

## Sintesi accompagnamento Deliverable n. 10 e 11 progetto RADON - Politecnico di Bari – gruppo AeFLab – Bari 22-02-2020

### **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 13 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.

In data 31/1/2020 hanno cessato la loro attività, per fine del contratto:

- dott. Jessica Uva, biologa senior, esperta in sensoristica ambientale

per dimissione:

- dott.ssa Roberta Borzone
- dott.ssa Flavia Esposito

Alla dott.ssa Uva va il ringraziamento di tutto il gruppo di ricerca per la dedizione e la competenza mostrate, alle dott.sse Borzone ed Esposito un augurio per la nuova attività intrapresa.

A seguito di bando pubblico richiesto in data 22/10/19 al Politecnico-DEI, selezione avvenuta il 18/2/19 e successiva approvazione atti e presa di servizio in data 13/1/20, hanno iniziato la loro attività:

sig.ra Patrizia Camassa, per la produzione di soluzioni comunicative e di diffusione dei risultati della ricerca non essendo stato possibile avvalersi delle aziende presenti nell'ATS,

sig. Michele Terlizzi, per la prototipazione e personalizzazione delle soluzioni, test e sperimentazione di nuove tecnologie in applicazioni reali rispondenti ai fabbisogni effettivi dell'utenza finale previsti in progetto, tanto non essendo stato possibile avvalersi delle aziende presenti nell'ATS,

dott.ssa Ilaria Yursteven, per la produzione documentazione tecnica in italiano ed inglese, gestione sito web di progetto in italiano ed inglese.

Il lieve rallentamento dovuto alla dimissione dei due assegnisti è stato recuperato grazie alla professionalità dei due senior (Camassa e Terlizzi) resisi immediatamente cooperativi, specie nelle fasi di somministrazione del gioco nelle scuole primarie di cui si è data comunicazione con pec 13/1/20 e 6/2/20 all'ATS.

Le attività di test sono state effettuate in due scuole di Bari - Torre a Mare, resisi disponibili alla sperimentazione. Nei giorni 31/1, 4/2 e 6/2 2020 è stata coinvolta la scuola elementare Mameli, con 8 classi, per un totale di 117 bambini, dai 7 ai 10 anni. Nella giornata del 14/2/20 ha partecipato alle attività la scuola media Levi-Montalcini, con 3 classi di seconda, per un totale di 45 bambini.

Il giorno 3/2/20 si è tenuto un incontro con alcuni partner dell'ATS ed il dott. Marangi, presso la sede tarantina della capofila. La riunione è stata di tipo interlocutorio. Per il Politecnico hanno partecipato il responsabile scientifico (A. Scarcelli) e tecnico (V. Di Lecce).

Le altre attività sono state svolte nel rispetto del GANTT di progetto aggiornato e proposto all'inizio del mese di agosto 2019. Sono continuate le attività di coinvolgimento dei Partner, degli stakeholder e degli utenti. Le comunicazioni, per lo più realizzate via PEC, erano tese alla generazione di un *kernel* operativo rispetto al progetto.

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

Successivamente sono riportati i deliverable 10 e 11 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						18/12						17/05
						SAL INTERMEDIO 40%			SAL INTERMEDIO 60%									
<b>Deliverables</b>																		
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																	
<b>Milestones</b>	Organizzate con cadenza bimestrale																	
<b>Open Workshop</b>	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 occuperà 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. 10 e 11 progetto RADON - Politecnico di Bari – gruppo AeFLab – Bari 21-2-2020

### **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.

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>.



*D10-DB per servizi di storage con geolocalizzazione dati (step 2) e*

*D11-Sensore monitoraggio radon (step 2)*

Il D10 e D11 sono step secondario e conclusivo di un processo a due fasi iniziato con i D4 e D5, e prevedono esplicitamente

- 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, 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.

