

Sintesi accompagnamento Deliverable n. 12 progetto RADON - Politecnico di Bari – gruppo AeFLab – Bari 20-04-2020

Ricercatori coinvolti

Prof. Ing. Vincenzo Di Lecce (responsabile scientifico)

Prof. Ing. Cataldo Guaragnella

Prof. Ing. Maria Rizzi

Prof. Arch. Annalisa Di Roma

Prof. Dott. Dian Palagachev

Prof. Dott. Tiziano Politi

Prof. Dott Marina Popolizio

Prof. Ing. Cristoforo Marzocca

Dott. Arch. Alessandra Scarcelli

Dott. Michele Di Gioia

Prof. Ing. Alberto Amato

Dott. Arch. Emanuele Digioia

Sig. Michele Terlizzi

Sig.ra Patrizia Camassa

Collaboratori Esterni:

Dott.ssa Rita Dario (AOUC Policlinico Bari)

prof. Dott. Roberto Calienno (Docente a.c. Politecnico di Bari);

Premessa

Le attività di seguito riportate rappresentano l'attività dei primi 14 mesi del gruppo di ricerca operante presso il Politecnico di Bari

Il gruppo è formato da n. 8 Docenti del Politecnico e 6 Ricercatori a tempo determinato (2 assegnisti di ricerca e 4 esperti ad elevata qualificazione). Collaborano anche, a titolo gratuito, 2 Ricercatori esterni con elevata professionalità.

Il Presidente del Consiglio dei Ministri, prof. Giuseppe Conte, ha firmato in data 4 marzo 2020 il Dpcm con misure riguardanti il contrasto e il contenimento sull'intero territorio nazionale del diffondersi del Coronavirus. A partire da quella data (provvedimento e limitazione confermate con DPCM 9/03/2020) sono state messe in atto le misure per contrastare e contenere il diffondersi del virus COVID-19.

Alcuni articoli del DPCM risultano rilevanti nel proseguo delle attività di ricerca, in particolare i seguenti:

- sono sospesi i congressi, le riunioni, i meeting e gli eventi sociali, in cui è coinvolto personale sanitario o personale incaricato dello svolgimento di servizi pubblici;
- sono sospese le manifestazioni, gli eventi e gli spettacoli di qualsiasi natura, ivi inclusi quelli cinematografici e teatrali, svolti in ogni luogo, sia pubblico sia privato, che comportano affollamento di persone tale da non consentire il rispetto della distanza di sicurezza interpersonale di almeno un metro;

- fino al 15 marzo 2020 (prorogato al 03/04/20), sono sospesi i servizi educativi per l'infanzia e le attività didattiche nelle scuole di ogni ordine e grado, nonché la frequenza delle attività scolastiche e di formazione superiore, comprese le Università e le Istituzioni di Alta Formazione Artistica Musicale e Coreutica, di corsi professionali, master e università per anziani.

Nel mese di marzo il team di ricerca del Poliba ha dovuto affrontare una serie di difficoltà, dovute alle limitazioni imposte dai diversi DPCM per far fronte all'emergenza Covid-19 su tutto il territorio nazionale.

Innanzitutto, con il D.R. n.185 del 10/3/2020, tutti gli spazi di laboratorio e di ricerca interni al Politecnico, compreso AefLab, sono diventati inaccessibili al personale fino al 03/04/2020.

Pertanto le attività connesse ai laboratori ed ai macchinari ivi presenti sono state interrotte a partire dal 10/03.

Tra queste, le più importanti attività riguardano:

- test presso le scuole e gli utenti
- test sul prototipo del sensore;
- raccolta ed elaborazione dati sui server.

Tali misure hanno comportato la contingente impossibilità di confronto con l'utenza, in particolare con le scuole interessate dal progetto.

Nello specifico, sono state rinviate le attività programmate relative allo svolgimento di:

- workshop;
- incontri divulgativi con personale docente e famiglie;
- test qualitativi con i bambini.

L'esperta di comunicazione P. Camassa sta proseguendo le attività di relazione con le sedi amministrative delle scuole, in attesa della chiusura dell'emergenza e del ripristino dell'attività ordinaria.

Con la chiusura momentanea delle scuole, la stessa professionista ha completato le sue ore di attività in presenza presso le sedi didattiche.

Nel seguito è descritta la sintesi delle attività del solo Politecnico per meglio individuarne la stadiazione rispetto alle clausole contrattuali.

Successivamente è riportato il deliverable 12 per la componente di competenza Politecnico.

Oltre alle attività descritte nel seguito sono state messe in atto attività di coordinamento tra i gruppi cooperanti manifestatisi in comunicazioni ed alcuni incontri, attività di diffusione scientifica di risultati preliminarmente ottenuti e attività di diffusione sul progetto e pubblicità (peraltro prevista contrattualmente).

Fermo restando la continuazione delle attività in carico al Politecnico di Bari, si rimane in attesa delle indicazioni degli altri partners in funzione delle singole attività previste nel Gantt.

Restando a disposizione di ogni ulteriore richiesta di chiarimento

Prof. Ing. Vincenzo Di Lecce

ATTIVITÀ PREVISTE

Il progetto prevede un GANTT (di seguito riportato) che dettagli le attività rispetto al tempo di realizzazione.

