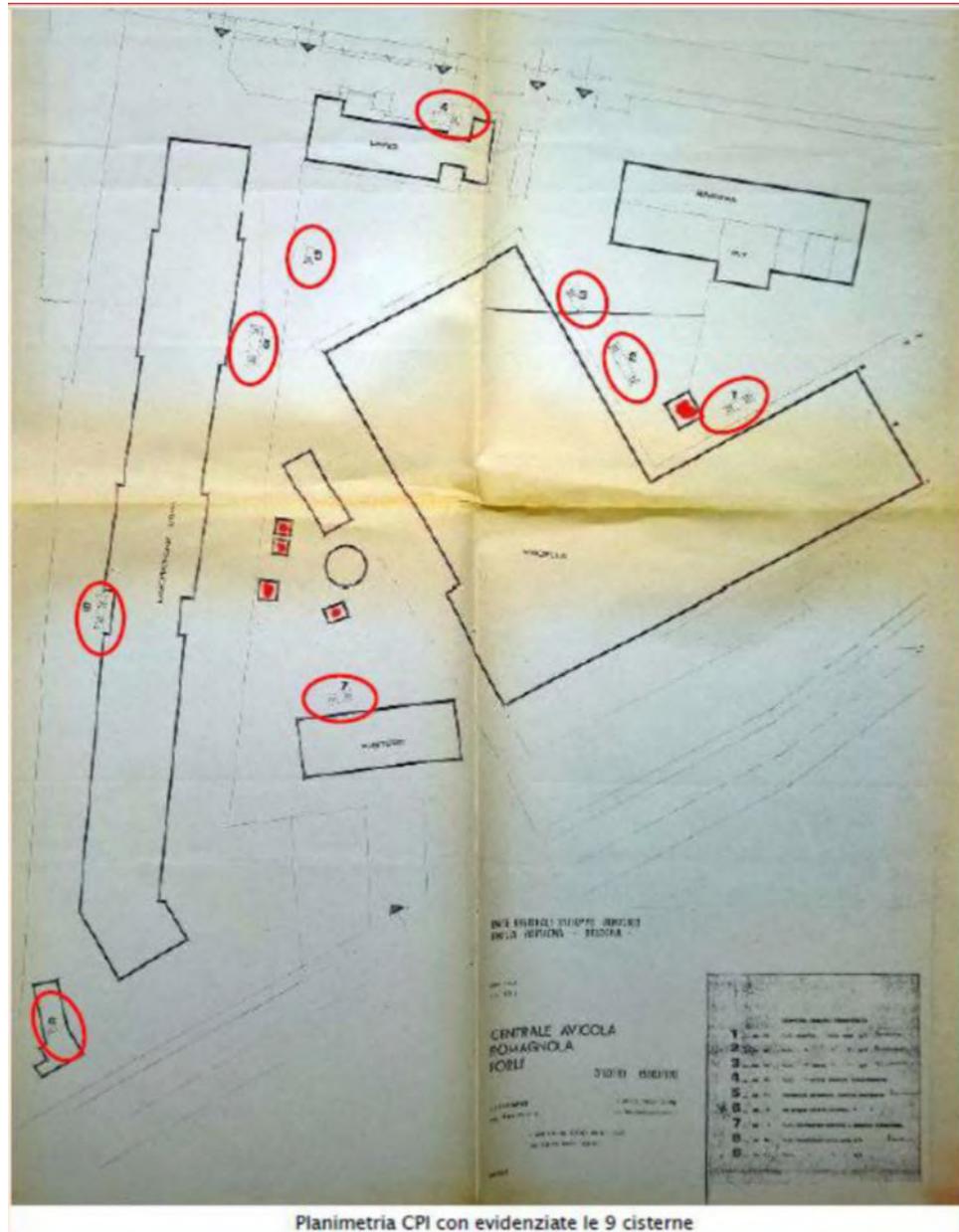
CA

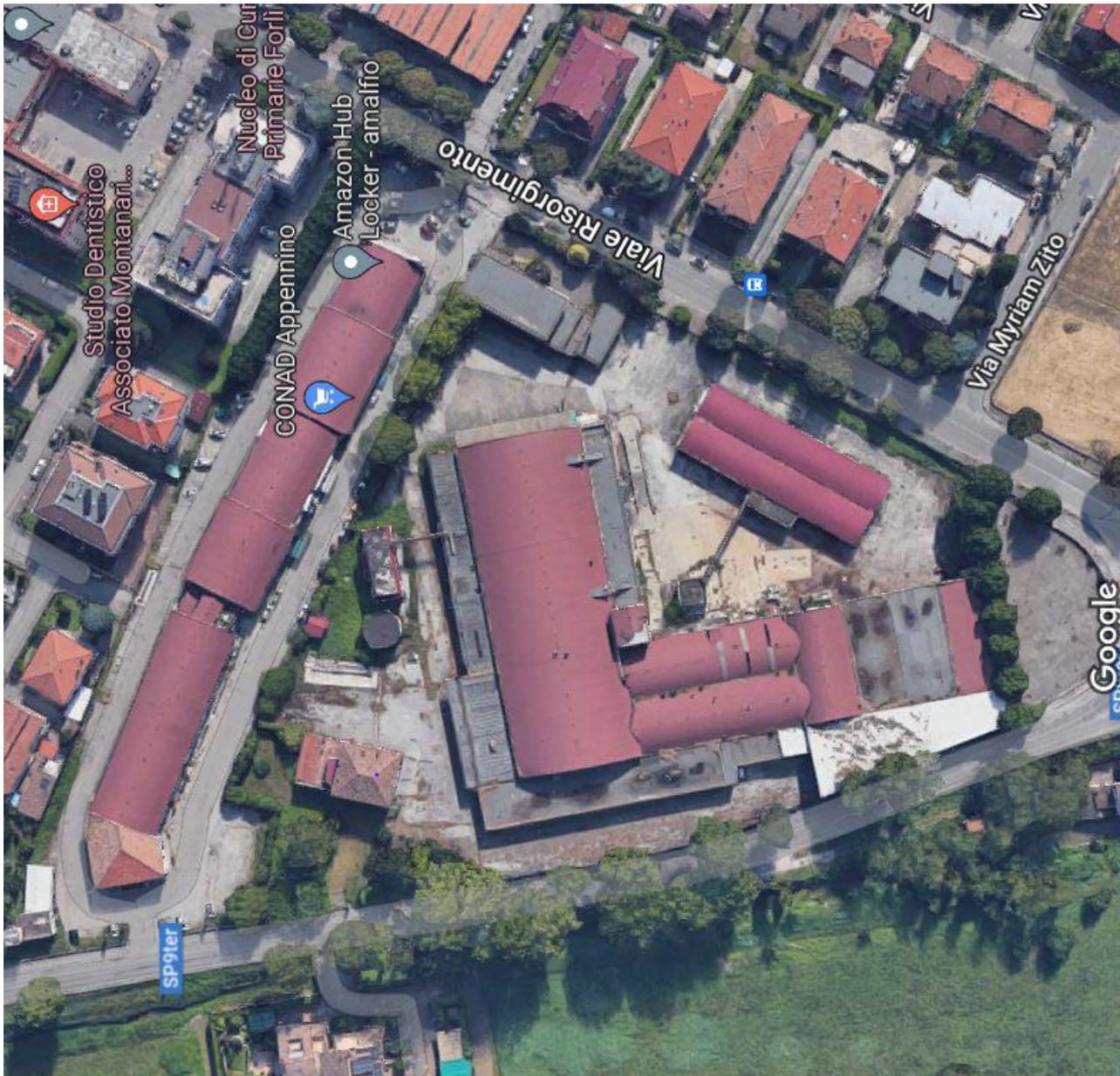
ESEMPI ED APPLICAZIONI

DI GROUND PENETRATING RADAR IN SITI

OGGETTO DI BONIFICA E/O DISMESSI

CENTRALE AVICOLA DI FORLI'