Per il D10 e D11, il Politecnico si è occupato prevalentemente dello studio teorico del sistema ad inferenza. La capofila a partire dalle esperienze già maturate in tema di tecnologie smart a base IT (progetto Hydrocracy SmartBox: <https://www.comesgroup.com/contenuti/index/hydrocracy-finalmente-in-fiera-le-novit%C3%A0-sullo-stoccaggio-energetico>) e servendosi di consulenze tecniche, i cui preventivi sono stati opportunamente caricati in piattaforma al momento della candidatura del progetto, si occuperà della co-progettazione e prototipazione principalmente informatica dei nodi di monitoraggio del Radon (firmware ed API di comunicazione), oltre che del DSS di progetto. L'impresa coopererà inoltre con il laboratorio di ricerca nella fase di prototipazione del motore inferenziale alla base del WebGIS per la proiezione ed elaborazione dei dati acquisiti.

In informatica, un motore o sistema inferenziale è un algoritmo che simula le modalità con cui la mente umana trae delle conclusioni logiche attraverso il ragionamento. Fa parte dei software detti "sistemi esperti". Analogamente al comportamento logico, il motore inferenziale può trarre delle conclusioni di tipo deduttivo (o "forward chaining", quando da un principio di carattere generale ne estrae uno o più di carattere particolare) oppure di tipo induttivo (o "backward chaining", quando accade il contrario). Il meccanismo del motore inferenziale è basato su delle "regole" di soluzione del problema che vengono scelte ed attuate a seconda del problema in oggetto. In mancanza di regole si ricorre a statistica arricchita. Un motore inferenziale è costituito dai seguenti elementi:

- interprete: decide la regola da applicare;
- schedulatore: decide l'ordine di esecuzione delle regole;
- memoria di lavoro: in essa viene memorizzato un elenco delle operazioni svolte e da svolgere;
- rafforzatore di consistenza: ha il compito di testare la veridicità delle ipotesi fatte.

Puo' anche essere formato da:

- raccogliatore di stati;
- sistema statistico supervisionato o meno anche mediante ANN;
- applicatore ai dati esistenti;
- verificatore dei risultati rispetto ad un comportamento desiderato ed un errore prefissato.

L'analisi della regressione è una tecnica usata per analizzare una serie di dati che consistono in una variabile dipendente e una o più variabili indipendenti. Lo scopo è stimare un'eventuale relazione funzionale esistente tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti. Tale analisi puo' portare alla identificazione di regole se esistenti (esempio periodicità, analisi temporale e/o di Fourier) ovvero supportare il Decision support system di progetto a effettuare stima e valutazione nel tempo futuro (es. concessione edilizia con o senza vincoli rispetto alla presenza del Radon in uno stabile da costruire).

La variabile dipendente nell'equazione di regressione è una funzione delle variabili indipendenti più un termine d'errore. Quest'ultimo è una variabile casuale e rappresenta una variazione non controllabile e imprevedibile nella variabile dipendente. I parametri sono stimati in modo da descrivere al meglio i dati.

Il data modeling può essere usato senza alcuna conoscenza dei processi sottostanti che hanno generato i dati, in questo caso il modello è un modello empirico. Inoltre, nella modellizzazione, non è richiesta la conoscenza della distribuzione di probabilità degli errori. L'analisi della regressione richiede ipotesi riguardanti la distribuzione di probabilità degli errori. Test statistici vengono effettuati sulla base di tali ipotesi. Nell'analisi della regressione il termine "modello" comprende sia la funzione usata per modellare i dati che le assunzioni concernenti la distribuzione di probabilità.

Queste tecniche sono assai diffuse nel campo delle previsioni (ad esempio per prevedere dati futuri di una serie temporale), inferenza statistica, per testare ipotesi o per modellare delle relazioni di dipendenza, filtraggio (Kalman). Questi usi della regressione dipendono fortemente dal fatto che le assunzioni di partenza siano verificate. L'uso dell'analisi della regressione è stato criticato in diversi casi in cui le ipotesi di partenza non possono essere verificate[1][2]. Un fattore che contribuisce all'uso improprio della regressione è che richiede più competenze per verificare un modello che per adattarlo [3].