ATTIVITA'	SCADENZE																	
	17/01 14/02	15/02 15/03	16/03 13/04	14/04 12/05	13/05 10/06	11/06 08/07	09/07 05/08	06/08 03/09	04/09 02/10	03/10 31/10	01/11 29/11	30/11 27/12	28/12 24/01	25/01 22/02	23/02 22/03	23/03 20/04	21/04 19/05	20/05 17/06
Analisi e comprensione dell'Utenza Finale anche attraverso specifiche fasi di coprogettazione			D1															
Definizione del modello di interazione tra i diversi attori coinvolti						D2												
Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni							D3											
Test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti al fabbisogno effettivo dell'Utenza Finale								D4 D5		D6	D7 D8 D9		D10 D11		D12	D13 D14		
Dimostrazione e presentazione in modalità demo lab pubblico delle soluzioni prototipate, anche al fine di renderle fruibili da parte di ulteriori comunità di utenti interessati																		D15
Analisi per la valorizzazione economica dei risultati ottenuti nella sperimentazione																		D16
Milestone		M		M		M		M		M		M		M		M		M
Open Workshop			W			W			W			W			W			W
							18/08	SAL INTERMEDIO 40%				18/12	SAL INTERMEDIO 60%				17/05	

D1	Piattaforma Web di discussione
D2	Simulacri e modelli throw-away
D3	Sistema diffusione odore percettibile
D4	DB per servizi di storage con geolocalizzazione dati (step 1)
D5	Sensore monitoraggio radon (step 1)
D6	Attuatore ricambio aria (step 1)
D7	DSS (step 1)
D8	Web Gis (step 1)
D9	Communication machine (step 1)
D10	DB per servizi di storage con geolocalizzazione dati (step 2)
D11	Sensore monitoraggio radon (step 2)
D12	Attuatore ricambio aria (step 2)
D13	Web Gis (step 2)
D14	Communication machine (step 2)
D15	Documentazione attività svolta
D16	Produzione manualistica e sistemi di interfaccia

Milestones	Organizzate con cadenza bimestrale
Open Workshop	Organizzati con cadenza trimestrale

Dalla relazione tra attività e deliverable si evince che il *D1-Piattaforma Web di discussione* è relativo alle attività:

- Analisi e comprensione dell'Utenza Finale anche attraverso specifiche fasi di coprogettazione;
- Definizione del modello di interazione tra i diversi attori coinvolti.

Il deliverable D1 era inizialmente previsto al 3° mese dell'attività. Vista la data di trasmissione del PDA alla Regione Puglia (31-1-2019) e la necessità di concludere il progetto entro il 17 Giugno 2020, il GANTT è stato ridotto a 16,5 mesi rispetto ai 18 iniziali mediante compattazione delle attività e dei relativi tempi di sviluppo. Conseguenza è che il D1 viene anticipato al 10 aprile 2019.

Il modello Living Lab alla base del progetto comporta rilevanti e preponderanti azioni di co-attività. Solo a scopo di rendicontazione ed in funzione delle competenze dei singoli Enti coinvolti, anche in relazione alla costituzione dell'ATS (vedi Allegato 02), le attività relative al D1 sono di competenza prevalente della ditta ECM. IL Politecnico in co-attività si è occupato di avviare la prototipazione delle interfacce del webgis attraverso la classificazione degli utenti, attività che verra' conclusa piu' avanti. Le informazioni sono riportate provvisoriamente sulle pagine web del gruppo AeFLab del Politecnico di Bari.

Analogamente il *D2-Simulacri e modelli throw-away* è relativo alle attività:

- Analisi e comprensione dell'Utenza Finale anche attraverso specifiche fasi di coprogettazione (conclusione);
- Definizione del modello di interazione tra i diversi attori coinvolti (conclusione);
- Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni;
- Test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti al fabbisogno effettivo dell'Utenza Finale.

Il deliverable D2 era inizialmente previsto al 7° mese dell'attività. Per quanto già riportato è stato anticipato al 1 agosto 2019.

Il modello Living Lab alla base del progetto comporta rilevanti e preponderanti azioni di co-attività. Solo a scopo di rendicontazione ed in funzione delle competenze dei singoli Enti coinvolti, anche in relazione alla costituzione dell'ATS (vedi Allegato 02), le attività relative al D2 non hanno competenza prevalente. Il Politecnico in co-attività si è occupato della generazione dei modelli throw-away destinati al primo tentativo di presentazione agli utenti al fine di sensibilizzarne l'interesse e generare le successive fasi di cooperazione. Saranno concluse le attività di classificazione degli utenti per le interfacce del webgis. Le informazioni sono riportate provvisoriamente sulle pagine web del gruppo AeFLab del Politecnico di Bari.

Analogamente il *D3- Sistema diffusione odore percettibile* è relativo alle attività:

- Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni;
- Test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti al fabbisogno effettivo dell'Utenza Finale.

Il deliverable D3 era inizialmente previsto all'8° mese dell'attività. Per quanto già riportato è stato anticipato al 27 agosto 2019.

Il modello Living Lab alla base del progetto comporta rilevanti e preponderanti azioni di co-attività. Solo a scopo di rendicontazione ed in funzione delle competenze dei singoli Enti coinvolti, anche in relazione alla costituzione dell'ATS (vedi Allegato 02), le attività relative al D3 hanno competenza prevalente per il Politecnico. Il Politecnico in co-attività si occupa' del sistema di diffusione dell'odore percettibile realizzando un protocollo da utilizzare nelle scuole selezionate per la sperimentazione con i ragazzi da 6 a 14 anni. L'attività verrà conclusa più avanti.

Analogamente i *D4-DB per servizi di storage con geolocalizzazione dati (step 1)* e *D5-Sensore monitoraggio radon (step 1)* sono relativi alle attività:

- Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni;
- Test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti al fabbisogno effettivo dell'Utenza Finale.

I deliverable D4 e D5 erano inizialmente previsti al 9° mese dell'attività. Per quanto già riportato sono stati anticipati al 27 settembre 2019.

Il modello Living Lab alla base del progetto comporta rilevanti e preponderanti azioni di co-attività. Solo a scopo di rendicontazione ed in funzione delle competenze dei singoli Enti coinvolti, anche in relazione alla costituzione dell'ATS (vedi Allegato 02), le attività relative al D4 non hanno competenza prevalente, mentre per il deliverable D5 la competenza prevalente è della ditta COMES. Il Politecnico in co-attività si occuperà della attivazione di un webgis open source su server da definire e della prima sperimentazione delle tecniche di valutazione differenziale tra sistemi passivi ed attivi di tipo commerciale. Inoltre si occuperà di definire la messaggistica tra sensori e gis. Le attività verranno concluse più avanti.

Analogamente il *D6- Attuatore ricambio aria (step 1)* è relativo alle attività:

- Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni;
- Test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti al fabbisogno effettivo dell'Utenza Finale.