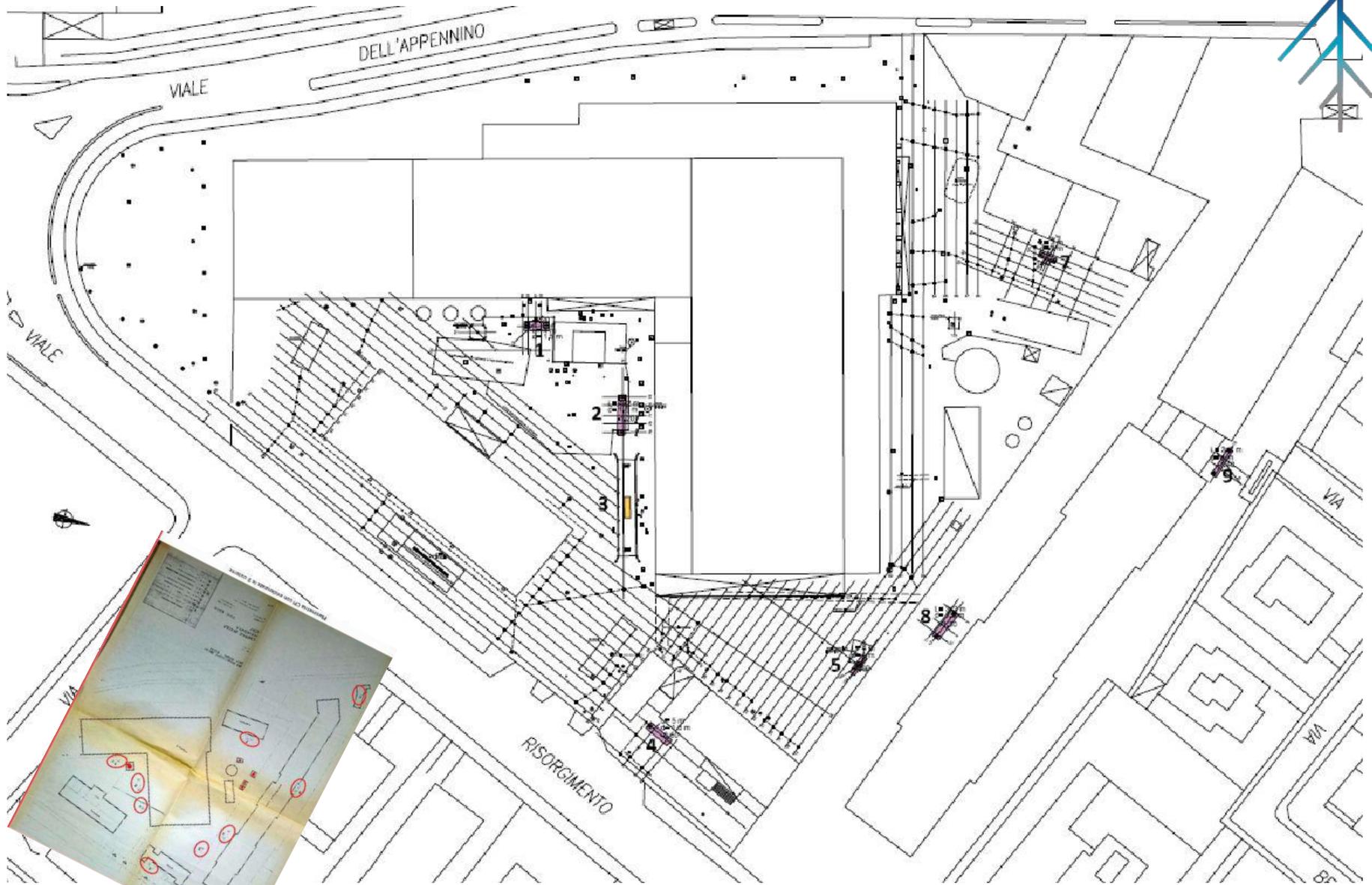
Castellari Ambiente Srl Stp - Via Emilia 67, 40026 Imola (BO)
C.F. - P.IVA 03987351206 - Tel 334 2075125 mail: info@castellariambiente.it

