

# MISURAZIONI DI CONCENTRAZIONI GAS RADON

RELAZIONE RADON TECNORAD\_REV OTTOBRE 2019

**TECNORADON**  <sup>®</sup>



## IL LABORATORIO TECNORAD

Il Sistema Qualità implementato ed applicato da **TECNORAD** è fondato su principi di Qualità Totale al fine di garantire un “prodotto conforme ai requisiti specificati”, e soprattutto che risponda a criteri di qualità della misura.

Il Sistema Qualità **TECNORAD** è stato certificato rispondente alla norma UNI EN ISO 9001:2015 “Sistemi di gestione per la Qualità - Requisiti e terminologia” che certifica la capacità di fornire con regolarità un servizio che soddisfi i requisiti del cliente e quelli cogenti applicabili.

**TECNORAD** è Organismo di Misura ai sensi del D.Lgs. 241/00 art. 10-ter comma 4 accreditato all'ARPA Veneto, inserito nell'elenco degli Organismi idoneamente attrezzati per misurazioni di Radon in aria (<https://goo.gl/4cRjhR>) e si è adeguata a quanto previsto dalle Linee Guida per le misurazioni di concentrazioni di Radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei emesse a cura del Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano.

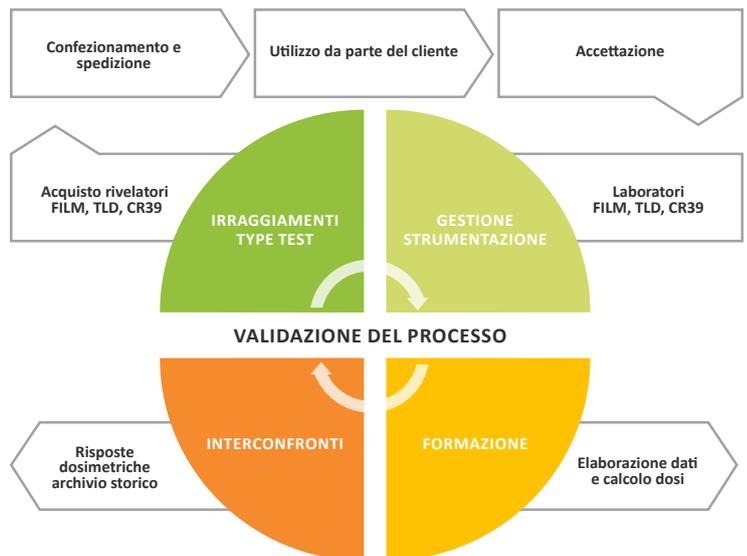
**TECNORAD** dispone di numerose certificazioni di Prove Interlaboratorio organizzate da Enti Europei tra i più prestigiosi come PHE Inghilterra “Public Health England PHE-CRCE-011” e Bfs - German Federal Office for Radiation Protection.

### INTERLABORATORI & GESTIONE DELLA STRUMENTAZIONE

La procedura di Prova Interlaboratorio consiste nell'espore uno o più gruppi di rivelatori presso un Ente Accreditato a concentrazioni di attività di Radon non note al Laboratorio che si sottopone al test. L'Ente, al termine delle esposizioni, restituisce i rivelatori al Laboratorio il quale li sottopone all'analisi e fornisce i risultati entro un tempo prestabilito. L'Ente verifica il grado di rispondenza delle misure con le esposizioni e certifica la correttezza delle misure in base alla normativa tecnica specifica.

**TECNORAD** adotta delle procedure che assicurano che le apparecchiature per le prove, così come il software di calcolo vengano tenute sotto controllo, tarate e mantenute. La verifica del corretto funzionamento del lettore ottico avviene prima di ogni serie di misure tramite rivelatori di riferimento, mentre l'intero processo di sviluppo chimico con dei rivelatori tarati presso laboratori di metrologia. I valori ottenuti sono poi confrontati e specifiche carte di controllo e indici di processo vengono calcolati e archiviati per ogni esigenza futura.