Il deliverable D6 era inizialmente previsto al 11° mese dell'attività. Per quanto già riportato è stato anticipato in modo proporzionale ed anche in funzione dello stato di attuazione delle attività che lo precedono.

Il modello Living Lab alla base del progetto comporta rilevanti e preponderanti azioni di co-attività. Solo a scopo di rendicontazione ed in funzione delle competenze dei singoli Enti coinvolti, anche in relazione alla costituzione dell'ATS (vedi Allegato 02), le attività relative al D6 hanno competenza prevalente dei partners industriali. Il Politecnico in co-attività si occuperà dell'integrazione con quanto di propria competenza. L'attività verrà conclusa più avanti.

Analogamente i *D7- DSS (step 1)*, *D8- Web Gis (step 1)* e *D9- Communication machine (step 1)* sono relativi alle attività:

- Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni;
- Test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti al fabbisogno effettivo dell'Utenza Finale.

I deliverable D7, D8 e D9 erano inizialmente previsti al 12° mese dell'attività. Per quanto già riportato sono stati anticipati in modo proporzionale ed anche in funzione dello stato di attuazione delle attività che li precedono.

Il modello Living Lab alla base del progetto comporta rilevanti e preponderanti azioni di co-attività. Solo a scopo di rendicontazione ed in funzione delle competenze dei singoli Enti coinvolti, anche in relazione alla costituzione dell'ATS (vedi Allegato 02), le attività relative al D7 e al D9 hanno competenza prevalente dei partners industriali. Il Politecnico in co-attività si occuperà dell'integrazione con quanto di propria competenza. L'attività D8 vede maggior coinvolgimento del Politecnico in continuazione di quanto in D1. Le attività verranno concluse piu' avanti.

Analogamente i *D10-DB per servizi di storage con geolocalizzazione dati (step 2)* e *D11-Sensore monitoraggio radon (step 2)* sono relativi alle attività:

- Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni;
- Test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti al fabbisogno effettivo dell'Utenza Finale;
- Dimostrazione e presentazione in modalità demo lab pubblico delle soluzioni prototipali sviluppate, anche al fine di renderle fruibili da parte di ulteriori comunità di utenti interessati.

I deliverable D10 e D11 erano inizialmente previsti al 14° mese dell'attività. Per quanto già riportato sono stati anticipati in modo proporzionale ed anche in funzione dello stato di attuazione delle attività che li precedono.

Il modello Living Lab alla base del progetto comporta rilevanti e preponderanti azioni di co-attività. Solo a scopo di rendicontazione ed in funzione delle competenze dei singoli Enti coinvolti, anche in relazione alla costituzione dell'ATS (vedi Allegato 02), le attività relative al D10 non hanno competenza prevalente, mentre per il deliverable D11 la competenza prevalente è della ditta COMES. Il Politecnico in co-attività si occuperà dell'integrazione del DSS nel webgis open source su server da definire e della valutazione della sperimentazione delle tecniche di valutazione differenziale tra sistemi passivi ed attivi di tipo commerciale.

Analogamente il *D12- Attuatore ricambio aria (step 2)* è relativo alle attività:

- Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni (conclusione);
- Test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti al fabbisogno effettivo dell'Utenza Finale;
- Dimostrazione e presentazione in modalità demo lab pubblico delle soluzioni prototipali sviluppate, anche al fine di renderle fruibili da parte di ulteriori comunità di utenti interessati;
- Analisi per la valorizzazione economica dei risultati ottenuti nella sperimentazione.

Il deliverable D12 era inizialmente previsto al 16° mese dell'attività. Per quanto già riportato è stato anticipato in modo proporzionale ed anche in funzione dello stato di attuazione delle attività che li precedono.

Il modello Living Lab alla base del progetto comporta rilevanti e preponderanti azioni di co-attività. Solo a scopo di rendicontazione ed in funzione delle competenze dei singoli Enti coinvolti, anche in relazione alla costituzione dell'ATS (vedi Allegato 02), le attività relative al D12 hanno competenza prevalente dei partners industriali. Il Politecnico in co-attività si occuperà dell'integrazione con quanto di propria competenza.

Analogamente i *D13- Web Gis (step 2)* e *D14- Communication machine (step 2)* sono relativi alle attività:

- Test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti al fabbisogno effettivo dell'Utenza Finale (conclusione);
- Dimostrazione e presentazione in modalità demo lab pubblico delle soluzioni prototipali sviluppate, anche al fine di renderle fruibili da parte di ulteriori comunità di utenti interessati;
- Analisi per la valorizzazione economica dei risultati ottenuti nella sperimentazione.

I deliverable D13 e D14 erano inizialmente previsti al 17° mese dell'attività. Per quanto già riportato sono stati anticipati in modo proporzionale ed anche in funzione dello stato di attuazione delle attività che li precedono.

Il modello Living Lab alla base del progetto comporta rilevanti e preponderanti azioni di co-attività. Solo a scopo di rendicontazione ed in funzione delle competenze dei singoli Enti coinvolti, anche in relazione alla costituzione dell'ATS (vedi Allegato 02), le attività relative al D13 e D14 hanno competenza prevalente dei partners industriali. Il Politecnico in co-attività si occuperà dell'integrazione con quanto di propria competenza. L'attività D13 vede maggior coinvolgimento del Politecnico in continuazione di quanto in D8.

Infine i *D15-Documentazione attività svolta* e *D16-Produzione manualistica e sistemi di interfaccia* concludono il progetto con la raccolta dei risultati relativi a:

- Dimostrazione e presentazione in modalità demo lab pubblico delle soluzioni prototipali sviluppate, anche al fine di renderle fruibili da parte di ulteriori comunità di utenti interessati;
- Analisi per la valorizzazione economica dei risultati ottenuti nella sperimentazione.

Questi deliverable chiudono il progetto con la produzione della documentazione sia tecnico/scientifica che amministrativa.