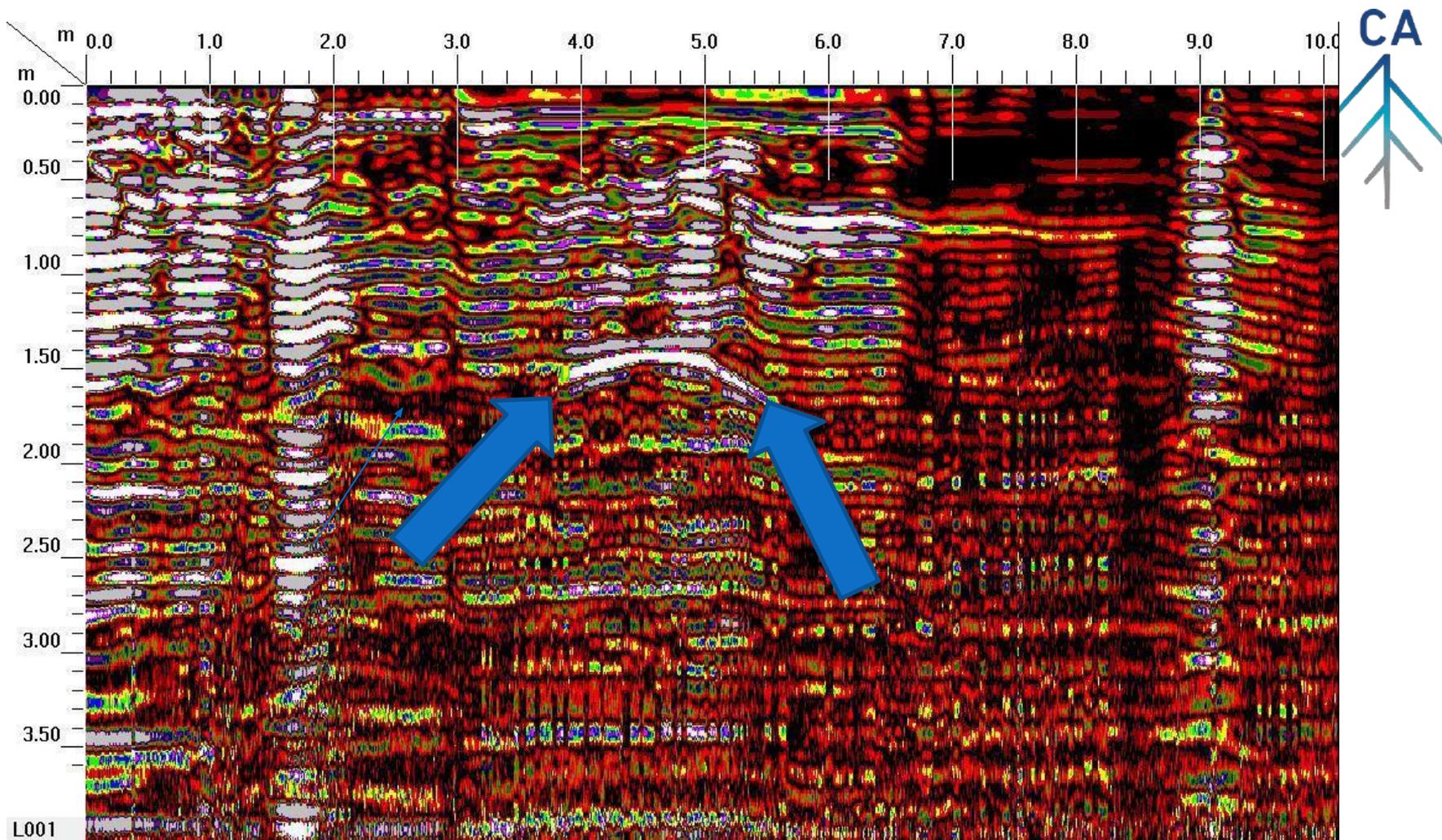




Castellari Ambiente Srl Stp - Via Emilia 67, 40026 Imola (BO)
C.F. - P.IVA 03987351206 - Tel 334 2075125 mail: info@castellariambiente.it

