



*APAT*

---

**Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici**

**Misure di concentrazione di attività di radon in aria  
con rivelatori passivi di tracce nucleari**

***A cura di: Ing. Alberto Milocco***

***Tutor: Dott. Giancarlo Torri***

***Servizio Laboratorio Radiazioni Ambientali***

I Sessione di Stage 2005/2006

---

## **ABSTRACT**

### ***MEASUREMENTS OF RADON ACTIVITY CONCENTRATION IN THE AIR BY SOLID STATE NUCLEAR TRACK DETECTORS***

Solid state physics found an important application in the detection of a radiations emitted by  $^{222}\text{Rn}$ . Many researchers provided efforts on this issue to coincide with the studies on the health effects of radon. A technique, spread all around the world, is based on the measurement of nuclear tracks due to a particles interacting in polymeric materials. A radon measurement instrumentation, called TASLIMAGE, is available in the laboratory of ‘ Environmental Radiations’ of the Italian ‘Agency of Environmental Protection and Technical Services’. Its unique feature is the multiple scanning and analysing system for TASTRAK detectors (CR39 plastics). In this work the output data of TASLIMAGE software are worked out by means of EXCEL sheets in order to accomplish the specific needs of the laboratory. They represent a development of the method for measuring radon activity concentration in air. We performed the analysis of the algorithm for computing radon exposure. It was possible to retrieve a relevant information that was interpreted as the ‘number of radon tracks’. Its importance resides on the fact that radon exposure depends linearly on this signal. As a consequence of the numerical analysis on the data sets obtained in the laboratory, the computing routine has been upgraded. After analysing the detectors employed for background contribution to radon exposures, it was decided to update the number of background tracks. From the assessment of measurement accuracy and precision on detectors exposed in NRPB radon chamber, the calibration factor was changed. The results have been applied to the radon survey in the building of the ‘Ministry of the Environment and of Land Protection’. In order to deliver to the customer a full explanation on the calculation of measurement uncertainty, not available in TASLIMAGE system, a procedure was developed for computing the uncertainty of radon concentration activity in air. The work was carried out according to the system of the laboratory quality management.

## **SINTESI**

La fisica dello stato solido ha trovato una importante applicazione nella rivelazione delle radiazioni a emesse dal  $^{222}\text{Rn}$ . Molti ricercatori si sono dedicati all'argomento in concomitanza con gli studi sugli effetti sanitari del radon. Una tecnica, ormai consolidata in tutto il mondo, si basa sulla misura di tracce nucleari generate dalle particelle a che interagiscono su materiali polimerici. Il laboratorio 'Radiazioni Ambientali' dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici dispone di un sistema per la misura del radon, chiamato TASLIMAGE, per l'analisi automatica e seriale dei rivelatori di tracce nucleari TASTRAK (plastiche di CR-39). I dati di uscita del software TASLIMAGE sono stati elaborati tramite fogli di calcolo EXCEL appositamente sviluppati per le specifiche esigenze del laboratorio. Essi costituiscono un'integrazione del metodo di misura della concentrazione di attività di radon in aria. Nel presente lavoro è stata svolta l'analisi dell'algoritmo per il calcolo dell'esposizione al radon. E' stata ricostruita un'informazione rilevante, interpretata come numero di tracce di radon. La sua importanza risiede nel fatto che l'esposizione dipende linearmente da questo segnale. La routine di calcolo è stata modificata alla luce dell'analisi numerica su risultati ottenuti in laboratorio. Dalle letture di una serie di rivelatori adibiti alle misure del contributo del fondo all'esposizione si è deciso di aggiornare il numero di tracce di fondo. Dall'analisi dell'accuratezza e della precisione delle misure di esposizione su rivelatori esposti nella camera radon di NRPB si è eseguito il cambiamento del fattore di taratura. I risultati analitici ottenuti sono stati applicati nell'ambito di una indagine presso la sede del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. La necessità di fornire al cliente esaurienti spiegazioni sul calcolo dell'incertezza delle misure, che non sono messe a disposizione dal sistema TASLIMAGE, ha richiesto lo sviluppo di una procedura organica per il calcolo dell'incertezza della misura di concentrazione di attività di radon in aria. Il lavoro è stato svolto nel rispetto del sistema di gestione della qualità del laboratorio.

## **RINGRAZIAMENTI**

E' doveroso ricordare che il presente lavoro ha raccolto i suggerimenti di tutto il personale del 'Servizio Laboratori Radiazioni Ambientali' in APAT. Anche coloro con cui non ho lavorato fianco a fianco sono stati prodighi di informazioni utili e soprattutto... inutili. Come dimenticare l'ironia di Aldo, Lina e Antonio? Con Maurizio, così loquace nel rispondere alle mie domande, ho smesso di 'rosicare' pensando fosse meglio cominciare a produrre risultati. Mi sono avvalso, senza timori, della competenza di Leandro e di Marco per la fase di impostazione del lavoro. L'esperienza tra le 'mura' del laboratorio è stata la più stimolante. Qui ho incontrato la 'grande chioccia' Patrizia che alleva i nuovi arrivati con spirito materno. Ho visto il capo, Giancarlo, trascorrere volentieri un po' del suo tempo tra gli strumenti e le apparecchiature. Ho apprezzato molto la sua disponibilità nel rispondere a tutte le mie domande, o quasi...Da dicembre ho lavorato assieme ad Anna Maria. Se questa relazione è lunga e completa è in parte merito suo (o forse meriterebbe un capitolo a parte). Un ringraziamento, infine, alla mia famiglia per avermi 'sponsorizzato'.