Deliverable n. 12 progetto RADON - Politecnico di Bari – gruppo AeFLab – Bari 20-4-2020

Ricercatori coinvolti

Prof. Ing. Vincenzo Di Lecce (responsabile scientifico)

Prof. Ing. Cataldo Guaragnella

Prof. Ing. Maria Rizzi

Prof. Arch. Annalisa Di Roma

Prof. Dott. Dian Palagachev

Prof. Dott. Tiziano Politi

Prof. Dott. Marina Popolizio

Prof. Ing. Cristoforo Marzocca

Dott. Arch. Alessandra Scarcelli

Dott. Michele Di Gioia

Prof. Ing. Alberto Amato

Dott. Arch. Emanuele Digioia

Sig. Michele Terlizzi

Sig.ra Patrizia Camassa

Collaboratori Esterni:

Dott.ssa Rita Dario (AOUC Policlinico Bari)

prof. Dott. Roberto Calienno (Docente a.c. Politecnico di Bari);

Il progetto era inizialmente previsto della durata di 18 mesi. Vista la data di trasmissione del PDA alla Regione Puglia (31-1-2019) e la necessità di concludere il progetto entro il 17 Giugno 2020, il GANTT è stato ridotto a 16,5 mesi rispetto ai 18 iniziali mediante compattazione delle attività e dei relativi tempi di sviluppo.

Sono proseguiti contatti con dott. Marangi (ats AMBMONET) per la definizione di un nuovo GANTT da proporre alla Regione in vista di una possibile proroga dal 15 giugno in poi. Già dalla riunione con i partners del 3/2/2020, presso la sede della capofila, è emersa la possibile richiesta di proroga per recuperare alcuni disallineamenti tra le attività dei partner. Tale richiesta e la acquisizione del parere da parte degli Enti di controllo diventa, in questo momento fortemente condizionato dalla emergenza covid-19, urgente ed improrogabile come riportato nelle slides della XIV riunione mensile 20 marzo e focus del 1 e 2 aprile c.a. riunione mensile del gruppo AeFLab del Politecnico.

La prof. Scarcelli ha approntato due GANTT con 5 e/o 6 mesi aggiuntivi anche in contraddittorio con il dott. Marangi. Vi è da evidenziare che le problematiche incontrate durante la fase pre-covid del progetto sono diverse per ogni soggetto, acute a seguito dell'emergenza.

Per quanto riguarda il Politecnico vi è da evidenziare che il personale a tempo determinato, arruolato per il progetto, ha terminato e/o terminerà la propria attività nei primi giorni di giugno, rimanendo attiva solo la componente a tempo indeterminato con effort non previsto e da definire in seguito.

Si tenga anche conto che la scorta economica assegnata al Politecnico per questo progetto, è stata sostanzialmente esaurita con spese documentate secondo il regolamento regionale e nei tempi indicati dal GANTT approvato.

Anche la quota riveniente dalle dimissioni delle dott.sse Borzone ed Esposito, è stata immediatamente resa disponibile dal Politecnico per la contrattualizzazione di n.3 collaboratori (Camassa, Terlizzi ed Yursteven) che comunque hanno concluso o concluderanno a breve la loro attività.

Per questo motivo è stato proposto un GANTT che, relativamente alla Unità' del Politecnico, comporti costi di alcun tipo.

Per organizzazione propria e per gli adempimenti amministrativi legati al personale a tempo determinato, è stato adottato il modello a meeting mensili con generazione da parte di tutto il gruppo di ricerca di dettagliate sintesi dell'attività svolta anche in funzione di quanto riportato nel servizio web interno di rendicontazione.

Il materiale così collazionato è a base delle milestone, dei workshop e quindi dei deliverable già prodotti e futuri. Verrà pubblicato integralmente sul sito web di progetto in condivisione all'approccio Living Lab e provvisoriamente reso disponibile sul sito del gruppo AeFLab del Politecnico di Bari al link → <http://www.aeflab.net/index.php?idx=223>.

D12 Attuatore ricambio aria (step 2) e DSS del 20-4-20

La logica di funzionamento del Sistema progettato risponde a due esigenze

- Migliorare l'accessibilità di locali contaminati da radon
- Raccogliere dati relativamente alla presenza in tempo reale del radon

La prima attività, come descritto nei precedenti documenti, ha carattere di real time. Ovvero superata la soglia impostata viene attivato un aspiratore d'aria (già discusso) con la logica di riduzione della concentrazione del gas radon e quindi di riduzione dei possibili effetti dannosi essenzialmente imputabili ai suoi successori.

La seconda attività è invece mirata al monitoraggio della presenza del gas, anche in funzione delle sue stagionalità e/o delle variazioni naturali o conseguenza di attività antropiche.

Un articolo scientifico di particolare interesse è : Sundal, Aud & Valen, Vidar & Soldal, Oddmund & Strand, Terje. (2008). The influence of meteorological parameters on soil radon levels in permeable glacial sediments. The Science of the total environment. 389. 418-28. 10.1016/j.scitotenv.2007.09.001.

L'articolo evidenzia l'influenza dei parametri meteorologici sulle concentrazioni di radon nel suolo in un sito marginale ad un ghiacciaio a Kinsarvik, in Norvegia. Sono state realizzate misure continue delle concentrazioni di radon nel suolo, temperatura, precipitazioni, velocità del vento, direzione del vento, pressione dell'aria e contenuto di umidità del suolo per un periodo di 10 mesi. I risultati mostrano che le concentrazioni di radon nel suolo presentano distinte variazioni stagionali e diurne che sono principalmente causate da variazioni della temperatura dell'aria. I flussi d'aria tra le aree causano differenti elevazioni nel deposito marginale del ghiaccio a causa delle differenze di temperatura tra l'aria del suolo e l'aria atmosferica, e i cambiamenti istantanei nella direzione del flusso d'aria sono stati registrati quando la temperatura dell'aria atmosferica ha raggiunto la media annuale dell'aria temperatura. La pressione dell'aria è risultata essere il secondo parametro più importante influenzando le concentrazioni di radon nel suolo, mentre nessun effetto sembra essere presente in caso di precipitazioni, la velocità del vento è stata osservata, come anche la direzione del vento e l'umidità del suolo. Variazioni stagionali in interni e nel suolo dei livelli di radon sono stati investigati anche in un deposito glaciofluviale situato a 40 km a sud-ovest di Kinsarvik, e la stretta correlazione tra i modelli di variazione stagionale osservati nelle due aree suggeriscono che i risultati dello studio di Kinsarvik potrebbero essere applicabili anche ad altre aree di terreno edificabile altamente permeabile dove esistono differenze di elevazione del terreno.