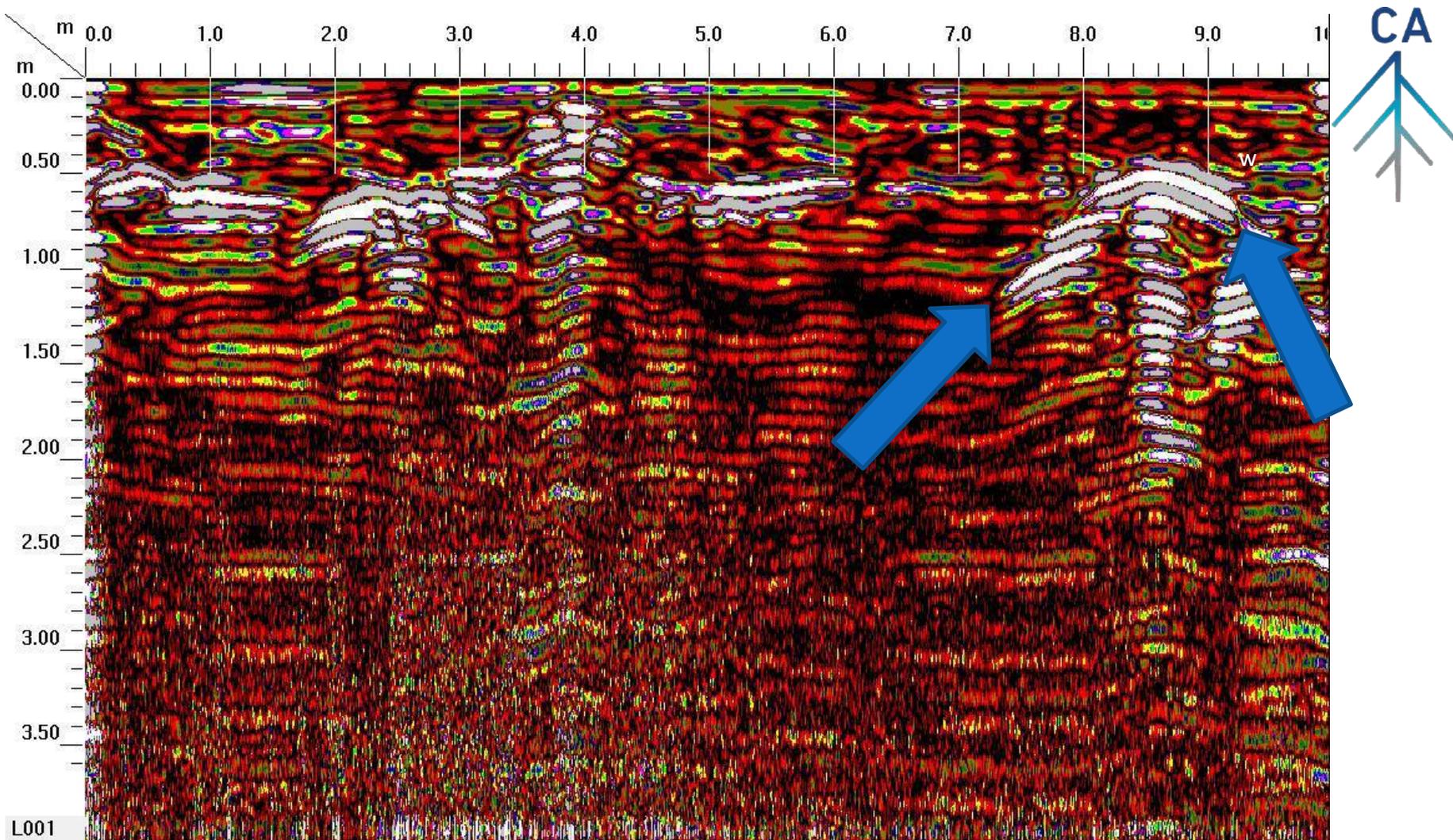






Tracciato 67 cisterna 1

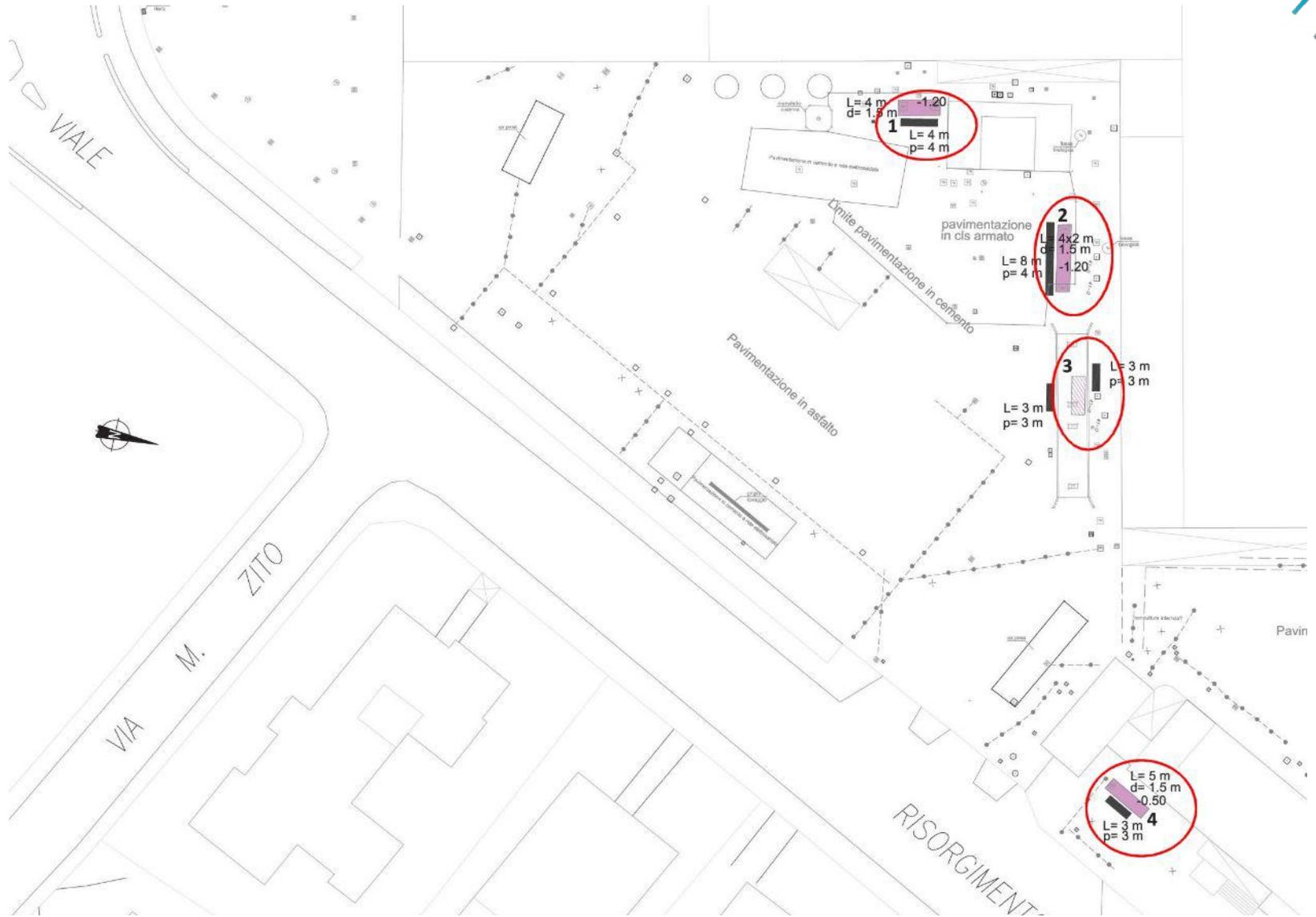
Anomalia georadar riconducibile a cisterna interrata