### APPROCCIO PER PROCESSI





## I SISTEMI DI MISURA

**TECNORAD** possiede diversi sistemi integrati, attivi e passivi, che consentono le misurazioni di concentrazioni di radiazioni naturali come il Radon, sia nel breve e brevissimo periodo, sia nel medio e lungo periodo (come previsto dal D. Lgs. 241/00): una corretta misurazione deve infatti tenere conto delle ampie variazioni ambientali e stagionali che influiscono nella concentrazione di Radon che si propaga negli ambienti lavorativi o residenziali.

La concentrazione dell'attività del Radon può variare da uno a molti ordini di grandezza nello spazio e nel tempo. L'esposizione al Radon ed i suoi prodotti di decadimento variano tremendamente da un'area all'altra, poiché dipende prima di tutto dalla quantità di Radon emessa dal suolo e dai materiali di costruzione degli edifici in tutte le aree e, secondariamente, dal livello di controllo e dalle condizioni ambientali nelle aree dove gli individui sono esposti.

I sistemi integrati scelti da **TECNORAD** coprono tutte le necessità e perciò tutta la gamma possibile di tempi di esposizione:

| Norma tecnica di riferimento | Tecnica  | Matrice                          | Denominazione della prova | Campo di misura kBq/m <sup>3</sup> | Durata della prova |
|------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------|
| UNI ISO 11665-4:2015         | Rilevatori di tracce nucleari a stato solido (SSNTD) | Aria in ambienti chiusi (indoor) | Radon-222                 | 100 - 10000                        | 1 ÷ 6 mesi         |
|                              | Rilevatore ad elettretre                             |                                  |                           | 7,2 - 220                          | 3 ÷ 7 giorni       |
|                              |  |                                  |                           | 106 - 2660                         | 30 ÷ 90 giorni     |

## MISURA DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE CON RILEVATORI PASSIVI A TRACCE CR-39

Il sistema integrato di ultima generazione scelto da **TECNORAD** per la misura della concentrazione di gas Radon è quello basato su rivelatori passivi a tracce (SSNTD detector) di CR-39.

I rivelatori sono costituiti da una piccola lastra di materiale plastico polimerico, poliallil-diglicol-carbonato (PADC), conosciuto commercialmente come CR-39, che risulta sensibile alla radiazione alfa generata dal decadimento radioattivo del Radon, risulta insensibile ad altri tipi di radiazione come X e Gamma ed offre proprietà ottiche e meccaniche molto vantaggiose.

Il rivelatore viene inserito in un apposito contenitore, detto tecnicamente camera di diffusione, la quale sfrutta la diffusione naturale del Radon in aria. Quando il Radon si disintegra, emette particelle alfa e genera prodotti di decadimento solidi, anch'essi radioattivi. I potenziali effetti del Radon sulla salute dell'uomo risiedono nei suoi prodotti di decadimento, piuttosto che nel gas stesso.

Le particelle alfa che interagiscono con il materiale causano danneggiamenti ai legami chimici, che si manifestano sotto forma di "tracce latenti" sulle lastre. Queste tracce vengono evidenziate mediante un trattamento chimico e/o elettrochimico successivo all'esposizione. I processi chimici amplificano la traccia sino a renderla misurabile con tecniche basate sulla lettura ottica, la quale, essendo composta in plastica conduttiva elettricamente carica, garantisce una diffusione naturale del solo gas Radon presente in aria al suo interno. Quando il Radon decade, emette particelle alfa molto energetiche che interagiscono con il materiale CR-39 causando delle rotture ai legami molecolari del polimero che si manifestano sotto forma di tracce "latenti" sulla lastra.



I rivelatori vengono consegnati chiusi in una busta di Mylar® impermeabile al Radon. Una volta aperti e posizionati nell'ambiente da monitorare, il Radon inizia a penetrare nella camera di diffusione e le particelle alfa investono il CR-39 provando tracce in quantità proporzionale alla sua concentrazione.