APAT

---

**Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici**

**Misure di concentrazione di attività di radon in aria  
con rivelatori passivi di tracce nucleari**

***A cura di: Ing. Alberto Milocco***

***Tutor: Dott. Giancarlo Torri***

***Servizio Laboratorio Radiazioni Ambientali***

I Sessione di Stage 2005/2006

---

## SOMMARIO

I)	INTRODUZIONE .....	1
II)	LA METODOLOGIA DI LAVORO .....	2
III)	LA TEMATICA DEL RADON .....	3
	III a) Una ‘misteriosa emanazione’ .....	3
	III b) Gli isotopi del radon.....	9
	III c) Effetti sanitari del radon .....	10
	III d) Gli aspetti normativi.....	11
IV)	LA MISURA DEL RADON .....	16
	IV a) I rivelatori a stato solido di tracce nucleari .....	16
	IV b) Il metodo di misura TASLIMAGE .....	19
V)	IL CONTROLLO DI QUALITA’ .....	29
	V a) L’interconfronto internazionale .....	29
	V b) Il controllo strumentale post-manutenzione .....	33
VI)	IL MONITORAGGIO DEL RADON NEL MINISTERO DELL’AMBIENTE .....	38
	VI a) Un problema di ‘fondo’ .....	38
	VI b) Il calcolo dell’incertezza di misura .....	40
	VI c) I risultati della campagna di monitoraggio .....	43
VII)	CONCLUSIONI.....	53
	BIBLIOGRAFIA.....	54
	APPENDICE .....	55

## I) INTRODUZIONE

Il radon è uno degli argomenti di maggiore attualità nell'ambito dei fattori fisici di rischio ambientale. Il monitoraggio della concentrazione di attività di radon va affrontato a diversi livelli.

- Da un punto di vista strategico, esso implica la gestione di risorse da devolvere ad azioni mirate alla tutela della salute pubblica.
- Da un punto di vista tattico, devono essere stabilite le priorità delle azioni da intraprendere sulla base del rischio associato a diversi agenti ambientali
- Tecnicamente, la questione della fattibilità di campagne di monitoraggio va fondata sulla disponibilità di misure economiche e affidabili.

Nel presente lavoro si focalizza l'attenzione su importanti problemi tecnici delle misure di concentrazione di attività di radon indoor. La tecnica più impiegata nel mondo per tali misure è quella basata sui rivelatori a stato solido di tracce nucleari. In particolare, l'APAT dispone recentemente di un sistema di avanguardia per la misura del radon, chiamato TASLIMAGE. La sua peculiarità consiste nella lettura ottica, automatica e seriale dei rivelatori TASTRAK (plastiche CR-39). Il lavoro è stato svolto all'interno del 'Servizio Laboratori Radiazioni Ambientali' sito in via Castel Romano, 100, presso Roma, che fa capo al 'Dipartimento Nucleare, Rischio Tecnologico e Industriale' dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici.

Le attività svolte nel laboratorio tra novembre 2005 e marzo 2006 trovano una sintetica descrizione nel presente elaborato. Questo, peraltro, sorvola su molti aspetti della 'buona pratica' di laboratorio che fanno parte delle 'abitudini' del personale tecnico. Si focalizza invece l'attenzione sull'analisi numerica delle letture eseguite dal sistema TASLIMAGE. Le prestazioni dello strumento di misura sono valutate in riferimento agli interconfronti internazionali presso 'National Radiological Protection Board'. Il punto di approdo dello studio è l'applicazione del metodo di misura nella campagna di monitoraggio della concentrazione di attività del radon presso la sede del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

## II) LA METODOLOGIA DI LAVORO

La tematica del radon è vasta e la sua letteratura ricca. Ciascun ordine di problemi è affrontato con un approccio che gli è proprio. La misura della concentrazione dell'attività del radon in aria è divenuta una specialità, come testimonia la pluriennale esperienza del personale del servizio competente in APAT.

Il presente lavoro, pertanto, dedica solo il capitolo III ad una panoramica sul radon. Lungi dall'essere generale o esaustiva, essa affronta alcuni aspetti che chiunque si occupi di radon incontra. E' stata svolta una ricerca storica sui primi studi di fisica che riguardarono il radon: vuole essere un contributo alla curiosità.

Nel capitolo IV presenta, senza digressioni, la tecnologia dei rivelatori a stato solido di tracce nucleari. Nella seconda parte del capitolo viene descritto in dettaglio il metodo di misura utilizzato nel seguito del lavoro. A meno di qualche elaborazione, questa trattazione è la procedura operativa archiviata presso il servizio.

Nel capitolo V si affronta la questione dell'interconfronto internazionale presso NRPB e un esempio di controllo delle prestazioni dello strumento di misura dopo alcune operazioni di manutenzione. Questi casi studio sono l'occasione per entrare in 'medias res', ovvero negli aspetti computazionali del metodo di misura. Una chiave di lettura nello svolgimento del lavoro è il continuo sviluppo di fogli di calcolo EXCEL. Essi sono presentati nell'elaborato e quindi riportati integralmente in Appendice.

Il capitolo VI tratta un'effettiva applicazione del metodo di misura: la campagna di monitoraggio della concentrazione di attività del radon negli ambienti del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Un contributo utile deriva dal calcolo dell'incertezza di misura. Per la terminologia si fa riferimento alla guida all'espressione dell'incertezza di misura UNI CEI ENV 13005. Vengono quindi presentati i risultati definitivi dell'indagine radon nel modo più semplice possibile.

Il capitolo VII è dedicato alle conclusioni.

### III) LA TEMATICA DEL RADON

Il radon è un elemento unico essendo un gas, nobile e radioattivo in tutti i suoi isotopi. I gas in generale godono di interesse speciale perché, essendo mobili, possono far giungere il loro segnale a distanze significative entro la terra o nell'atmosfera e perché la loro inalazione può essere un problema per la salute umana. Il fatto che il radon sia nobile impedisce che esso sia immobilizzato in un mezzo permeabile mediante reazioni chimiche. La radioattività del radon è la caratteristica che permette la sua misura. Concentrazioni di attività di radon al di sopra dei valori raccomandati dalle normative rappresentano un pericolo inaccettabile per la salute umana perché possono aumentare in modo eccessivo il rischio di insorgenza di tumori polmonari.

#### III a) Una 'misteriosa emanazione'

Il radon è un gas nobile di numero atomico 86. Presenta tre isotopi radioattivi naturali che decadono a:  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$ ,  $^{219}\text{Rn}$ . La sua importanza nell'ambiente terrestre risiede nel fatto che ciascuno di essi appartiene a una serie di decadimento naturale, rispettivamente dell'uranio, torio e attinio (dai capostipiti  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  e  $^{235}\text{U}$ ).

Alla fine del XIX secolo gli studi sulla fisica delle radiazioni presero le mosse dall'esame degli elementi di peso atomico più elevato allora conosciuti: l'uranio e il torio. Non c'è da stupirsi, quindi, che gli isotopi  $^{222}\text{Rn}$  e  $^{220}\text{Rn}$ , benché non ancora isolati, si 'manifestarono' e contribuirono considerevolmente nella lettura e interpretazione dei primi segni della radioattività.