Tracciato 5 cisterna 4

Anomalia georadar riconducibile a cisterna interrata

Ubicazione e dimensioni cisterne





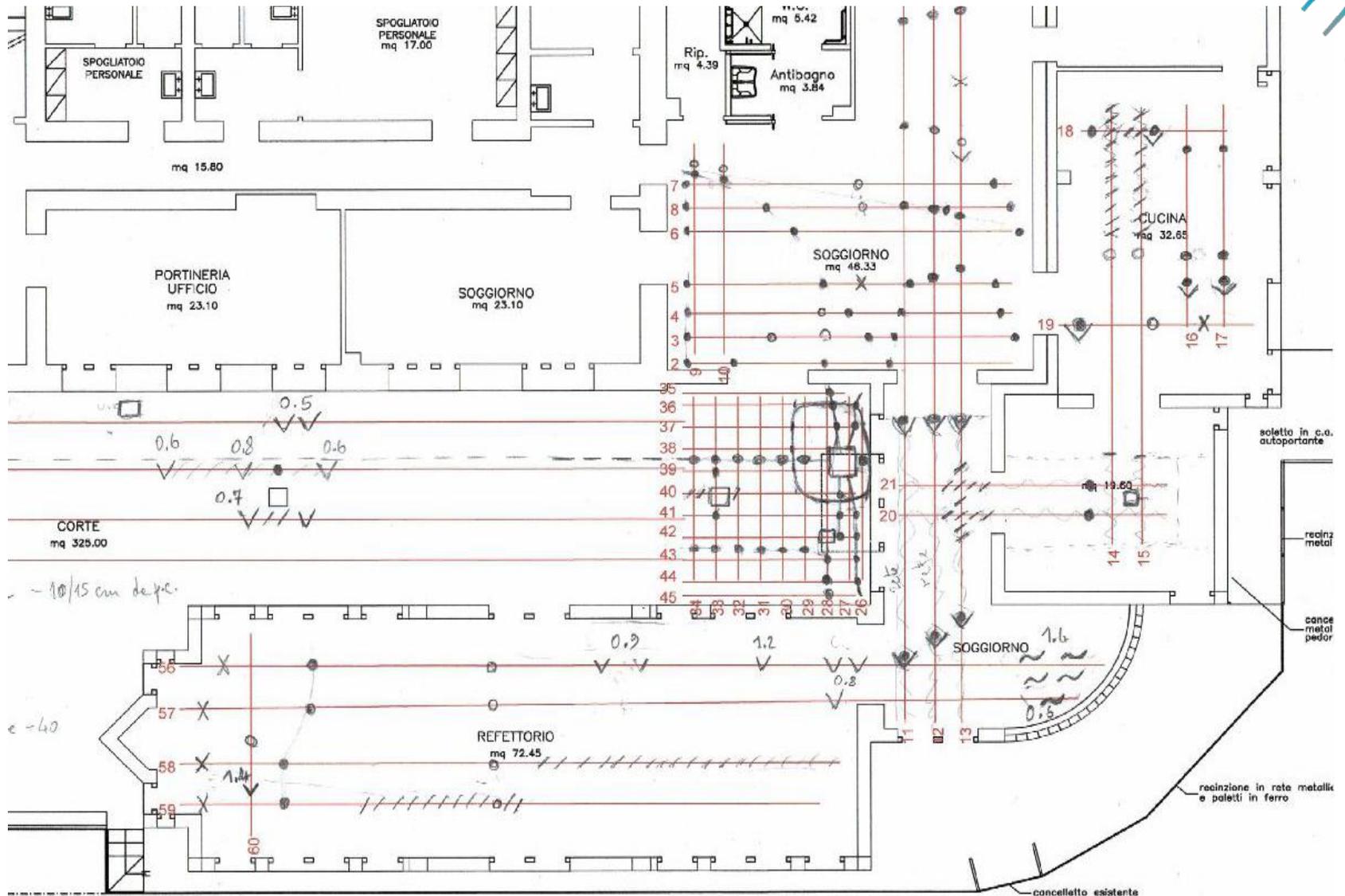


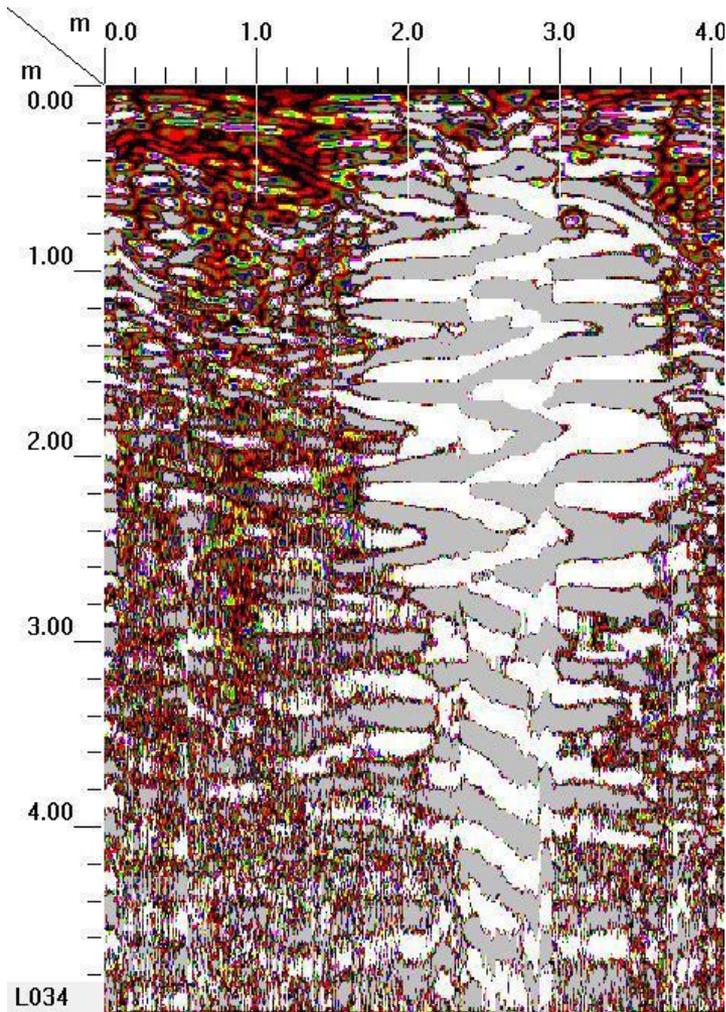
SCAVI VERIFICA CISTERNE



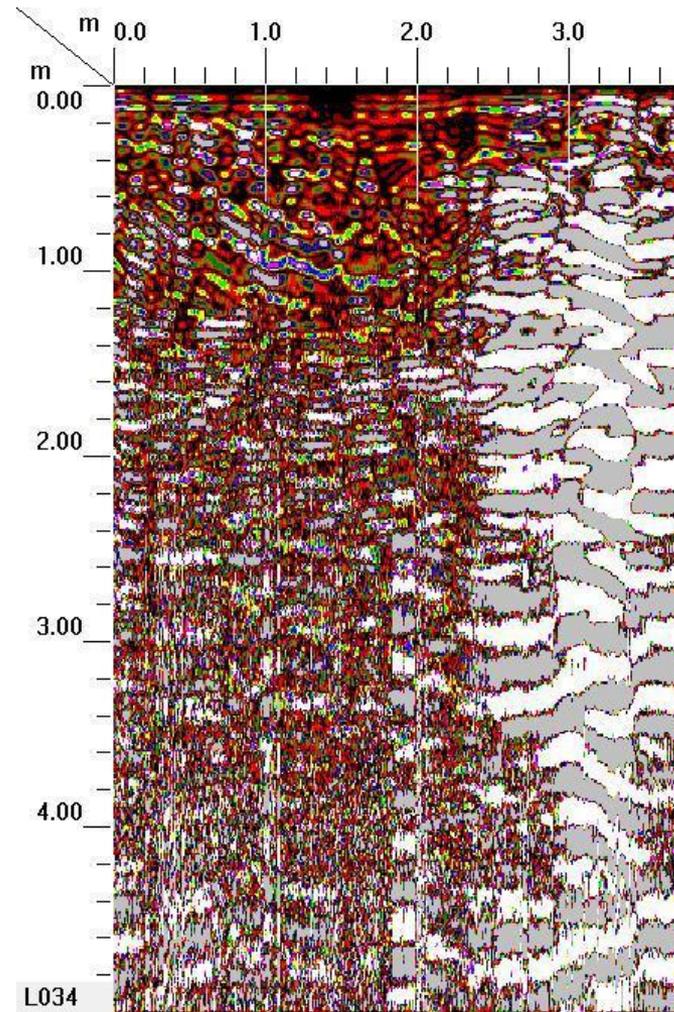
SCAVERNAMENTO RSA TOSSIGNANO

Tracciati georadar





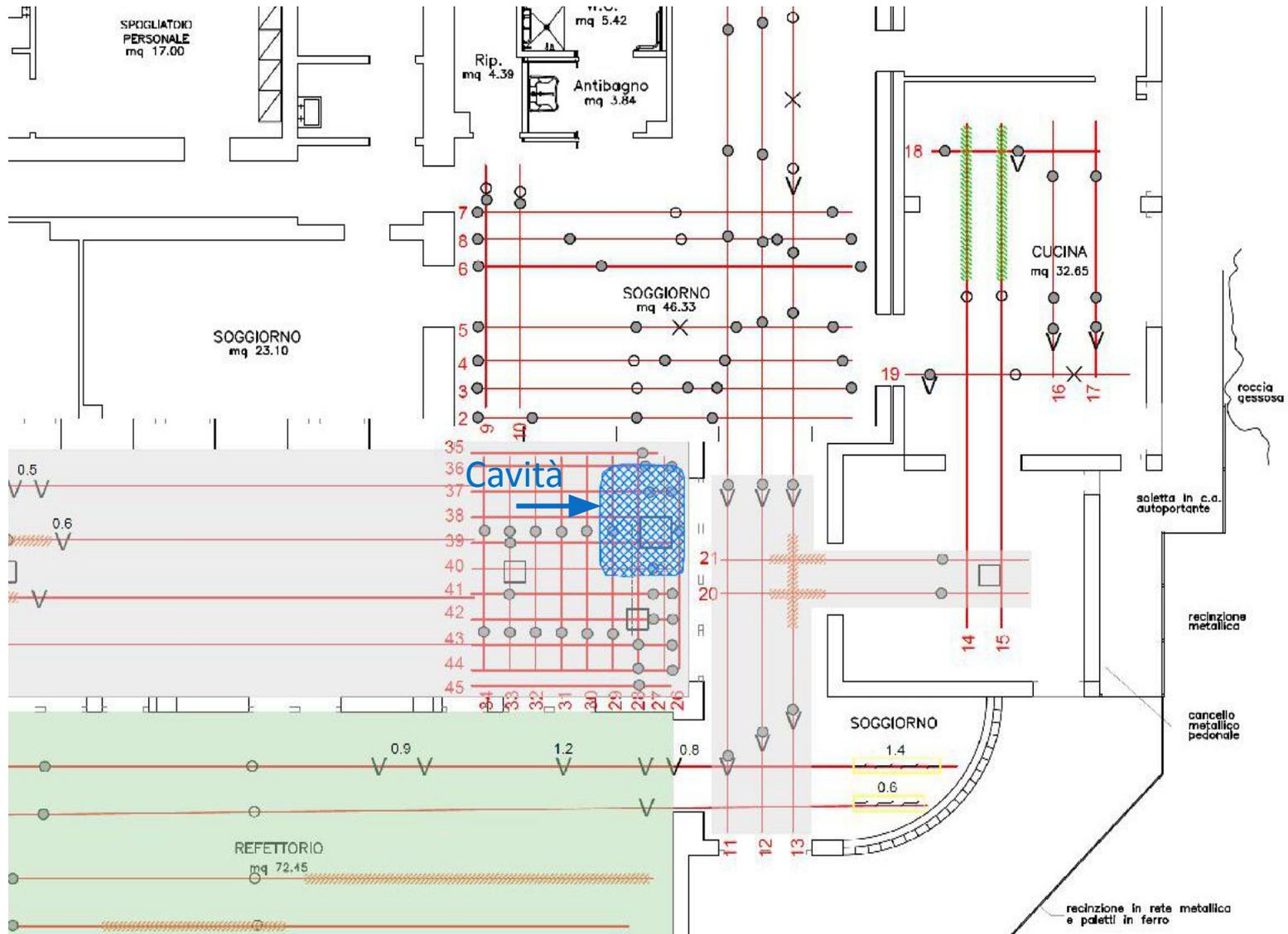
Tracciato 26



Tracciato 36

Anomalia georadar riconducibile a cavità sotterranea

Risultato indagine



SITO CONTAMINATO EX SIAPA GALLIERA



Planimetria dell'area



Area Produttiva

Area Verde

LIMITI CSC Tab. 2 DLgs 152/2006

ALUMINIO	0,03 ug/l
DICHLORIN	0,03 ug/l
ENDRIN	0,1 ug/l

LIMITI Direttiva (UE) 2006/118/CE

CITRALORIO CROSOLOLO	0,1 ug/l
DICHAZONE	0,1 ug/l
GLIFOSIATO	0,1 ug/l
MCP	0,1 ug/l
PERCLOLOLO	0,1 ug/l
MOLINATE	0,1 ug/l

FITOFARMACI

Indagine 2021 (Campionamenti Gen. Mag. Sett) - 2022 (Campionamenti Marz.)