Tipicamente nelle applicazioni tecniche i fenomeni vengono trasformati in valori numerici (campionamento, discretizzazione). E' generale affermare che abbiamo a che fare con eventi rappresentati da funzioni o da serie di campioni (numeri). Le tecniche di regressione sono quindi da intendersi:

- 1) metodi per individuare nuovi punti del piano cartesiano a partire da un insieme finito di punti dati
- 2) metodi per identificare funzioni del tipo  $f(x)$  di una data famiglia di funzioni di una o più variabili reali che replica l'andamento del fenomeno, ottenute riducendo l'errore tra fenomeno e replica.

In generale esistono diversi tipi di segnali, ma tutti sono accomunati dall'essere in natura segnali casuali, spesso continui e alcune volte deterministici. La teoria dei segnali studia la rappresentazione dei segnali in modo da poter poi manipolarli e trattarli matematicamente. Questa rappresentazione richiede l'uso di matematica astratta e, nel caso di segnali stocastici, della teoria della probabilità. La teoria si suddivide in due grandi branche a seconda del tipo di segnale in esame: i "segnali determinati" o deterministici, di cui è possibile predire il valore in un qualunque istante a piacere, e i "segnali stocastici" o aleatori, il cui valore non è prevedibile, ma su cui è possibile ottenere soltanto delle proprietà statistiche e che rientrano nella più vasta tematica dei processi aleatori o stocastici. Una sottoclasse dei deterministici sono i segnali periodici. La periodicità dei fenomeni o dei dati che li rappresentano, ha generato una ricchissima serie di studi che vanno da Fourier e Shannon e che forniscono potenti strumenti computazionali e quindi di conoscenza.

Nelle attività scientifiche e tecnologiche, e in genere negli studi quantitativi di qualsiasi fenomeno, accade molto spesso di disporre di un certo numero di punti del piano ottenuti con un campionamento o con apparecchiature di misura e di ritenere opportuno individuare una funzione che passi per tutti i punti dati o almeno nelle loro vicinanze (vedi curve fitting).

Non esistono metodi generalmente condivisi per mettere in relazione il numero di osservazioni con il numero di variabili indipendenti nel modello [[https://www.wikizero.com/en/Regression\\_analysis](https://www.wikizero.com/en/Regression_analysis)].

Una regola empirica ipotizzata da Good e Hardin [4] è , dove  $N$  è la dimensione del campione,  $n$  è il numero di variabili indipendenti e  $m$  il numero di osservazioni necessarie per raggiungere la precisione desiderata se il modello avesse una sola variabile indipendente. Per esempio, un ricercatore sta costruendo un modello di regressione lineare utilizzando un set di dati che contiene 1000 pazienti ( $N$ ). Se il ricercatore decide che sono necessarie cinque osservazioni per definire con precisione una linea retta ( $m$ ), allora il numero massimo di variabili indipendenti che il modello può supportare è 4, perché

$$\frac{\log 1000}{\log 5} = 4,29$$

Altra questione rilevante è sulla periodicità degli eventi osservati e quindi la possibilità di identificare un numero sufficiente di campioni tali da assicurare l'osservazione dell'evento. In generale, condizione necessaria ma non sufficiente è che i campioni devono essere rappresentativi della popolazione per la quale si vuole effettuare la previsione. La variabile dipendente è soggetta ad errore. Tale errore si assume sia una variabile casuale, con media zero. L'errore sistematico può essere presente ma il suo trattamento esula dallo scopo dell'analisi della regressione. Le variabili indipendenti non hanno errore. Se così non fosse, la

modellizzazione dovrebbe essere fatta usando le tecniche *errors-in-variables*. Le variabili predittive devono essere linearmente indipendenti, ossia non deve essere possibile esprimere un qualunque predittore come combinazione lineare degli altri valori. Gli errori sono non correlati, ossia, la matrice di varianza e covarianza degli errori è diagonale e ogni elemento non-nullo è la varianza dell'errore. La varianza dell'errore è costante (omoschedasticità). In caso contrario, si deve utilizzare il metodo dei minimi quadrati pesati, o altri metodi. Gli errori devono seguire una distribuzione normale. Altrimenti, dovrebbe essere usato il modello lineare generalizzato. Molte di queste condizioni possono essere rilassate nel caso di analisi in dominio ristretto oppure mediante tecniche più complesse (es. deep learning). La prima condizione è assomigliante alla definizione di periodo, concetto ben noto nell'analisi periodica o di Fourier.