Tra il 1900 ed il 1902 emersero numerosi nuovi fenomeni grazie all'applicazione del metodo elettrico. L'idea era semplice: una sostanza, attraverso le radiazioni che emetteva, ionizzava l'aria circostante ed una corrente elettrica, proporzionale all'attività della sostanza, veniva misurata tra due piastre sottoposte a una determinata differenza di potenziale.

Nell'ottobre del 1899 R.B. Owens osservò un comportamento singolare dell'attività del torio. Le proprietà radioattive di questo elemento, analizzate attraverso un elettrometro, rivelavano un'estrema variabilità. Bastava infatti una debole corrente d'aria per determinare cospicue variazioni della sua attività.

E. Rutherford, riprendendo gli studi di Owens su questo problema, studiò ulteriormente lo strano comportamento dell'ossido di torio: la lettura di questo fenomeno operata da Rutherford consisteva nel supporre che la sostanza attiva emettesse, oltre alle ordinarie radiazioni, un gran numero di sostanze radioattive. Questa "emanazione" poteva passare attraverso considerevoli spessori di carta

e diffondeva nel gas circostante dando origine a numerosi centri di ionizzazione. Ebbene, oggi possiamo dire che tale “emanazione” era proprio il  $^{220}\text{Rn}$ .

Lo studio delle proprietà dell’emanazione (che sostanzialmente consisteva nell’esame dell’attività dell’aria circostante il campione di torio) portava Rutherford a un fondamentale risultato: l’emanazione aveva un’attività temporanea e decadeva secondo una legge esponenziale interpretata dalla seguente equazione:

$$i(t)=Ie^{-\lambda t}$$

dove  $i(t)$  e  $I$  rappresentavano, rispettivamente, la corrente misurata all’istante  $t$  e a quello iniziale e  $\lambda$  era una costante che valeva  $1/86 \text{ s}^{-1}$ . Grazie all’analisi di un fenomeno direttamente legato al radon, si giunse alla formulazione originale della ben nota legge del decadimento radioattivo. Si noti anche l’accuratezza delle misure effettuate: la vita media del  $^{220}\text{Rn}$  è di 80.2 secondi!

Conseguentemente Rutherford mise a punto un esperimento indirizzato alla conferma definitiva dell’ipotesi che l’emanazione fosse costituita da particelle radioattive emesse dal torio che diventavano, nell’aria circostante centri di ionizzazione.

Dopo aver posto diversi fogli di carta sopra uno strato di ossido di torio (il radon è un gas nobile in grado di diffondere facilmente), Rutherford osservava che l’attività dell’emanazione aumentava gradualmente e raggiungeva, in alcuni minuti, un valore costante. Questo risultato, come osservava Rutherford, era prevedibile. Indicando infatti con  $n$  il numero di ioni prodotti per secondo e con  $q$  il numero di ioni forniti dall’emanazione, si poteva scrivere la seguente equazione:

$$dn/dt=q-\lambda n$$

ed il rapporto  $q/\lambda$  non era altro che il numero massimo di ioni prodotti quando era raggiunta una condizione stazionaria, cioè  $dn/dt=0$ .

così che, riferendola alle correnti misurate (e ricordando che  $i=nq$ ) essa diventava:

$$i(t)=I(1-e^{-\lambda t})$$

Questa equazione era proprio la relazione che meglio si adattava ai dati sperimentali ottenuti e pertanto l’intuizione dello scienziato si dimostrò essere corretta.

Il 1902 segnò l’inizio di una tra le più fruttuose collaborazioni della storia della fisica: quella tra F. Soddy e Rutherford. Il principale interrogativo che formava l’oggetto della prima memoria pubblicata dai due scienziati era il seguente: la capacità di produrre un’emanazione è una proprietà specifica del torio o va attribuita alla presenza di una sostanza estranea, presente in minute quantità e suscettibile di essere separata per via chimica?

In effetti vi era nella questione un anello mancante: l’emanazione non era comparsa nello studio di altri elementi benché il genitore del  $^{222}\text{Rn}$ , ovvero il  $^{226}\text{Ra}$ , fosse stato brillantemente scoperto dai

coniugi Curie in Francia. La prima fase delle ricerche di Marie e Pierre Curie tendeva a una catalogazione degli elementi e dei minerali in relazione alla loro attività. L'idea era semplice: quanto più una sostanza, attraverso le radiazioni che emetteva, rendeva conduttrice l'aria, tanto più essa era attiva. Tre minerali contenenti uranio (la calcolite e due tipi di pechbenda) erano più attivi dello stesso uranio. "Questo è un fatto notevole e conduce a credere che questi minerali possano contenere un elemento molto più attivo dell'uranio" (M. Curie). Fu questo risultato a porsi come il punto di partenza di un programma di ricerca che ebbe il merito di condurre Pierre e Marie Curie a scoprire il polonio e il radio. Una forte similarità tra gli esperimenti dei coniugi Curie e di Rutherford fu stabilita soltanto quando il fisico tedesco E. Dorn segnalò che anche il radio produceva un'emanazione: egli la chiamò "emanazione del radio" e venne così sancita l'analogia fra  $^{220}\text{Rn}$  studiato dagli Inglesi ed il  $^{222}\text{Rn}$  che fuoriusciva dal radio, e ciò prima che il concetto di isotopo fosse introdotto.

Si è soliti attribuire a Dorn la scoperta del radon e datarla nel 1900, mentre Rutherford è citato a tal proposito solo occasionalmente sottolineando, doverosamente, i suoi esperimenti sull'emanazione del torio [2].

Il progetto nell'undicesimo punto del lungo articolo pubblicato nel 1900 da W. Crookes era quello di "preparare un nitrato di uranio di grande purezza". Egli osservava che il sale trattato aveva perso la sua attività. L'autore ipotizzava che le proprietà radioattive dell'uranio dovessero essere attribuite a un nuovo elemento sconosciuto. "Per spirito di chiarezza - precisava Crookes - il nuovo corpo deve avere un nome. Provvisoriamente, fino a quando non sarà chimicamente più noto, lo chiamerò UrX (uranio X)". In analogia con questo caso, Rutherford e Soddy isolarono dall'ossido di torio un composto molto attivo che i due ricercatori battezzarono torio X. In tal modo le ricerche si rivolsero verso il genitore del  $^{220}\text{Rn}$ , il  $^{224}\text{Ra}$ . Dopo aver stabilito che l'emanazione conservava le caratteristiche di un gas inerte, essi osservarono che, nella rimozione del ThX dal torio, quest'ultimo perdeva totalmente la sua capacità di produrre emanazione. Tale capacità veniva invece acquistata dal ThX. Tali risultati consentirono ai due scienziati "un'interpretazione teorica dei processi che danno origine al fenomeno della radioattività naturale", stabilendo una primitiva concezione di ciò che oggi conosciamo come catena di decadimento.