LEGENDA

	1 Superamento CSC
	2 Superamenti CSC
	3 Superamenti CSC
	4 Superamenti CSC
	5 Superamenti CSC
	6 Superamenti CSC
	4 Superamenti CSC 2 Superamenti Diratt. UE
	3 Superamenti CSC 1 Superamento Diratt. UE



Risultati ADR 2022

SUOLO SUP.

SUOLO PROFONDO

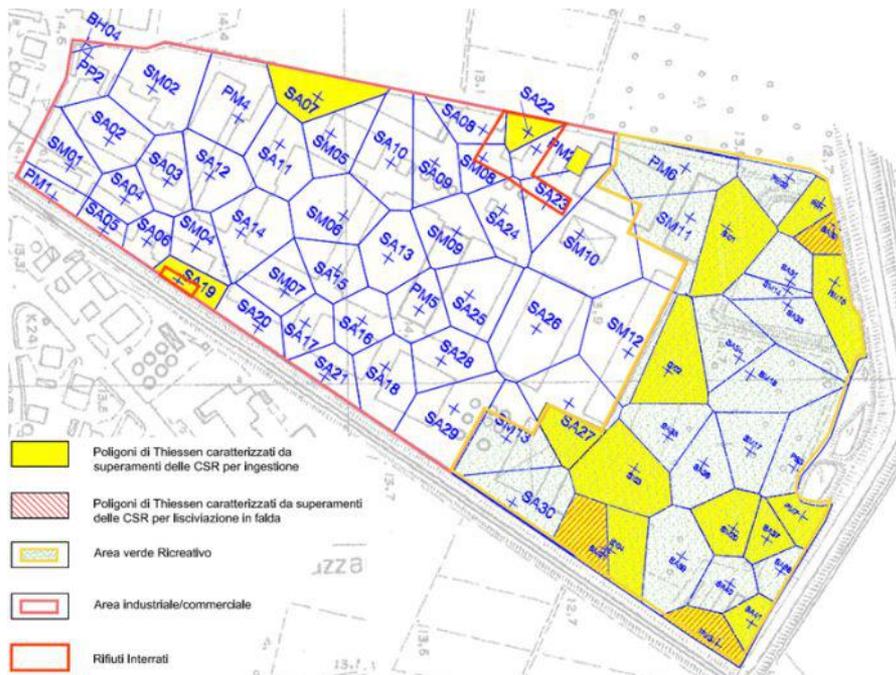


fig. 6.2 – Superamenti CSR Suolo Superficiale in Area Commerciale e Area Verde

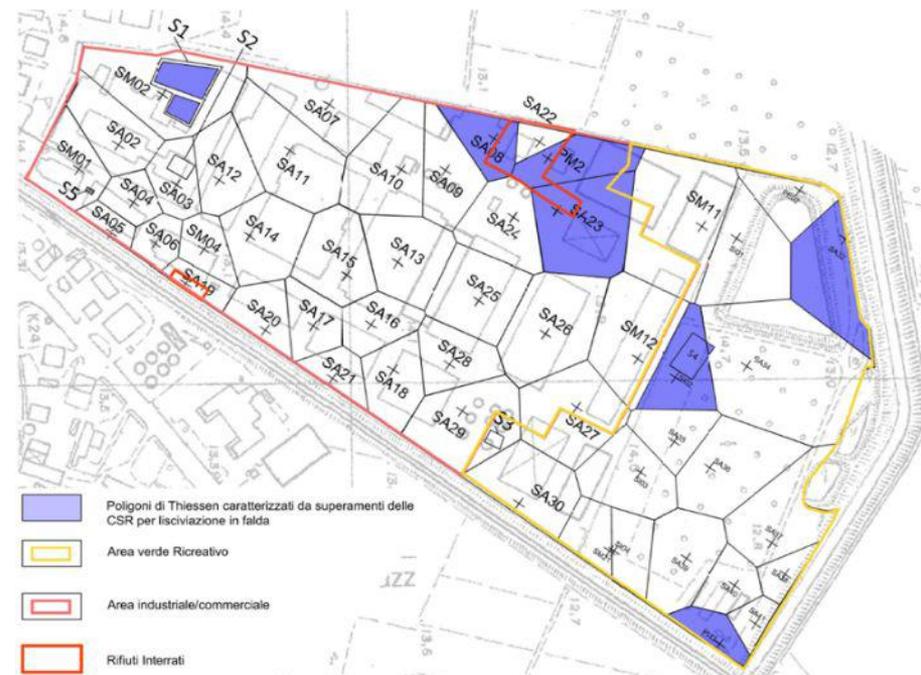
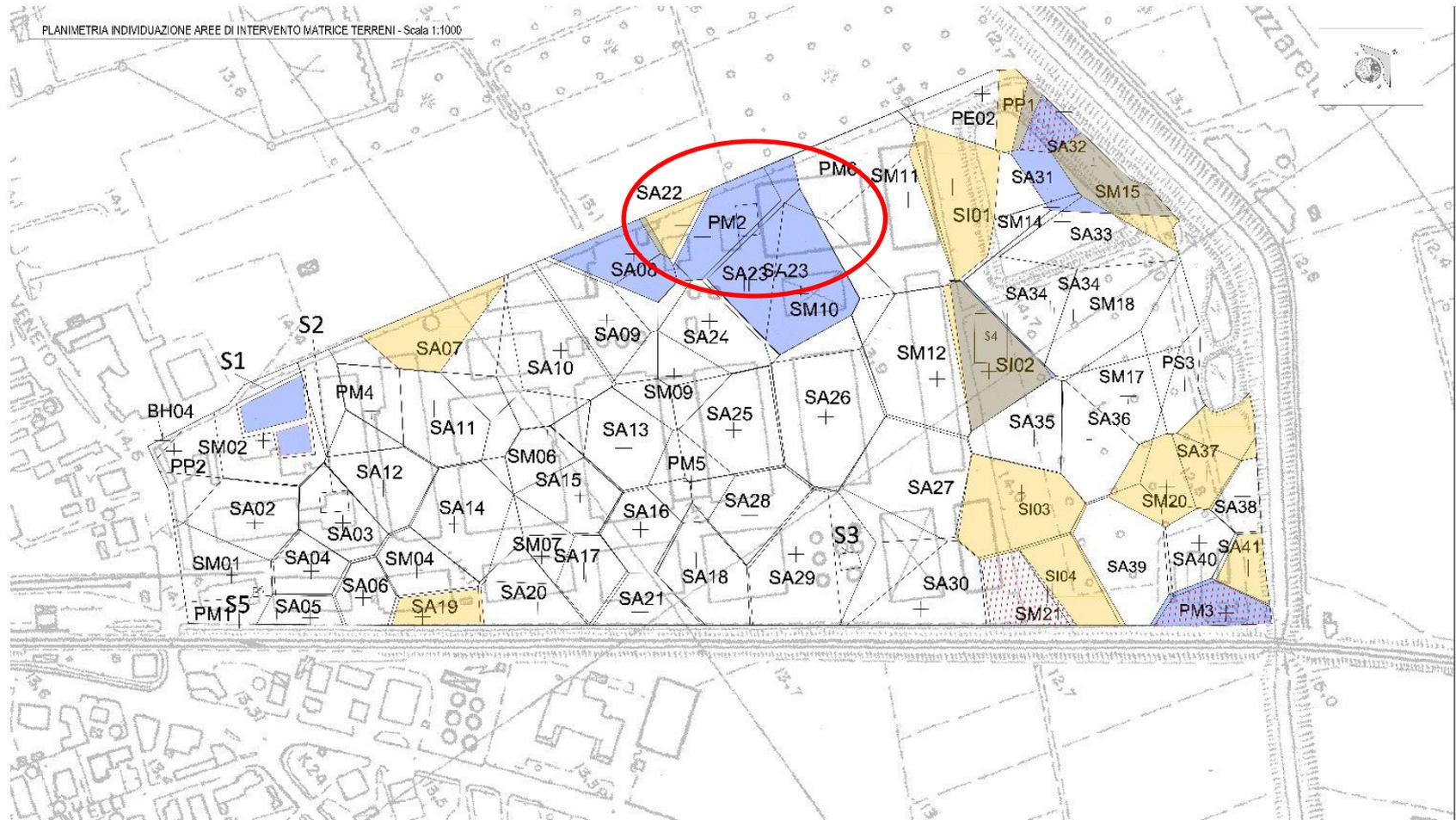