Lo spettro di potenza  $S_{xx}(f)$  di una serie temporale  $x(t)$  descrive la distribuzione della potenza in componenti di frequenza che compongono quel segnale. Secondo l'analisi di Fourier, qualsiasi segnale fisico può essere scomposto in un numero di frequenze discrete o in uno spettro di frequenze su una gamma continua. La media statistica di un certo segnale o tipo di segnale (compreso il rumore) analizzato in termini di contenuto di frequenza, viene chiamato il suo "spettro". Quando l'energia del segnale è concentrata intorno ad un intervallo di tempo finito, specialmente se la sua energia totale è finita, si può calcolare la densità spettrale dell'energia. Più comunemente usata è la densità spettrale di potenza (o semplicemente lo spettro di potenza), che si applica ai segnali esistenti tempo continui, o su un periodo di tempo abbastanza grande (specialmente in relazione alla durata di una misura) da poter essere anche su un intervallo di tempo infinito. La densità spettrale di potenza (DSP) si riferisce poi alla distribuzione dell'energia spettrale che si troverebbe per unità di tempo, poiché l'energia totale di tale segnale su tutto il tempo sarebbe generalmente infinita. Sommando o integrando le componenti spettrali si ottiene la potenza totale (per un processo fisico) o la varianza (in un processo statistico), identica a quella che si otterrebbe integrando  $x^2(t)$  nel dominio del tempo, come dettato dal teorema di Parseval [5,6].

Per quanto riguarda il sensore, questo rientrava sia nel D5 che nel D11. Nel deliverable D5 la competenza prevalente è della ditta COMES. Il Politecnico in co-attività si doveva occupare 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 dovevano essere concluse proprio nel D11. Tanto e' stato discusso nella parte precedente.

Nel d5 e' stato discusso il sensore messo a punto dal Politecnico in assenza di altre indicazioni. Il sensore e' stato anche presentato durante la Notte dei Ricercatori ed oggetto di specifica comunicazione nella riunione mensile del 25 ottobre 2019. Purtroppo non e' possibile dare altre indicazioni. Nelle relazioni ed altra documentazione e' stata discussa anche la modalita' di comunicazione ed il formato dati.

Durante la riunione del 3/2/20, presso la sede della capofila, erano presenti alcuni Tecnici con competenza specifica sulla sensoristica ambientale ed industriale. Sono state riportate dal Politecnico le informazioni per la condivisione del materiale prodotto (<http://www.aeflab.net/index.php?idx=223>). E' stato verificato un piccolo ritardo rispetto al task del sensore ed alla sua comunicazione. Si e' discusso della eventualita' di chiedere una proroga, demandando il tutto ai competenti Uffici della capofila.

[1] Richard A. Berk, Regression Analysis: A Constructive Critique, Sage Publications (2004)

[2] David A. Freedman (27 April 2009). Statistical Models: Theory and Practice. Cambridge University Press. ISBN 978-1-139-47731-4.

[3] R. Dennis Cook; Sanford Weisberg Criticism and Influence Analysis in Regression, Sociological Methodology, Vol . 13. (1982), pp. 313–361

[4] Phillip I. Good, James W. Hardin. Common Errors in Statistics (and How to Avoid Them), 4th Edition. ISBN: 978-1-118-29439-0 July 2012 352 Pages

[5] P Stoica & R Moses (2005). "Spectral Analysis of Signals"

[6] Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer. Elaborazione numerica dei segnali, Franco Angeli Editore. ISBN: 8820414406