Il sensore comincia a misurare quando viene rimosso dalla busta di Mylar® e posizionato nel luogo dell'installazione.



La misurazione termina quando il sensore viene rimosso e restituito il più velocemente possibile al laboratorio TECNORAD®. È importante ricordarsi di annotare data e ora di inizio e fine esposizione ed il luogo di posizionamento.

1. Camera di diffusione
2. Rivelatore CR-39
3. Codice identificativo sul tappo del contenitore.

Il conteggio delle tracce avviene mediante un microscopio automatico che sottopone a lettura i rivelatori punto per punto selezionando e memorizzando le tracce provocate dal decadimento alfa del Radon.





## SPECIFICHE TECNICHE

| NOME DEL RIVELATORE  | RSKS   |
|--|--|
| Numero e Tipo di rivelatore  | 1 rivelatore CR-39 (poliallil-diglicol-carbonato - PADC)<br>Dimensioni: 10x10x1 mm   |
| Tipo di astuccio   | Camera cilindrica in plastica conduttiva   |
| Grandezza misurata   | Concentrazione media (Bq/m <sup>3</sup> )  |
| Tipo misurazione   | Misura ad integrazione con campionamento passivo   |
| Algoritmo calcolo  | Non-lineare multi-parametrico  |
| Norma tecnica di riferimento   | UNI ISO 11665-4:2015   |
| Intervallo di misura della concentrazione su un periodo di esposizione di 6 mesi | 20 kBq h/m <sup>3</sup> - 40 000 kBq h/m <sup>3</sup>  |
| Sensibilità del sistema  | 2,5 (tracce/cm <sup>2</sup> ) * (KBq h/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>  |
| Minima concentrazione rilevabile su un periodo di esposizione di 3 mesi          | 10 Bq/m <sup>3</sup>   |
| Tempo di equilibrio della camera   | 3 ore  |
| Tempi di invio report  | 25 giorni lavorativi previa ricezione del rivelatore   |
| Caratteristiche  | Ampio spettro di misura della concentrazione<br>Insensibilità alla radiazione fotonica<br>Lunga durabilità e resistente a basse temperature da -10° a +40° C |
| Relazione  | Intermedia e finale  |
| Garanzia della misura  | Interconfronti internazionali  |
| Confezionamento  | Buste impermeabili al radon e kit di istruzioni per esposizioni incluse  |
| Tracciabilità  | Record permanente dell'esposizione e archiviazione del rivelatore CR-39 fino a due anni dopo la lettura  |

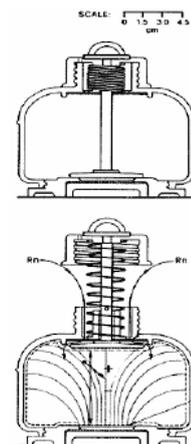


## MISURA CON ELETTRETI SHORT TERM AD ALTA SENSIBILITÀ

**TECNORAD** ha scelto gli elettreti come sistema integrato per le misurazioni di concentrazione di Radon in tempi brevi e per mappature preventive alle misurazioni di concentrazioni annuali.

Consiste in un disco di materiale dielettrico caricato elettricamente ad un alto potenziale elettrostatico e una camera di diffusione che permette l'ingresso al solo gas Radon, che funge anche da camera di ionizzazione. Una volta che il gas entra nella camera, a seguito del decadimento, particelle alfa portano a ridurre il livello di potenziale elettrostatico del disco. In questo modo, misurando la differenza di potenziale del disco pre e post-esposizione tramite uno speciale lettore, è possibile risalire alla concentrazione di gas Radon presente nell'ambiente tramite opportuni coefficienti di taratura. Per far partire la misura è necessario aprire il tappo, svitandolo in senso anti orario fino alla completa apertura. Alla fine del periodo di esposizione si compie l'operazione inversa. È importante ricordarsi di annotare data e ora di inizio e fine esposizione ed il luogo di posizionamento.