fig. 6.3 – Superamenti CSR Suolo Profondo in Area Commerciale e Area Verde



SCAVI INDAGINI INTEGRATIVE AREA EX INCENERITORE

Individuazione delle aree critiche



Risultati dell'indagine georadar



AREA 1
Scala 1:200

1 1 1

Legenda e descrizione anomalie georadar

- PT Anomalia
- Deterioro in mezzo di traffico
- ^ Anomalia locale di ignota origine
- Collassato e relativo presunto tracollo
- ▬ Perimetri di esecuzioni in edifici (per le costruzioni)
- ▬ Materiali di riporto superficiali
- ▬ Segnale debole dal p.c. a 00 cm di profondità (1° Piano) nel 1° livello di riferimento (2)
- ▬ Livelli georadar alternativi andati non conclusi a variati livelli (distanza di 10 cm tra i livelli) il percorso fatto in senso di riferimento (2) (3) (4)
- ▬ Area con radarogrammi comparati, forte segnale riflessivo da p.c. fino a 150 cm di profondità
- ▬ Anomalia di tipo diffusivo (non presente) che indica il livello a presenza materiali rigidi da circa 1 metro a 2 metri di profondità nel grado di lettura RFLC
- ▬ Anomalia (non) per presenza di "materiali"



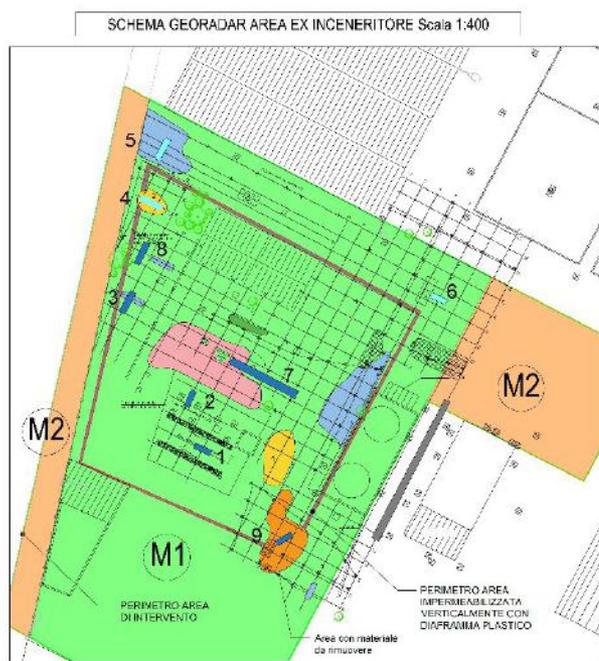
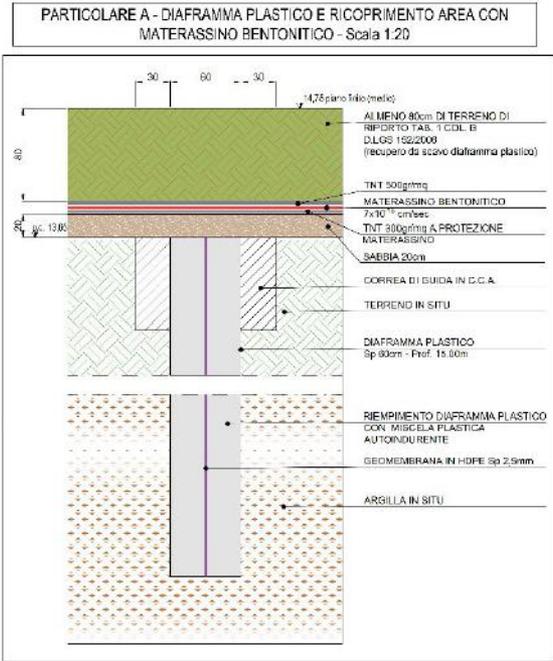
Ubicazione scavi sulla base dei risultati dell'indagine georadar

