

**Università degli Studi di Roma “La Sapienza”
Sede di Latina**



**Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria
dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile**

Anno Accademico 2003/2004

**RIVELATORI DI TRACCE NUCLEARI A STATO SOLIDO
“LR115” PER LA MISURA DELLA CONCENTRAZIONE DI
RADON IN ARIA**

Laureando: Eugenio Terella

Relatore: Prof. Romolo Remetti (Università La Sapienza, Dip. Energetica)

Correlatore: Dr. Giancarlo Torri (APAT, Servizio Controllo Rad. Ambientali)

Indice

Ringraziamenti

Introduzione..... 1

PARTE I

- Capitolo 1 – LA RADIOATTIVITA'

1.1 I decadimenti radioattivi 4

1.2 La radioattività ambientale: naturale e artificiale..... 5

- Capitolo 2 – EFFETTI SANITARI DA ESPOSIZIONI A RADIAZIONI

2.1 Definizioni radioprotezionistiche e unità di misura 7

2.2 Effetti sanitari 10

2.2.1 Effetti deterministici somatici..... 11

2.2.2 Effetti stocastici, somatici e genetici 14

2.3 Alcuni valori di riferimento 18

2.4 La dottrina della radioprotezione 19

- Capitolo 3 – IL RADON

3.1 Origine degli studi sul Radon..... 21

3.2 Organismi scientifici preposti allo studio del Radon 22

3.3 Caratteristiche del Radon 23

3.4 Sorgenti di Radon 26

3.4.1 Il suolo..... 29

3.4.1.1 Il sottosuolo e le rocce radioattive 34

3.4.2 I materiali da costruzione 38

3.4.3 L'aria esterna 40

3.4.4 L'acqua..... 41

3.4.5 Il gas naturale 42

3.5 Modelli matematici per il calcolo della concentrazione di Radon 42

3.6 Il Radon e le implicazioni biologiche – sanitarie..... 43

3.7 I rischi connessi ai prodotti di decadimento del Radon 46

3.8 Distribuzione del Radon indoor sul territorio italiano 48

3.9 La normativa di riferimento	52
3.9.1 Ambienti di lavoro	53
3.9.2 Ambienti residenziali	54
3.9.3 La situazione negli altri paesi	55

- Capitolo 4 – RADON INDOOR

4.1 Valutazione del potenziale rischio di un'area.....	58
4.2 Come entra nelle abitazioni	59
4.3 Interventi.....	60
4.3.1 Prevenzione.....	60
4.3.2 Cosa fare.....	61
4.3.3 Interventi sugli edifici esistenti	62
4.3.4 Raccomandazioni	65
4.4 Problemi sulla salute pubblica: incertezze	67

PARTE II

- Capitolo 5 – TECNICHE DI MISURA: STRUMENTI PER LA RIVELAZIONE DEL RADON

5.1 Interazione delle particelle alfa con la materia	69
5.1.1 Generalità	69
5.1.2 Perdita di energia delle particelle cariche per eccitazione ed ionizzazione.....	71
5.1.3 Particelle alfa	72
5.2 Sistemi di rivelazione passivi a integrazione.....	75
5.2.1 I rivelatori a stato solido di tracce nucleari (SSNTD'S)	76
5.2.1.1 Meccanismo di formazione delle tracce	78
5.2.2 Rivelatori a carbone attivo	79
5.2.3 Elettreti.....	81
5.3 Sistemi di rivelazione in continuo e attivi	82
5.3.1 Alfaguard PQ2000	83
5.3.2 Ab-5	88

- Capitolo 6 – RIVELATORI DI TRACCE NUCLEARI A STATO SOLIDO “LR115” PER LA MISURA DELLA CONCENTRAZIONE DI RADON IN ARIA

6.1 Metodologia per la misura del radon con rivelatori LR115.....	91
6.2 Preparazione alle esposizioni	93
6.2.1 Il dispositivo di campionamento.....	93
6.2.2 Preparazione dei dosimetri.....	94
6.3 Esposizione dei dosimetri	96
6.3.1 Elaborazione dati sulle esposizioni	100
6.4 Trattamento chimico	106
6.5 Determinazione dello spessore residuo dell’LR115	109
6.5.1 Metodo e procedura delle misure colorimetriche	109
6.5.2 Dipendenza della misura dell’assorbanza dall’umidità	111
6.6 Conteggi e analisi delle tracce	112
6.6.1 Spark-replica Counter: funzionamento e procedura.....	112
6.6.2 Sistema di elaborazione delle immagini TASL.....	115
6.6.3 Sistema di analisi di immagine Perception.....	117
6.7 Taratura del sistema	123
6.7.1 Correlazioni tra i parametri analizzati	123
6.7.2 Procedura e determinazione della densità di tracce di fondo	125
6.7.3 Procedura per la correzione dello spessore.....	127
6.7.3.1 Determinazione dei coefficienti di correzione β per l’ABS e l’area..	133
6.7.4 Determinazione del fattore di taratura	135
6.7.4.1 Analisi dei dati sperimentali.....	138

- CONCLUSIONI 140

- BIBLIOGRAFIA

Ringraziamenti

La presente tesi è stata svolta presso l'Apat (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici) al C.S.M. (Centro Sviluppo Materiali) di Castel Romano (RM).

Un ringraziamento al Prof. Ing. Romolo Remetti per aver seguito con particolare riguardo tutto il lavoro di tesi, per il supporto conferito, ma soprattutto per avermi sempre stimolato e motivato.

Si ringrazia per la disponibilità e la collaborazione il Dr. Giancarlo Torri responsabile del servizio controllo radiazioni ambientali dell'Apat, e tutti i tecnici del servizio, che hanno assistito l'attività di tesi (in modo particolare Marco Cavaioli), nonostante gli innumerevoli impegni di lavoro ordinario e giornaliero. Ancora un grazie a Leandro Magro, Valeria Innocenzi, Lina e Antonio Di Lullo, Marco Cavaioli, Patrizia Leone, Maurizio Petruzzi, Massimo Blasi, Piera Innocenzi, Rahma Mustafà, Francesco Salvi, Giuseppe Menna e Aldo De Angelis per avermi considerato parte integrante della loro equipe lavorativa.

Un grazie a Rosaria Ippolito per avermi sempre incoraggiato.

Un grazie a mia madre Antonietta, a Saverio, mia sorella Francesca, mio nonno Eugenio, e Francesco, che mi hanno sostenuto durante tutto il corso di studi.

Un grazie molto particolare ad Alessandra con la quale ho condiviso tutto il percorso universitario, e insieme a questo, le soddisfazioni e le amarezze; grazie per avermi sempre incoraggiato nei momenti più difficili e intensi.

Un pensiero a parte è rivolto a mio padre Francesco: lo ringrazio per avermi dato la forza dall'alto nei momenti di sconforto; sono sicuro che oggi sarebbe fiero di me.

Questa tesi si è rivelata essere non solo un'esperienza lavorativa formativa in un settore altamente operativo come quello dell'Apat, ma si è dimostrata un'opportunità di applicazione delle conoscenze acquisite durante il percorso universitario.