L'elettrete è detto "Short Term", viene infatti utilizzato per le misurazioni di concentrazioni di Radon di pochi giorni, pertanto presenta un'alta sensibilità. Il risultato è immediato, preciso. Il sistema integrato dispone di una applicazione software studiata e realizzata appositamente per operare in completa sinergia con apparecchiature per il monitoraggio della concentrazione di Radon. Si tratta di un sistema versatile ed economico.



### Specifiche tecniche

|   |   |
|---|---|
| Nome del rivelatore   | Elettrete Long Term (SST)   |
| Tipo di misurazione   | Misura ad integrazione con campionamento passivo  |
| Tipo di astuccio  | Camera elettrete di ionizzazione da 210 ml  |
| Grandezza misurata  | Concentrazione media (Bq/m <sup>3</sup> )   |
| Norma tecnica di riferimento  | UNI ISO 11665-4:2015  |
| Tempo di posizionamento   | Da 2 a 7 gg   |
| Range dinamico  | 12580 Bq/m <sup>3</sup> giorno (con nuovi elettreti)  |
| Minima concentrazione misurabile  | 9,61 Bq/m <sup>3</sup> @ 2 gg - 7,58 Bq/m <sup>3</sup> @ 7 gg   |
| Errore tipico per un'esposizione di 148 Bq/m <sup>3</sup>   | 7,96% @ 30 gg - 5,77% @ 90 gg   |
| Errori stimati  | < 25% per concentrazioni maggiori di 30,42 Bq/m <sup>3</sup> @ 2 gg<br>< 10% per concentrazioni maggiori di 132,24 Bq/m <sup>3</sup> @ 2 gg<br>< 25% per concentrazioni maggiori di 15,95 Bq/m <sup>3</sup> @ 7 gg<br>< 10% per concentrazioni maggiori di 50,52 Bq/m <sup>3</sup> @ 7 gg |
| Risposta al Thoron  | < 3%  |
| Perdita di potenziale dovuta a fondo gamma di 90 nGy/h  | 15 V @ 7 gg   |
| Resistente ai seguenti fattori<br>(in condizioni normali tipiche di luoghi abitativi o di lavoro) | Temperatura<br>Correnti d'aria<br>Luce solare<br>Polvere (come presente in un ambiente chiuso)<br>Umidità (non condensa)<br>Campi magnetici (fino a 1 T)<br>Campi elettrici (fino a 5000 V)<br>Lievi shock dovuti alla manipolazione e trasporto con corriere                             |

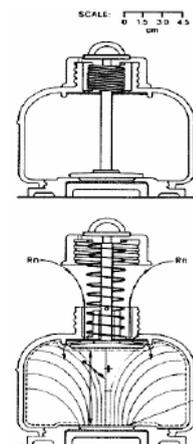


## MISURA CON ELETTRETI LONG TERM AD ALTA SENSIBILITÀ

**TECNORAD** ha scelto gli elettreti come sistema integrato per le misurazioni di concentrazione di Radon in tempi brevi e per mappature preventive alle misurazioni di concentrazioni annuali. Consiste in un disco di materiale dielettrico caricato elettricamente ad un alto potenziale elettrostatico e una camera di diffusione che permette l'ingresso al solo gas Radon, che funge anche da camera di ionizzazione. Una volta che il gas entra nella camera, a seguito del decadimento, particelle alfa portano a ridurre il livello di potenziale elettrostatico del disco. In questo modo, misurando la differenza di potenziale del disco pre e post-esposizione tramite uno speciale lettore, è possibile risalire alla concentrazione di gas Radon presente nell'ambiente tramite opportuni coefficienti di taratura. Per far partire la misura è necessario aprire il tappo, svitandolo in senso anti orario fino alla completa apertura. Alla fine del periodo di esposizione si compie l'operazione inversa. È importante ricordarsi di annotare data e ora di inizio e fine esposizione ed il luogo di posizionamento.

L'elettrete è detto "Long Term", viene infatti utilizzato per le misurazioni di concentrazioni di Radon da 30 a 90 giorni. Il risultato è preciso e facile da ottenere.