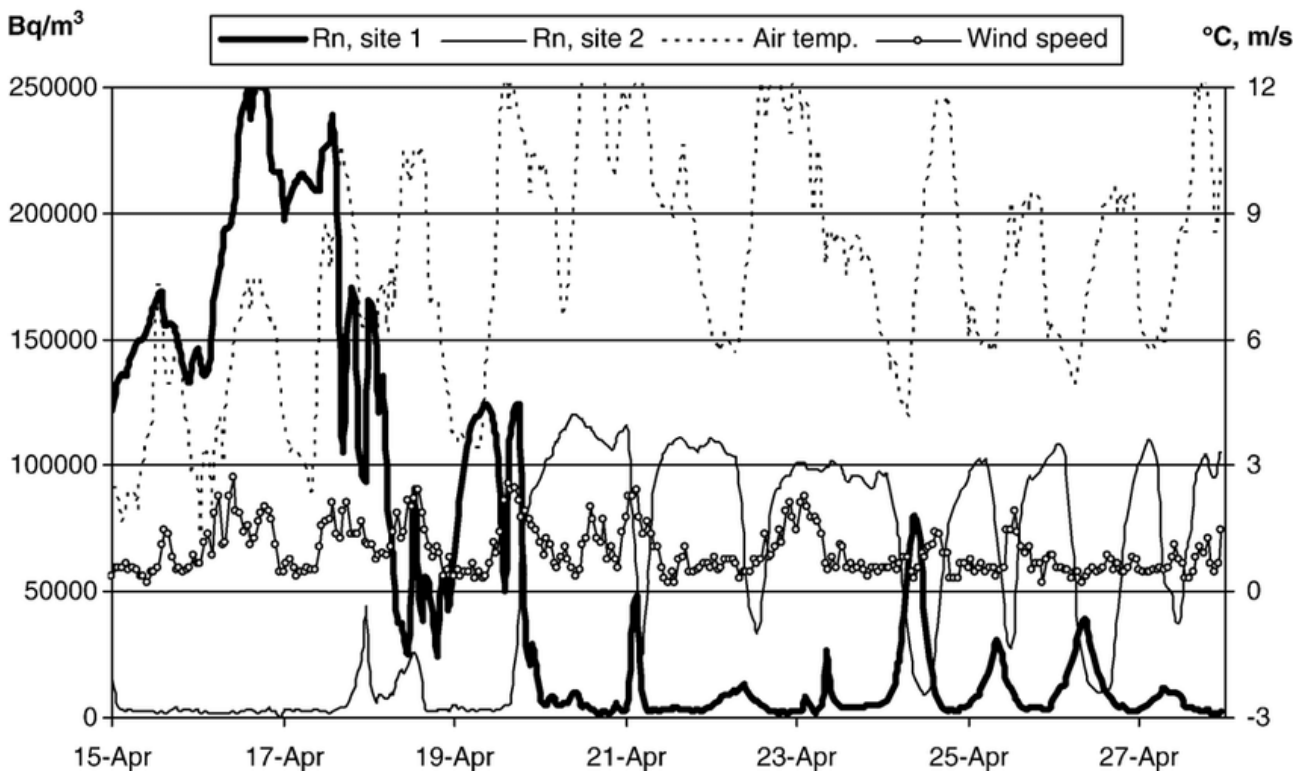
Il lavoro, di grande rilevanza scientifica, può essere considerato come riferimento per l'attività proposta nel progetto e mostra come esistano sia variazioni circadiane che annuali, sia in interno che in esterno correlate alla differenza di temperatura e alla pressione atmosferica.

Nel seguito sono riportate due grafici tratti dall'articolo in cui si evidenzia sia la variazione giornaliera che quella su base annuale. I dati sono certamente diversi da quelli rilevabili in Puglia ma certamente indicatori di attenzione a queste variazioni anche nelle nostre terre.

Come già dichiarato nel progetto e seguendo prassi ormai consolidata, verrà usato un aspiratore d'aria per abbattere la concentrazione di radon ove presente.

Dalla misura delle radiazioni emesse dai prodotti frutto del decadimento del radon, sarà ottenuta una valutazione della radioattività presente nell'ambiente. Superata una specifica soglia verrà attivato l'aspiratore fino alla discesa delle radiazioni misurate. Già nel Deliverable n. 6 del 29-11-2019 è stata