L'individuazione della natura del processo della radioattività trovava la sua più esauriente interpretazione nella 'Transformation theory' pubblicata da Rutherford e Soddy in una serie di articoli comparsi tra il 1902 e il 1903. Alla base della sua definitiva formulazione vi fu la scoperta della natura corpuscolare della radiazione  $\alpha$ . Il merito di tale scoperta va attribuito a un delicato esperimento eseguito da Rutherford nel 1903. Le proposizioni in cui si riassumeva la 'Transformation Theory' erano le seguenti:

- 1) La radioattività è la manifestazione di una proprietà atomica.
- 2) in ogni trasformazione, un atomo di un elemento radioattivo genera un atomo di un nuovo elemento il quale, può, a sua volta, disintegrarsi.
- 3) In ogni trasformazione radioattiva il passaggio da una specie alla successiva avviene attraverso l'emissione di una particella  $\alpha$  o di una particella  $\beta$  (queste ultime erano già conosciute).

Nel 1904 fu affidato a Rutherford il prestigioso compito di tenere la 'Bakerian Lecture' della Royal Society di Londra: la 'Nomenclatura era il titolo del primo punto discusso da Rutherford e trattava dei criteri attraverso i quali erano attribuiti i nomi ai diversi elementi radioattivi (allora chiamati "metabolons"). "E' molto conveniente, nel discutere matematicamente la teoria delle trasformazioni successive, supporre che la materia depositata, chiamata A, muti in B, B in C, C in D e così via. Ho perciò scartato il nome emanazione X e ho usato il termine radio A, radio B e così via, per indicare i prodotti successivi della decomposizione dell'emanazione del radio. Una nomenclatura simile è applicabile al torio e all'attinio" (E. Rutherford).

La 'teoria delle trasformazioni successive' permise di individuare elementi che non potevano essere pesati ma la cui esistenza era testimoniata da un particolare tipo di emissione radioattiva e da una particolare forma delle curve di ionizzazione. Secondo alcuni epistemologi, la teoria, nel suo ambito, ebbe un ruolo paragonabile a quello svolto dal cannocchiale in astronomia.

Tale operazione richiese un'audacia particolare, metteva infatti in discussione una delle acquisizioni più tenacemente difese dalla fisica di fine Ottocento: l'immutabilità degli elementi chimici. La Tabella 1.1) evidenzia le sequenze di sostanze radioattive conosciute fino al 1904, i valori del tempo T di dimezzamento, vale a dire il tempo impiegato affinché l'attività si riduca a metà del suo valore iniziale, i modi di disintegrazione, cioè le radiazioni emesse, e la moderna nomenclatura.

<i>Sostanze radioattive</i>	<i>Tempo di dimezzamento</i>	<i>Radiazioni emesse</i>	<i>Moderna nomenclatura</i>
URANIO	10 <sup>9</sup> anni	$\alpha$	<sup>238</sup> U
uranio X	22 giorni	$\beta, \gamma$	<sup>234</sup> Th
prodotto finale			<sup>206</sup> Pb
TORIO	3*10 <sup>9</sup> anni	$\alpha$	<sup>232</sup> Th
Torio X	4 giorni	$\alpha$	<sup>224</sup> Ra
<b>emanazione del torio</b>	<b>1 minuto</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><sup>220</sup>Rn</b>
Torio A	11 ore	$\beta$	<sup>212</sup> Pb
Torio B	55 minuti	$\alpha, \beta, \gamma$	<sup>212</sup> Bi
Torio C (prodotto finale)			<sup>208</sup> Pb
ATTINIO			<sup>227</sup> Ac
attinio X			<sup>223</sup> Ra
<b>emanazione di attinio</b>	<b>3.7 secondi</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><sup>219</sup>Rn</b>
attinio A	41 minuti		<sup>211</sup> Pb
attinio B	1.5 minuti	$\alpha$	<sup>207</sup> Tl
Attinio C (prodotto finale)			<sup>207</sup> Pb
RADIO	800 anni	$\alpha$	<sup>226</sup> Ra
<b>emanazione di radio</b>	<b>4 giorni</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><sup>222</sup>Rn</b>
radio A	3 minuti	$\alpha$	<sup>218</sup> Po
radio B	21 minuti		<sup>214</sup> Pb
radio C	28 minuti	$\alpha, \beta, \gamma$	<sup>214</sup> Bi
radio D	circa 40 anni	$\beta$	<sup>210</sup> Pb
radio E	circa 1 anno	$\alpha$	<sup>210</sup> Bi

*Tabella 1.1): stato dell'arte in fisica nucleare nel 1904*

Negli anni seguenti le ricerche sulla radioattività si indirizzarono lungo due direttrici: una era basata chiaramente sul progetto di approfondire l'analisi del fenomeno radioattivo in rapporto ai mutamenti da questo indotti nei confronti del concetto di atomo e di elemento chimico, l'altra, invece, costituiva una prospettiva di ricerca all'interno della quale una sostanza radioattiva era semplicemente intesa come una sorgente di radiazioni, da analizzare in riferimento all'interazione tra la materia ordinaria e le radiazioni emesse. Alla confluenza tra le due aree di ricerca si trova

l'introduzione dei nuovi e fondamentali concetti quali 'nucleo' e 'isotopo', avvenuta tra il 1911 e il 1913 approdando alla fisica atomica, meccanica quantistica e fisica nucleare [1].

Nel 1908 W. Ramsay e R. W. Gray isolarono il radon, determinandone peso atomico, densità e righe spettrali; lo chiamarono 'niton', dal latino 'nitens', cioè splendente. Nel 1918 lo scienziato C. Schmidt assegnò al radon il suo nome moderno, che ovviamente deriva dall'elemento radio.