Il sistema integrato dispone di una applicazione software studiata e realizzata appositamente per operare in completa sinergia con apparecchiature per il monitoraggio della concentrazione di Radon. Si tratta di un sistema versatile ed economico.



### Specifiche tecniche

|  |  |
|--|--|
| Nome del rivelatore  | Elettrete Long Term (SLT)  |
| Tipo di misurazione  | Misura ad integrazione con campionamento passivo   |
| Tipo di astuccio   | Camera elettrete di ionizzazione da 210 ml   |
| Grandezza misurata   | Concentrazione media (Bq/m <sup>3</sup> )  |
| Norma tecnica di riferimento   | UNI ISO 11665-4:2015   |
| Tempo di posizionamento  | Da 30 a 90 gg  |
| Range dinamico   | 146900 Bq/m <sup>3</sup> giorno (con nuovi elettreti)  |
| Minima concentrazione misurabile   | 8,39 Bq/m <sup>3</sup> @ 30 gg - 7,49 Bq/m <sup>3</sup> @ 90 gg  |
| Errore tipico per un'esposizione di 148 Bq/m <sup>3</sup>                                      | 7,96% @ 30 gg - 5,77% @ 90 gg  |
| Errori stimati   | < 25% per concentrazioni maggiori di 21,89 Bq/m <sup>3</sup> @ 30 gg<br>< 10% per concentrazioni maggiori di 97,44 Bq/m <sup>3</sup> @ 30 gg<br>< 25% per concentrazioni maggiori di 15,43 Bq/m <sup>3</sup> @ 90 gg<br>< 10% per concentrazioni maggiori di 45,84 Bq/m <sup>3</sup> @ 90 gg |
| Risposta al Thoron   | < 3%   |
| Perdita di potenziale dovuta a fondo gamma di 90 nGy/h   | 15 V @ 90 gg   |
| Resistente ai seguenti fattori (in condizioni normali tipiche di luoghi abitativi o di lavoro) | Temperatura<br>Correnti d'aria<br>Luce solare<br>Polvere (come presente in un ambiente chiuso)<br>Umidità (non condensa)<br>Campi magnetici (fino a 1 T)<br>Campi elettrici (fino a 5000 V)<br>Lievi shock dovuti alla manipolazione e trasporto con corriere                                |



## LA MISURA ISTANTANEA CON STRUMENTAZIONE ATTIVA

**TECNORAD** utilizza anche rivelatori attivi, che necessitano di corrente elettrica, per il monitoraggio del gas Radon.

Nel caso in cui le misurazioni di concentrazione di Radon effettuate con i rivelatori passivi segnalino livelli superiori al livello di azione, e che si renda quindi necessario l'intervento di bonifica, il monitoraggio in continuo con lo strumento portatile **AlphaGUARD** è il modo più adeguato a investigare ed individuare i punti sorgente del gas. Esso permette di misurare in continuo la concentrazione di Radon e della relativa progenie in aria, determinando con estrema precisione le variazioni temporali e spaziali della concentrazione di Radon. Le misurazioni possono essere effettuate in condizioni ambientali critiche (di temperatura o umidità).



**AlphaGUARD** è uno strumento portatile compatto per la determinazione in continuo della concentrazione del Radon e della relativa progenie, oltre ai parametri climatici, in ambienti di lavoro o abitativi. La misura viene ripetuta e registra automaticamente in memoria ogni 10 minuti. **AlphaGUARD** può funzionare in maniera autonoma con batterie oppure con alimentazione di rete.

Il rivelatore **AlphaGUARD** è costituito da una camera a ionizzazione ad impulsi associata a spettrometro alfa in grado di riconoscere la forma specifica degli impulsi dovuti al Radon. In questo modo **AlphaGUARD** garantisce la massima efficienza nella misura del Radon, una risposta veloce e precisa alle diverse concentrazioni ed un funzionamento a lungo termine senza la necessità di alcuna manutenzione periodica.