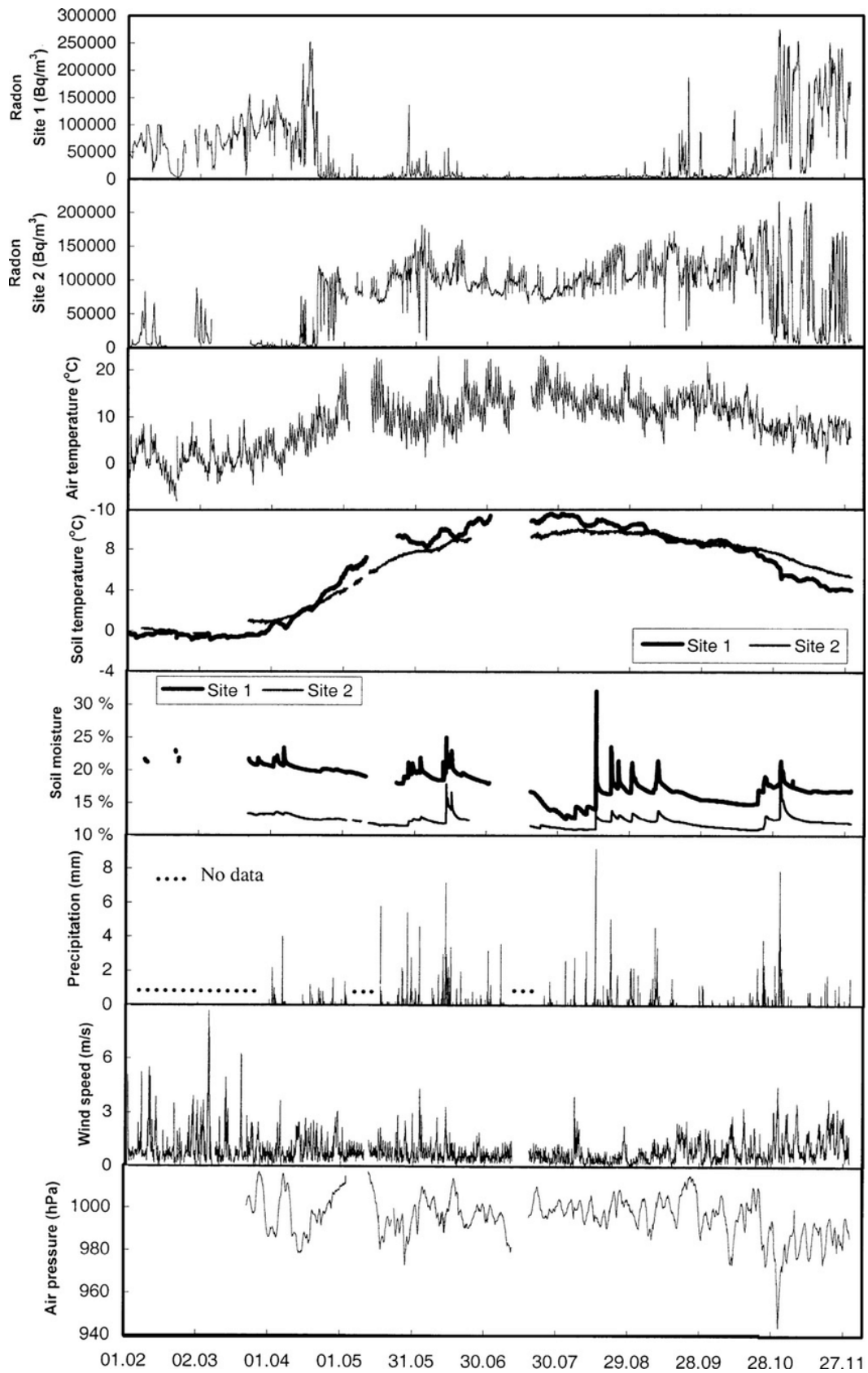
trattata tale questione anche evidenziando il problema energetico e delle perdite termiche correlabili all'attivazioni di un tale servizio. Nel Deliverable n. 7 step 1 del 27-12-2019 si e' invece accennato alla presenza di un DSS, classica applicazione delle tecniche di AI e di smart home.



Daily changes in soil gas radon concentrations, atmospheric air temperature and wind speed during the period 15-28 April 2000. The seasonal shift from winter to summer conditions is clearly seen in this figure da Sundal, Aud & Valen, Vidar & Soldal, Oddmund & Strand, Terje. (2008). The influence of meteorological parameters on soil radon levels in permeable glacial sediments. The Science of the total environment. 389. 418-28. 10.1016/j.scitotenv.2007.09.001.

La combinazione delle due attività permette la identificazione di una funzionalità specifica di particolare interesse per il progetto, ovvero la possibilità di comandare l'aspiratore non più a soglia ma:

- in previsione del futuro superamento della soglia
- minimizzando il tempo di interdizione all' accesso ai locali per superamento del limite di radiazioni presenti
- salvaguardando comunque le persone eventualmente presenti
- riducendo le dispersioni termiche



Year changes in soil gas radon concentrations, atmospheric air temperature and wind speed during the period January-november. From: *The influence of meteorological parameters on soil radon levels in permeable glacial sediments. The Science of the total environment. 389. 418-28. 10.1016/j.scitotenv.2007.09.001.*

E' opportuno ricordare che il sensore proposto e discusso nei precedenti deliverable utilizza, oltre al sensore di radiazioni oggetto di specifiche relazioni, anche sensori ancillari per la valutazione delle condizioni ambientali e verifica di eventuali correlazioni alla concentrazione del gas radon. La dott.ssa Uva ha messo a punto, durante la sua attivita' ed in stretto coordinamento con la dott.ssa Borzone, la seguente lista di sensori:

grandezza	sigla	link
VOC	MQ138	https://www.tme.eu/Document/8ff070c88e65769bc4f56ea8e420bf38/MQ138.pdf
Temperatura Umidita'	DHT11	https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf
Velocita' aria	PAV1000	https://www.servoflo.com/download-archive/data-sheets/254-mass-flow-vacuum-sensors/1373-pav1000-datasheet
CO & CO2	MG811	https://sandboxelectronics.com/files/SEN-000007/MG811.pdf
NOx	MQ135	https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/Gas/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf
Pressione atmosferica	BMP280	https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP280-DS001-11.pdf
Stato batteria litio	LC05111 CMT	https://www.onsemi.com/pub/Collateral/LC05111CMT-D.PDF

I sensori analogici, attraverso opportuni circuiti di condizionamento, sono direttamente connessi all' ADC dell'Arduino. I sensori digitali sfruttano invece lo standard I2C nativo del processore e molto ben supportato. Purtroppo, la modalita' I2C sfrutta due connettori della board Arduino normalmente destinati ad altre funzione, riducendo il numero di canali utili. Sono in via di valutazione soluzioni migliorative da parte del ing. Di Gioia ed i proff. Marzocca e Rizzi.