Attualmente la precedente tabella si presenta in questo modo:

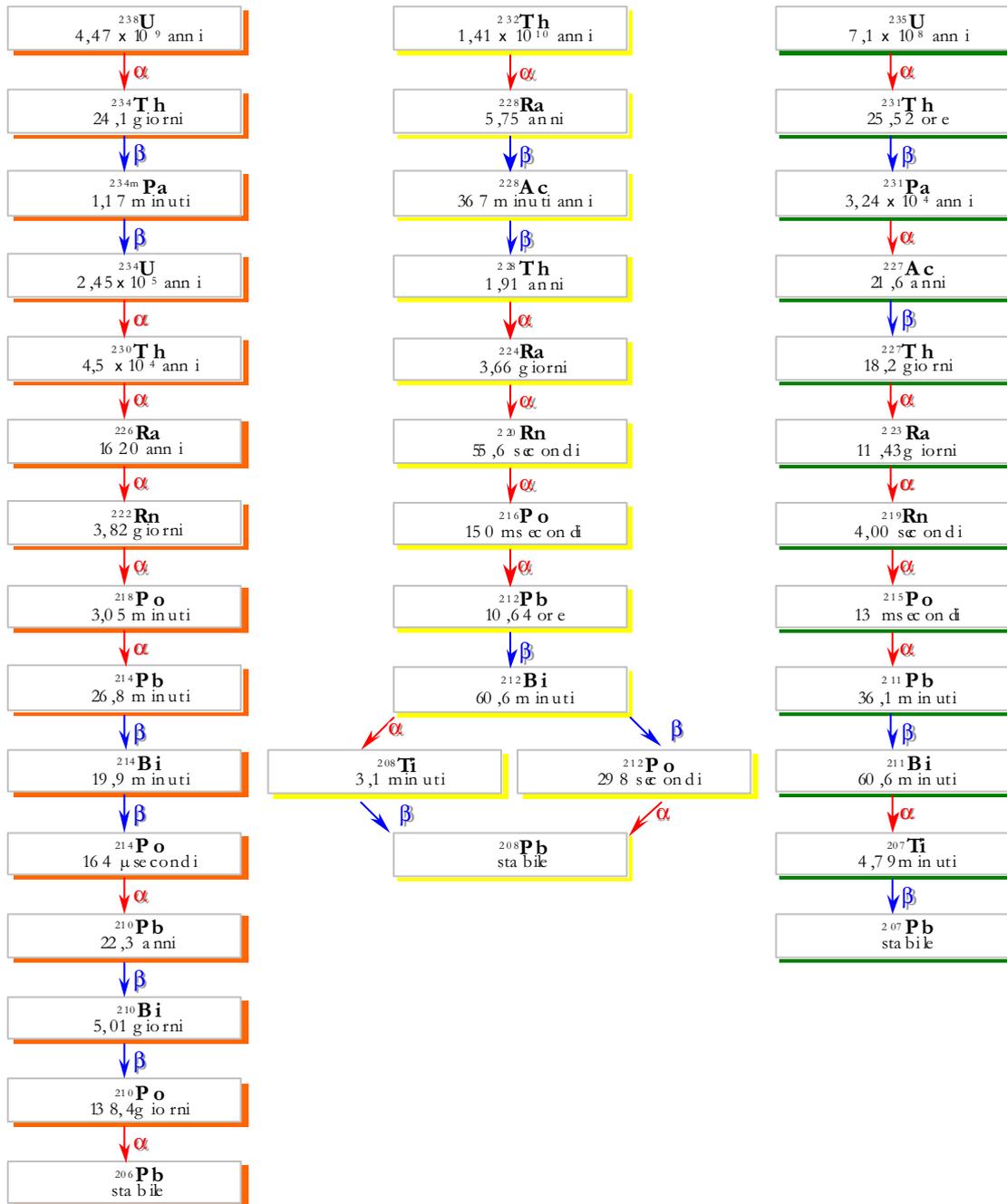


Tabella 1.2) schemi di decadimento delle serie radioattive naturali dell'uranio, torio e attinio

### III b) Gli isotopi del radon

Due dozzine di isotopi del radon possono essere prodotte artificialmente, ma solo  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$  e  $^{219}\text{Rn}$  sono presenti in natura ai giorni nostri. Come si può inferire dai precedenti schemi di decadimento, la produzione di radon è proporzionale al radio presente sulla Terra. Solitamente, poiché i progenitori del radon si trovano in forma solida, il  $^{222}\text{Rn}$  ed il  $^{219}\text{Rn}$  sono generati dove è presente uranio, mentre il  $^{220}\text{Rn}$  dove vi è torio. L'importanza relativa dei tre isotopi del radon cresce con la loro vita media e l'abbondanza dei progenitori. Il  $^{219}\text{Rn}$  è a vita molto breve e, poiché il rapporto  $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$  è 0.00719, esso è presente in piccole quantità rispetto al  $^{222}\text{Rn}$  e viene generalmente trascurato. Confrontando ora la vita media del  $^{220}\text{Rn}$  con quella del  $^{222}\text{Rn}$ , si deduce che il primo si muove lontano dalla sua sorgente di torio molto di meno di quanto possa fare il secondo dalla sua propria. In aria, per una costante di diffusione  $D$  pari a  $0.1 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ , il percorso medio di diffusione,  $\sqrt{D\tau}$ , è 2.2 m per il  $^{222}\text{Rn}$  e 0.029 m per il  $^{220}\text{Rn}$ . Pertanto, ogni qualvolta si misurano segnali relativamente distanti dalle sorgenti contenenti i minerali di interesse, l'importanza del  $^{222}\text{Rn}$  è di gran lunga dominante e il  $^{220}\text{Rn}$  può fornire solamente un piccolo contributo locale. Per la misurazione diretta della concentrazione di attività del radon in aria è fondamentale conoscere il meccanismo di interazione delle particelle  $\alpha$  con la materia. Un parametro fondamentale per la determinazione del percorso medio delle radiazioni in un mezzo è la loro energia. Nella tabella seguente sono riportate le energie di decadimento dei due isotopi  $^{222}\text{Rn}$  e  $^{220}\text{Rn}$  e dei loro figli che decadono  $\alpha$ . Sono inoltre presentati i risultati relativi ai percorsi lineari medi in acqua, i cui valori si applicano con buona approssimazione anche alle plastiche, ed in aria [3].