Lo strumento attivo **AlphaGUARD** è indispensabile per mappare con precisione un ambiente per evidenziare gli eventuali punti deboli dai quali diffonde il gas, e quindi pianificare la messa in opera dell'intervento di bonifica maggiormente consona alla situazione, conoscere con precisione l'andamento giornaliero o settimanale della concentrazione di Radon in un dato ambiente di lavoro o abitativo e controllare in tempi rapidi l'efficacia degli interventi di bonifica eventualmente realizzati.

### CARATTERISTICHE

- Modalità di funzionamento a diffusione
- Valutazione continua ed automatica della qualità delle misure e del sistema
- Misure certe anche in condizioni ambientali di elevata umidità
- Sensibilità molto elevata: 1 CPM a 20 Bq/ m<sup>3</sup>
- Fondo proprio molto basso: < 1 Bq/ m<sup>3</sup>
- Intervallo di misura: da 2 a 2.000.000 Bq/ m<sup>3</sup>
- Capacità di memoria: da 21 giorni a 4 mesi
- Autonomia della batteria NiCd ricaricabile: 10 giorni
- Certificato di taratura Saphymo Bertin s.r.l.



## CERTIFICAZIONI DI QUALITÀ

**TECNORAD** è Organismo di Misura di concentrazioni di Radon accreditato all'ARPA Veneto, inserito nell'elenco degli Organismi idoneamente attrezzati per misurazioni di Radon, vedasi alla pagina: <https://goo.gl/4cRjhR>.

Il Sistema di Qualità Aziendale **TECNORAD** è stato certificato rispondente alle norme ISO 9001:2015 "Sistemi di gestione per la Qualità – Fondamenti e terminologia" da IMQ CISQ (certificato n° 9175. TRAD) e IQNet Registration (No. IT-8640).

### Prove Interlaboratorio Internazionali

**TECNORAD** sottopone da molti anni il proprio Laboratorio a test di interconfronto internazionali presso numerosi Enti e Laboratori. Questi test, superati egregiamente, permettono di dimostrare la correttezza delle misurazioni, l'adeguatezza delle procedure di taratura e di gestione della strumentazione ed il rispetto delle tempistiche.

Tra le varie tipologie di interconfronti a cui **TECNORAD** ha partecipato annoveriamo anche interconfronti "in campo", ovvero organizzati in ambienti esterni con lo scopo di riprodurre condizioni ambientali realistiche. A novembre 2018, **TECNORAD** ha preso parte ad un circuito interlaboratorio organizzato dall'Università della Cantabria, con il supporto di Eurados e del Joint Research Center (JRC) europeo. Si è trattato appunto di un interconfronto in campo, svoltosi presso il Laboratorio Nazionale di Radiazioni spagnolo, sito presso una dismessa miniera di uranio gestita dalla compagnia spagnola ENUSA. Le due esposizioni effettuate hanno ottenuto ottimi risultati con valori dell'indice Z-score inferiori a 2, il che garantisce che i risultati forniti da **TECNORAD**, commisurati alla loro incertezza, hanno solamente il 5% di possibilità di non essere rappresentativi del valore vero di concentrazione di gas Radon.

Durante un interconfronto in laboratorio invece, i rivelatori vengono spediti all'Ente di accreditamento dove ogni set (da 40 rivelatori) viene suddiviso in quattro gruppi: uno di essi viene utilizzato come gruppo di transito, gli altri tre vengono esposti in camera Radon a tre diversi livelli di esposizione incogniti per **TECNORAD** e conosciuti solo dall'Ente di riferimento. Al termine delle esposizioni l'Ente restituisce i rivelatori a **TECNORAD** che li processa nei propri Laboratori, comunicando infine i risultati delle misurazioni all'Ente stesso.

Nell'immagine che segue vediamo i risultati ottenuti durante gli ultimi interconfronti ed è perciò possibile notare la costanza dei risultati di qualità nel tempo, quindi l'efficienza dei nostri sistemi.