La sospensione delle attivita' dovuta al Corona Virus ed al pcm 4 marzo 2020 ha imposto serie limitazioni alle attivita' di laboratorio ed all'accesso ai locali del Politecnico di Bari. In particolare il M.R. del Politecnico ha incoraggiato tutto il personale allo svolgimento delle attivita' in modalita' smart working avendo gia' dal primo momento spostato l'attivita' didattica su apposita piattaforma gia' in uso presso il Politecnico di Bari.

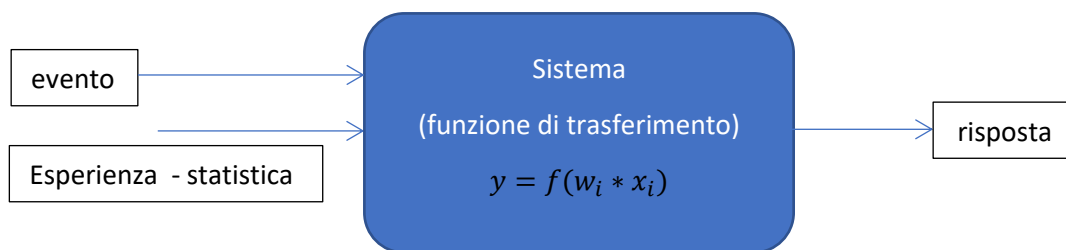
Nonostante questi limiti, e' stato realizzato un prototipo basato su MKR1000 soddisfacente tutte le specifiche di progetto. Purtroppo, e' stato necessario rimandare le prove sul campo, con conseguente dilazione delle attivita' di:

- Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni (conclusioni)
- Test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti al fabbisogno effettivo dell'Utenza Finale
- Dimostrazione e presentazione in modalita' demo lab pubblico delle soluzioni prototipali sviluppate, anche al fine di renderle fruibili da parte di ulteriori comunita' di utenti interessati
- Analisi per la valorizzazione economica dei risultati ottenuti nella sperimentazione

E' opportuno ricordare che le attivita' relative al D12 hanno competenza prevalente dei partner industriali. Il Politecnico in co-attivita' si occuperà dell'integrazione con quanto di propria competenza. Quanto riportato qui' e' solo a scopo di rendicontazione ed in funzione delle competenze dei singoli Enti coinvolti, anche in relazione alla costituzione dell'ATS.

DSS

In generale un DSS (Decision Support System) è un sistema software di supporto alle decisioni, che permette di aumentare l'efficacia dell'analisi in quanto fornisce supporto a tutti coloro che devono prendere decisioni strategiche di fronte a problemi che non possono essere risolti con i modelli della ricerca operativa. La funzione principale di un DSS è quella di estrarre in poco tempo e in modo versatile le informazioni utili ai processi decisionali, provenienti da una rilevante quantità di dati. Il DSS si appoggia su dati in un database o una base di conoscenza, che aiutano l'utilizzatore a decidere in maniera ottimale o sub-ottimale; esso non è solo un'applicazione informatica, perché contiene anche strumenti di Business Intelligence e di tecnologie dei Sistemi Esperti, quali modelli di supporto decisionale.



Il controllo automatico di un dato sistema dinamico (ad esempio un motore che muove una ventola, aspiratore) ha lo scopo di modificare il comportamento del sistema da controllare (ovvero delle sue "uscite") attraverso la manipolazione di opportune grandezze d'ingresso. In particolare, può richiedersi che l'uscita rimanga costante ad un valore prefissato al variare dell'ingresso (controllo semplice o regolazione) oppure segua fedelmente la dinamica dell'ingresso stesso (sistema di asservimento o comando) a meno di amplificazioni e ritardi. Il controllo del sistema in esame viene affidato ad un altro sistema costruito appositamente, detto "sistema controllante" o "sistema di controllo", che viene progettato dopo uno studio preliminare del sistema da controllare per individuarne un modello matematico sufficientemente preciso servendosi degli strumenti messi a punto dalla teoria dei sistemi. Il controllo automatico di un sistema è possibile solo se il sistema stesso è raggiungibile e osservabile, cioè se è possibile sia portarlo in un dato stato interno agendo sui suoi ingressi sia risalire allo stato attuale del sistema basandosi sulle sue uscite. Consideriamo, per semplicità, un sistema modellato attraverso una funzione matematica continua o non continua. Nel nostro caso potremmo avere

$$\text{Misura radiazione} \begin{cases} \text{se } > \text{soglia} \rightarrow \text{accendi aspiratore} \\ \text{se } < \text{soglia} \rightarrow \text{non fare niente} \end{cases}$$

E' quindi possibile definire una semplice funzione di trasferimento (definita a tratti). Nei modelli matematici dei sistemi dinamici, la funzione di trasferimento è una funzione che caratterizza il comportamento di un sistema dinamico tempo-invariante nel dominio della frequenza, mettendo in relazione l'ingresso e l'uscita. Può essere definita per descrivere sia sistemi lineari che sistemi non-lineari. La funzione di trasferimento di un sistema dinamico lineare stazionario (LTI) è la trasformata di Laplace della risposta all'impulso del sistema; si tratta della funzione di rete che esprime la relazione algebrica tra ingresso e uscita nel dominio delle frequenze, caratterizzando il comportamento del sistema in un modo equivalente a quello fornito dalla rappresentazione in spazio di stato. Con la funzione di trasferimento è possibile studiare la stabilità (esterna) del sistema LTI considerato, ovvero la sua capacità di mantenere un'uscita limitata per ogni ingresso limitato.