<i>Radinuclide</i>	<i>Energia <math>\alpha</math> [MeV]</i>	<i>Range in acqua [<math>\mu\text{m}</math>]</i>	<i>Range in aria [cm]</i>
$^{222}\text{Rn}$	5.49	39	4.08
$^{218}\text{Po}$	6.00	44	4.67
$^{214}\text{Po}$	7.69	66	6.91
$^{220}\text{Rn}$	6.29	48	5.01
$^{216}\text{Po}$	6.78	41	5.67
$^{212}\text{Po}$ (64%)	8.78	83	8.53
$^{212}\text{Bi}$ (36%)	6.05	45	4.73

Tabella 1.3) Caratteristiche principali dell'interazione  $\alpha$ -materia a  $6^\circ\text{C}$  al livello del mare

### III c) Effetti sanitari del radon

Dopo che il radon fu ufficialmente classificato come elemento chimico, si fece strada la convinzione che esso fosse la causa di una patologia osservata nei minatori tedeschi, che già nel 1879 veniva indicata da Hesse come tumore polmonare. Alla metà del secolo XX gli studi sulla radioattività e sul radon subirono una fortissima accelerazione conseguente alle conoscenze legate alla fissione e all'estrazione di uranio. In questi anni conobbero un notevole impulso gli studi epidemiologici sui minatori. Negli anni 60 negli Stati Uniti furono condotte campagne di indagine tese a stabilire quali fossero i rischi radiologici legati alla presenza di radon nelle miniere e in ambienti chiusi: domestici o di lavoro. Le prime misure nelle abitazioni furono condotte in Svezia per valutare le esposizioni per i minatori e la popolazione. Grazie a questi studi negli anni 70 fu evidenziata la correlazione tra l'elevata esposizione al radon da parte dei minatori e l'insorgenza di tumori polmonari, avvalorando così l'ipotesi della cancerogenicità del radon. A conferma scientifica del legame causale tra radiazioni e tumori vi sono anche i numerosi studi in vitro e tutta la sperimentazione radiobiologica, da cui si sono dedotte valutazioni quantitative di mortalità oncogena in funzione di dosi medio-alte (maggiori di alcune decine di millisievert).

L'importanza della valutazione delle concentrazioni di  $^{222}\text{Rn}$  e dei prodotti di decadimento da esso generati risulta evidente ricordando che, della dose efficace, ricevuta in media in un anno dalla popolazione mondiale, pari a 2,4 mSv, metà, circa 1,2 mSv, è dovuto al contributo del  $^{222}\text{Rn}$  e dei suoi prodotti di decadimento. Oggi, a diversi decenni di distanza dalle prime indagini epidemiologiche relative ai lavoratori delle miniere di uranio, è stato accertato che l'esposizione a queste sostanze costituisce un serio problema per la salute pubblica, tanto che l'Associazione Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) nel 1988 ha inserito il radon in classe I (che attualmente conta 94 sostanze), ossia, tra gli agenti riconosciuti come cancerogeni: il radon e le sostanze radioattive che produce decadendo, costituiscono la seconda causa di insorgenza di tumore polmonare, dopo il fumo di sigaretta. Dei circa 30000 casi di tumore ai polmoni ogni anno in Italia, si stima che circa il 10% sia attribuibile al radon e ai suoi prodotti di decadimento[11]. In medicina è stato evidenziato che il radon induce un danno nel materiale genetico cellulare a livello di una proteina, la p53, che regola la divisione delle cellule e la riparazione del materiale genetico stesso. L'inattivazione della proteina p53 conseguente al danno indotto dal radon porterebbe alla trasformazione delle cellule normali e ad un'incontrollata proliferazione cellulare, meccanismi che sono alla base del processo neoplastico<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Contributo della Dott.sa Anna Maria Sotgiu

Per la valutazione del rischio da associare al radon i due principali fattori da considerare sono la concentrazione di radon e dei suoi prodotti di decadimento e la durata dell'esposizione alle sostanze radioattive. Da qui l'importanza degli studi inerenti l'accumulo di radon e dei suoi prodotti di decadimento negli ambienti chiusi, dove si trascorre la maggior parte del tempo (circa l'80% tra ambienti domestici e luoghi lavorativi). A parità di esposizione totale vi è l'ipotesi che la situazione di maggiore rischio si presenti per esposizioni a bassi livelli di concentrazione per tempi prolungati, piuttosto che per picchi di concentrazione in tempi ridotti [11].

Si badi bene che, riguardo agli effetti sanitari, il maggior pericolo non è rappresentato tanto dal radon, quanto dai suoi prodotti di decadimento. Il radon, infatti, è un gas nobile la cui vita media di circa 4 giorni è lunga in confronto al tempo di respirazione, poiché la maggior quota di radon inalato è anche esalato e non decade né viene accumulato nei polmoni se non in minima parte. Di converso, i prodotti di decadimento a tempo di dimezzamento breve del  $^{222}\text{Rn}$ , ovvero il  $^{218}\text{Po}$ , il  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  ed il  $^{214}\text{Po}$ , tendono ad attaccarsi ad aerosols che si depositano sulle superfici epiteliali dei polmoni e ivi decadono in tempi brevi. Poiché quello a vita più lunga, il  $^{214}\text{Pb}$ , ha un tempo di dimezzamento di meno di mezz'ora, l'intera sequenza di decadimenti può essere completata prima che il normale processo di pulizia dei polmoni possa spazzarli via. Il risultato è che i bronchi sono passibili di ricevere una dose equivalente che può essere rilevante. Le radiazioni qualitativamente più pericolose sono le particelle  $\alpha$  del  $^{218}\text{Po}$  e del  $^{214}\text{Po}$  [3]. Negli ultimi decenni sono stati sviluppati diversi modelli in grado di descrivere la dipendenza dell'insorgenza di fenomeni di oncogenesi dalle dosi assorbite in seguito alle esposizioni ai prodotti di decadimento del radon. L'assunzione di base che accomuna tutti i modelli è il rapporto di linearità tra il rischio di tumore polmonare e l'esposizione al radon [11].