π



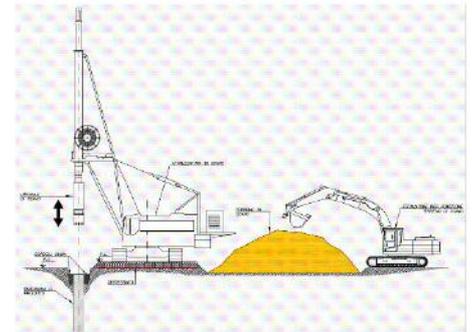
SCAVI A SEGUITO DELL'INDAGINE
GEORADAR

PIANO OPERATIVO DI BONIFICA area produttiva ex inceneritore



Legenda e descrizione anomalie georadar

- Contorno
- Profondità
- Elemento in metallo di traccio
- Anomali a scala di grana difficile o poco spigolosa
- Diffusore e relativo profilo generato
- Presenza di materiali molto disturbati (vedi sottosezioni)
- Valore di ritorno superficiali
- Segnale debole dal p.c. a 80 cm di profondità (1) e sotto se 1 metro di profondità (2)
- Eventi georadar abnormi (a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) (k) (l) (m) (n) (o) (p) (q) (r) (s) (t) (u) (v) (w) (x) (y) (z) (aa) (ab) (ac) (ad) (ae) (af) (ag) (ah) (ai) (aj) (ak) (al) (am) (an) (ao) (ap) (aq) (ar) (as) (at) (au) (av) (aw) (ax) (ay) (az) (ba) (bb) (bc) (bd) (be) (bf) (bg) (bh) (bi) (bj) (bk) (bl) (bm) (bn) (bo) (bp) (bq) (br) (bs) (bt) (bu) (bv) (bw) (bx) (by) (bz) (ca) (cb) (cc) (cd) (ce) (cf) (cg) (ch) (ci) (cj) (ck) (cl) (cm) (cn) (co) (cp) (cq) (cr) (cs) (ct) (cu) (cv) (cw) (cx) (cy) (cz) (da) (db) (dc) (dd) (de) (df) (dg) (dh) (di) (dj) (dk) (dl) (dm) (dn) (do) (dp) (dq) (dr) (ds) (dt) (du) (dv) (dw) (dx) (dy) (dz) (ea) (eb) (ec) (ed) (ee) (ef) (eg) (eh) (ei) (ej) (ek) (el) (em) (en) (eo) (ep) (eq) (er) (es) (et) (eu) (ev) (ew) (ex) (ey) (ez) (fa) (fb) (fc) (fd) (fe) (ff) (fg) (fh) (fi) (fj) (fk) (fl) (fm) (fn) (fo) (fp) (fq) (fr) (fs) (ft) (fu) (fv) (fw) (fx) (fy) (fz) (ga) (gb) (gc) (gd) (ge) (gf) (gg) (gh) (gi) (gj) (gk) (gl) (gm) (gn) (go) (gp) (gq) (gr) (gs) (gt) (gu) (gv) (gw) (gx) (gy) (gz) (ha) (hb) (hc) (hd) (he) (hf) (hg) (hh) (hi) (hj) (hk) (hl) (hm) (hn) (ho) (hp) (hq) (hr) (hs) (ht) (hu) (hv) (hw) (hx) (hy) (hz) (ia) (ib) (ic) (id) (ie) (if) (ig) (ih) (ii) (ij) (ik) (il) (im) (in) (io) (ip) (iq) (ir) (is) (it) (iu) (iv) (iw) (ix) (iy) (iz) (ja) (jb) (jc) (jd) (je) (jf) (jg) (jh) (ji) (jj) (jk) (jl) (jm) (jn) (jo) (jp) (jq) (jr) (js) (jt) (ju) (jv) (jw) (jx) (jy) (jz) (ka) (kb) (kc) (kd) (ke) (kf) (kg) (kh) (ki) (kj) (kk) (kl) (km) (kn) (ko) (kp) (kq) (kr) (ks) (kt) (ku) (kv) (kw) (kx) (ky) (kz) (la) (lb) (lc) (ld) (le) (lf) (lg) (lh) (li) (lj) (lk) (ll) (lm) (ln) (lo) (lp) (lq) (lr) (ls) (lt) (lu) (lv) (lw) (lx) (ly) (lz) (ma) (mb) (mc) (md) (me) (mf) (mg) (mh) (mi) (mj) (mk) (ml) (mm) (mn) (mo) (mp) (mq) (mr) (ms) (mt) (mu) (mv) (mw) (mx) (my) (mz) (na) (nb) (nc) (nd) (ne) (nf) (ng) (nh) (ni) (nj) (nk) (nl) (nm) (nn) (no) (np) (nq) (nr) (ns) (nt) (nu) (nv) (nw) (nx) (ny) (nz) (oa) (ob) (oc) (od) (oe) (of) (og) (oh) (oi) (oj) (ok) (ol) (om) (on) (oo) (op) (oq) (or) (os) (ot) (ou) (ov) (ow) (ox) (oy) (oz) (pa) (pb) (pc) (pd) (pe) (pf) (pg) (ph) (pi) (pj) (pk) (pl) (pm) (pn) (po) (pp) (pq) (pr) (ps) (pt) (pu) (pv) (pw) (px) (py) (pz) (qa) (qb) (qc) (qd) (qe) (qf) (qg) (qh) (qi) (qj) (qk) (ql) (qm) (qn) (qo) (qp) (qq) (qr) (qs) (qt) (qu) (qv) (qw) (qx) (qy) (qz) (ra) (rb) (rc) (rd) (re) (rf) (rg) (rh) (ri) (rj) (rk) (rl) (rm) (rn) (ro) (rp) (rq) (rr) (rs) (rt) (ru) (rv) (rw) (rx) (ry) (rz) (sa) (sb) (sc) (sd) (se) (sf) (sg) (sh) (si) (sj) (sk) (sl) (sm) (sn) (so) (sp) (sq) (sr) (ss) (st) (su) (sv) (sw) (sx) (sy) (sz) (ta) (tb) (tc) (td) (te) (tf) (tg) (th) (ti) (tj) (tk) (tl) (tm) (tn) (to) (tp) (tq) (tr) (ts) (tt) (tu) (tv) (tw) (tx) (ty) (tz) (ua) (ub) (uc) (ud) (ue) (uf) (ug) (uh) (ui) (uj) (uk) (ul) (um) (un) (uo) (up) (uq) (ur) (us) (ut) (uu) (uv) (uw) (ux) (uy) (uz) (va) (vb) (vc) (vd) (ve) (vf) (vg) (vh) (vi) (vj) (vk) (vl) (vm) (vn) (vo) (vp) (vq) (vr) (vs) (vt) (vu) (vv) (vw) (vx) (vy) (vz) (wa) (wb) (wc) (wd) (we) (wf) (wg) (wh) (wi) (wj) (wk) (wl) (wm) (wn) (wo) (wp) (wq) (wr) (ws) (wt) (wu) (wv) (ww) (wx) (wy) (wz) (xa) (xb) (xc) (xd) (xe) (xf) (xg) (xh) (xi) (xj) (xk) (xl) (xm) (xn) (xo) (xp) (xq) (xr) (xs) (xt) (xu) (xv) (xw) (xx) (xy) (xz) (ya) (yb) (yc) (yd) (ye) (yf) (yg) (yh) (yi) (yj) (yk) (yl) (ym) (yn) (yo) (yp) (yq) (yr) (ys) (yt) (yu) (yv) (yw) (yx) (yy) (yz) (za) (zb) (zc) (zd) (ze) (zf) (zg) (zh) (zi) (zj) (zk) (zl) (zm) (zn) (zo) (zp) (zq) (zr) (zs) (zt) (zu) (zv) (zw) (zx) (zy) (zz)





Come abbiamo visto nella «caccia all'assassino» le indagini georadar sono fra le più indicate per effettuare un primo screening dei luoghi alla ricerca di cisterne interrato e/o anomalie del terreno che possano ricondurre ad individuare punti di inquinamento e di accumuli di rifiuti.

A queste devono necessariamente seguire degli scavi o sondaggi (preferisco gli scavi perché si individuano meglio le anomalie del terreno e la sua stratigrafia) per individuare la fonte delle anomalie e prendere le opportune misure di messa in sicurezza e/o bonifica.

*« Indagini con ground penetrating radar
ed applicazioni in siti oggetto di bonifica
e/o dismessi »*

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

**CASTELLARI
AMBIENTE**



Dott. Maurizio Castellari

Cell. +39-334-2075125

maurizio.castellari@castellariambiente.it

www.castellariambiente.it