Nel caso specifico del sistema progettato, abbiamo alcuni sensori che rappresentano l'ingresso del sistema ed una sola uscita (attuatore che comanda l'aspiratore), configurando un MISO (multiple input single output). Nessuno di questi sensori comanda in modo diretto l'attuatore ma è la loro combinazione che può modificare lo stato dell'attuatore. La seguente tabella rappresenta sensori ed influenza sull'attuatore:

grandezza	sigla	valenza
VOC	MQ138	Inquinamento ambientale
Temperatura	DHT11	Temperatura ed umidità
Umidità		
Velocità aria	PAV1000	Velocità dell'aria
CO & CO2	MG811	Presenza di persone e/o combustione
NOx	MQ135	Inquinamento ambientale
Pressione atmosferica	BMP280	Combustione
Stato batteria litio	LC05111 CMT	Condizioni di operatività del dispositivo
Data e ora	DS3231	Ora, giorno mese

Così come descritto il sistema è vocato ad una implementazione fuzzy. La logica fuzzy rappresenta il modo di ragionare dell'uomo che è diverso da quello della logica "classica" che è bivalente, ovvero fa riferimento a due principi:

- Principio di non contraddizione: se l'elemento "x" appartiene all'insieme A non può appartenere anche al complemento di questo ultimo.
- Principio del terzo escluso: l'unione dell'insieme A e del suo complemento è pari all'insieme universo, al quale appartiene qualunque elemento "x".

L'uomo ha da sempre una visione qualitativa delle cose e il contesto decide ogni volta il significato da dare ai termini (es. la temperatura è bassa; un uomo di 180 cm è alto per un uomo di 160 cm ma basso per uno di 200cm ecc...). Per far fronte a questa povertà e meglio modellare il pensiero umano Lotfi Zadeh (Lotfi Asker Zadeh, Fuzzy algorithms, in Information and Control, n° 5, 1968, pp. 94-102 e Lotfi Asker Zadeh, Fuzzy Sets, in Information and Control, n° 8, 1965, pp. 338-353) ha introdotto la logica fuzzy, in cui propone di assegnare un grado di appartenenza ad un insieme, grado che può assumere valori tra "0" e "1", chiamando tali insiemi, insiemi fuzzy.

Se si considera la logica classica, un oggetto è assegnato o ad un insieme o ad un altro in modo esclusivo; invece, nella logica fuzzy, è presente un certo grado di appartenenza all'insieme che è diverso dalla probabilità, essendo la sua appartenenza certa. Infatti, mentre la probabilità esprime l'eventualità che un evento futuro possa o meno accadere, la fuzziness è il grado di verità di un oggetto rispetto ad una situazione certa e legata all'esperienza diretta. Si può appartenere a più insiemi con gradi di appartenenza diversi.

Per usare la logica fuzzy è necessaria la funzione di membership ovvero il range di valori assumibili in più funzioni, questa può avere le forme più disparate (triangolo, trapezio ecc...). Le operazioni in logica fuzzy sono le seguenti:

- Disgiunzione: la disgiunzione tra due numeri fuzzy è uguale al massimo tra i due.
- Congiunzione: la congiunzione tra due numeri fuzzy è uguale al minimo tra i due.

Il fuzzy control è un sistema di controllo che usa la logica fuzzy e che, utilizzando regole di inferenza, consente di processare uno o più input per ottenere uno o più output. I vantaggi sono essenzialmente: la robustezza; facilmente modificabile; può usare output ed input multipli; più semplice di altri sistemi di controllo; veloce ed economico da implementare. Il processo del fuzzy control System prevede:

- Fuzzyficare gli input: trasformare un numero crisp (grezzo) in un numero fuzzy, associando al primo un numero reale per Goni funzione di membership.
- decision making si basa su regole di inferenza e il trasferimento delle informazioni avviene mediante regole codificate (rule base) che sono euristiche, cioè basate sull'esperienza del decisore. L'antecedente della regola può essere costituito da clausole connesse da AND, OR e NOT; nel conseguente si può utilizzare solo l'operatore AND. È necessario valutare tutte le regole attive, il valore di ogni singola regola è pesato con la forza della regola che è il minimo valore della funzione di membership tra gli antecedenti. Invece, l'output finale è ottenuto combinando il valore di uscita di tutte le regole, considerando il massimo valore di membership.
- Defuzzyficare ed ottenere l'output: trasformare il numero fuzzy in un numero crisp, esistono varie tecniche e quella più usata è quella del centroide (considero baricentro delle figure così da ottenere il centroide all'interno della figura).

Ci sono molti strumenti per progettare il sistema fuzzy. In questo progetto è stato usato Matlab, ma Python con la libreria fuzzy system library può essere usata senza problemi relativi alla licenza Matlab concessa al Politecnico.

Il sistema fuzzy è stato progettato e simulato in Matlab utilizzando Fuzzy Toolbox e poi implementato su Arduino attraverso il tool MATLAB® Support Package for Arduino® Hardware.

Il sistema è stato progettato basandosi su due sistemi di inferenza ed in particolare utilizzando Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference Systems di Matlab. Ci sono otto set di ingresso con sei funzioni di appartenenza ciascuno. Sono state usate funzioni di appartenenza triangolari. Il set di uscita PRUDENTE è costituito da sei funzioni di appartenenza singleton: molto pericolo ($u_1 = 0$), pericolo ($u_2 = 0,5$), sicuro ($u_3 = 1$). Abbiamo progettato un set di 19 regole per determinare il comfort ambientale. L'uscita di defuzzificazione comanda attraverso un trigger di Smih software, l'attuatore.

È stato utilizzato anche un watchdog interno al processore SAMD21 Cortex-M0+ 32bit low power ARM MCU, base della board MKR1000 usata durante i test.

Il watchdog o watchdog timer (in italiano: "temporizzazione di supervisore" - letteralmente: "cane da guardia") è un sistema di temporizzazione hardware che permette alla CPU la rilevazione di un loop infinito di programma o di una situazione di deadlock. Tale rilevazione può consentire di prendere dei provvedimenti per correggere la situazione, generalmente effettuando un reset del sistema.

Nel nostro caso è stato implementato un watchdog complesso che permette la memorizzazione delle informazioni del contesto ambientale (vedi sensori) e verifica la variazione dei parametri ambientali dopo un tempo settato in precedenza. Qualora tale condizione non venga verificata, verrà inviata una richiesta di verifica/manutenzione attraverso la connessione al server. Un secondo watchdog più semplice, verificherà la ricezione del messaggio da parte del server e resetterà il sistema riavviandolo fino ad un massimo di 3 volte (valore modificabile). Superata tale soglia il sistema si spegnerà dopo aver mandato un ulteriore messaggio di "self-kill" al server.