### **III d) Gli aspetti normativi**

Gli aspetti normativi che possono essere adottati per il problema dell'esposizione al radon hanno come obiettivo la "riduzione del rischio"; tali provvedimenti vanno dall'emanazione di vere e proprie leggi con valori di riferimento e sanzioni, a raccomandazioni con valori suggeriti. L'ipotesi di legiferare in materia di esposizione della popolazione e dei lavoratori al radon, e, più in generale, alle sorgenti di radioattività naturale, ha una storia recente, forse, perché tali sorgenti sono state ritenute in passato fuori da ogni possibile controllo. Dall'impostazione normativa emerge che l'esposizione di un individuo dovuta al radon ha un valore di riferimento di 3 mSv/anno, introducendo un valore non motivato da ragioni scientifiche, ma di convenienza sociale, allo scopo

di evitare di evacuare una fetta di popolazione per superamento dei valori limite di concentrazione indoor di radon. La scelta dei livelli di legge, delle raccomandazioni e del tipo di intervento normativo dipendono in primo luogo dalla stima del rischio associato, ma anche da fattori socio-economici e di sostenibilità dell'azione di prevenzione; vanno valutate, inoltre, la fattibilità e l'efficacia degli interventi di mitigazione e di risanamento. Nel caso del radon, la Commissione Europea per il tipo di normativa proposta distingue tra ambienti di lavoro, per i quali si adottano "leggi", e ambienti residenziali, ai quali si applicano "raccomandazioni". Ciò è motivato dalla considerazione che l'esposizione al radon dei lavoratori non è volontaria e il lavoratore stesso non è responsabile dell'eventuale eccesso di rischio; nel caso delle abitazioni, non esiste un responsabile se non il proprietario e risulta problematico imporre provvedimenti legislativi e sanzioni.

In Italia il 26 maggio 2000 è stato emanato il Decreto Legge n. 241, che integra la Legge 230/95, in attuazione della Direttiva 96/29/EURATOM che, in materia di radioprotezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori, affida agli Stati membri della Comunità Europea il compito di identificare quali attività lavorative siano oggetto della Direttiva stessa e debbano essere sottoposte a controlli, in quali casi vada applicato un sistema di sorveglianza e quando siano opportune azioni di rimedio. In adempimento alla direttiva, il DL 26/05/00 n.241 individua come ambienti di lavoro oggetto di controlli di radon tutti i luoghi sotterranei, tra i quali tunnel, sottovie, catacombe, grotte e terme e prevede che le regioni e province autonome effettuino entro il 31 agosto 2005 una localizzazione delle zone per le quali anche gli ambienti di lavoro in superficie rientrano nel campo di applicazione della legge. In base al decreto meritano particolari attenzioni anche attività che comportano l'uso o lo stoccaggio di materiali o residui normalmente considerati non radioattivi, ma contenenti radionuclidi naturali figli del radon in quantità significativa. Per l'esposizione di radon negli ambienti di lavoro il decreto fissa un livello di azione in termini di concentrazione di attività di radon media in un anno di  $500 \text{ Bq/m}^3$ . Il livello di azione è il valore di concentrazione di attività di radon in aria o di dose efficace, il cui superamento richiede l'adozione di azioni di rimedio che riducano tali grandezze a livelli inferiori a quello fissato. Il livello di azione rientra nelle indicazioni fornite a livello internazionali dai seguenti organi:

- La 'International Commission on Radiation Protection' (ICRP) nella sua pubblicazione 65 fissa un intervallo di valori di concentrazione media annuale di  $500-1500 \text{ Bq/m}^3$  entro cui scegliere un livello di azione; questo intervallo di valori corrisponde, in termini di dose efficace, a un range di  $3-10 \text{ mSv/anno}$ .
- La 'International Atomic Energy Agency' (IAEA) suggerisce un livello di azione corrispondente ad una concentrazione media annuale di radon di  $1000 \text{ Bq/m}^3$ .

- La Commissione Europea nella guida tecnica di complemento della Direttiva 96/29/EURATOM indica un intervallo di valori di concentrazione media annuale di radon di 500-1000 Bq/m<sup>3</sup> entro cui scegliere un livello di azione; questo intervallo di valori corrisponde, in termini di dose efficace, a un range di 3÷6 mSv/anno.

In Italia non esiste una normativa nazionale sul radon negli ambienti domestici; in casi sporadici sono stati introdotti provvedimenti a livello comunale relativamente alla costruzione di nuovi edifici. La Commissione Europea il 21 febbraio 1990 ha emanato una Raccomandazione sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon negli ambienti chiusi, in cui sono fissati dei livelli di riferimento espressi in termini di concentrazione media annuale di gas radon; nella Raccomandazione si esplicita che "a motivo della variazione giornaliera e stagionale dei livelli di radon in ambienti chiusi, le decisioni relative alla protezione contro le radiazioni siano basate sulle misurazioni della media annuale di gas radon e dei suoi prodotti di decadimento". Nella Raccomandazione è introdotta la distinzione, poi abbandonata nella raccomandazione n.65 dell'ICRP ed, in seguito, nuovamente ripresa nelle pubblicazioni dell'IAEA, tra edifici esistenti ed edifici da costruire. Per gli edifici esistenti si fissa un livello di riferimento pari a 400 Bq/m<sup>3</sup>, superato il quale è opportuno intervenire con azioni di rimedio volte a ridurre il livello di radon nella misura in cui il limite di riferimento è stato superato. Per gli edifici da costruire si fissa un livello di progettazione pari a 200 Bq/m<sup>3</sup>: ciò significa che devono essere adottate procedure di edificazione tali da garantire che la concentrazione media annuale di radon sia inferiore a tale valore. L'adozione di un livello di riferimento maggiore per gli edifici esistenti e minore per quelli in costruzione può essere giustificata ricordando che i costi degli interventi preventivi sono molto più contenuti di quelli di risanamento. Tuttavia, il problema relativo alle nuove abitazioni è strettamente legato a quello riguardante le abitazioni esistenti, poiché la concentrazione di radon non può essere determinata con certezza fino a quando l'edificio non sia stato completato e occupato.

Quasi la totalità dei paesi industrializzati è intervenuta a livello legislativo sul problema della presenza di radon nelle abitazioni. Nella tabella successiva è riportata una rassegna dei livelli di riferimento adottati da alcuni paesi (anche altri, come Bielorussia, Repubblica Ceca, Lituania, Polonia, Russia, hanno normative in materia); in generale si tratta di valori raccomandati (quelli imposti per legge sono in neretto). Nella maggior parte dei Paesi per gli edifici esistenti è stato scelto un unico livello, sopra al quale si suggerisce un intervento di risanamento teso a ridurre la concentrazione di radon. In due casi, Svezia e Svizzera, sono fissati due livelli, dei quali il più alto è imposto: se superato, si ha l'obbligo per legge di adottare misure di rimedio.

	<i>Edifici esistenti</i>	<i>Edifici da costruire</i>	<i>Ambienti di lavoro</i>
Australia	200	200	1000
Austria	400	200	400/370 (168 ore) o 1110 (40 ore)
Belgio	400	–	–
Canada	800	800	–
Danimarca	200/400	200	<b>400</b>
Finlandia	400	200	<b>400</b>
Francia	–	–	–
Germania	250/1000	250	–
Grecia	400	200	400
Irlanda	200	200	<b>150 (scuole)-200</b>
Italia	–	–	<b>500</b>
Lussemburgo	150	150	–
Norvegia	200/400	200	200/400
Olanda	–	–	–
Portogallo	–	–	–
Regno Unito	200	<b>200</b>	<b>400</b>
Slovenia	400	200	–
Spagna	–	–	–
Svezia	200/ <b>400</b>	200/ <b>400</b>	<b>400</b>
Svizzera	400/ <b>1000</b>	400/ <b>1000</b>	400/ <b>1000-3000</b>
USA	150	150	<b>150 (scuole)</b>

Tabella 1.4): livelli di riferimento per gli ambienti residenziali (esistenti e in costruzione) e di lavoro espressi in  $Bq/m^3$  per il radon indoor in vari Paesi.

Il Regno Unito, diversamente dalla maggior parte dei Paesi, che prevedono livelli diversi per gli edifici esistenti e in costruzione, ha fissato un unico livello per i due casi, ma per gli edifici da costruire il valore assume carattere imposto. La maggior parte dei valori raccomandati cadono nell'intervallo compreso tra 200-400  $Bq/m^3$ ; questi valori rientrano nell'intervallo della concentrazione media annuale di 200-600  $Bq/m^3$  fissato dall'ICRP per gli ambienti domestici. Questo intervallo di valori espresso in termini di dose efficace corrisponde a 3-10 mSv/anno. Si

noti che questo range di dose efficace corrisponde contemporaneamente a intervalli di concentrazioni di radon pari a:

200 -600 Bq/m<sup>3</sup> per gli ambienti residenziali

500 -1500 Bq/m<sup>3</sup> per gli ambienti di lavoro

Tale differenza è dovuta ai diversi tempi medi di permanenza annuali nei due tipi di ambienti: 5000 ore all'anno negli ambienti residenziali e 2000 ore all'anno negli ambienti lavorativi.

Nel caso del radon, la legislazione italiana per gli ambienti di lavoro ha stabilito un livello di riferimento pari a una concentrazione media annuale di 500 Bq/m<sup>3</sup>, corrispondente a una dose efficace di 3 mSv all'anno. Per le abitazioni la stessa dose efficace è ottenuta ad una concentrazione media annuale di 200 Bq/m<sup>3</sup> [11].

## **IV) LA MISURA DEL RADON**

Sul mercato è disponibile una vasta gamma di differenti sistemi per la rivelazione del radon e dei suoi figli. Il settore, peraltro, offre tuttora spazio alla creatività dei ricercatori. La scelta della tecnica più appropriata dipende dalla particolare informazione richiesta e da valutazioni di costi-benefici. Per esempio, nella valutazione dell'esposizione al radon di una popolazione si rende necessario un gran numero di misure integrate sul lungo periodo, mentre nello studio della dipendenza della concentrazione di radon nel suolo da parametri ambientali e geofisici si richiede il monitoraggio continuo del radon.

Si suole raggruppare i dispositivi di misura del radon in attivi o passivi. Nei primi il campionamento del radon e/o dei suoi figli è forzato mediante l'impiego di pompe. Nei secondi il campionamento si basa sul processo di diffusione senza alcuna fornitura di potenza.

Un'altra importante distinzione viene introdotta sulla base della lettura della misura: risposta in tempo reale o integrale. Nella pratica, le possibili combinazioni delle caratteristiche di cui sopra permettono di classificare qualsiasi rivelatore di radon.

### **IV a) I rivelatori a stato solido di tracce nucleari**

Il tipo di tecnica più affidabile per misure di lunga durata è basata sui rivelatori a stato solido di tracce nucleari (SSNTD's: 'Solid State Nuclear Track Detectors'): si tratta della tecnica più ampiamente utilizzata in tutti i paesi del mondo.

Pochi anni dopo l'osservazione delle tracce dei frammenti di fissione nella mica e in LiF si trovò che i danneggiamenti indotti nella materia da particelle ionizzanti pesanti possono essere trasformati in tracce visibili non solo in solidi inorganici ma anche in quelli organici, fino ai polimeri. Le applicazioni dei rivelatori di tracce nucleari per le misure di radon si devono ai lavori pionieristici di un gruppo (Fleischer, Price e Walker) del 'General Electric Research Laboratory' negli anni '70.

Una schematica rappresentazione dei principali processi coinvolti nella registrazione di particelle a con rivelatori di tracce nucleari è il seguente:

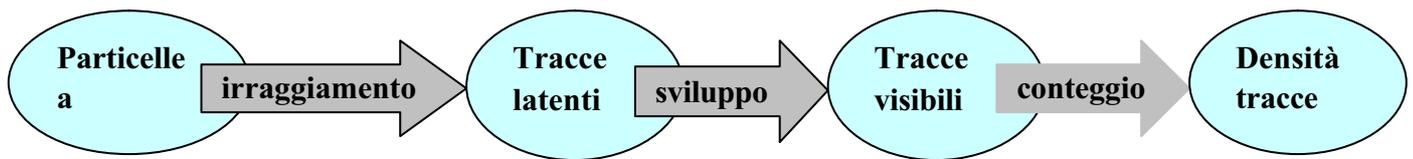


Figura 4.1) rappresentazione dei processi adottati per la misura dell'attività del radon con SSNTD

La formazione di una traccia latente, cioè non visibile, è dovuta a due fenomeni: la creazione di un danneggiamento molecolare e il rilassamento del danneggiamento.

Il fenomeno di creazione del danneggiamento può essere suddiviso in processi elementari [4].

- L'interazione primaria tra la particella  $\alpha$  e gli atomi dei solidi avviene per un tempo molto breve: per particelle  $\alpha$  di 1 MeV esso è nell'ordine di  $10^{-17}$  s.
- Il processo di collisione elettronica a cascata che si diffonde dalla traiettoria della particella  $\alpha$ , lascia dietro a sé una zona di plasma di cariche positive e produce molecole chimicamente attive al di fuori di tale zona; questo processo dura approssimativamente  $10^{-14}$  s.
- La collisione atomica a cascata è il processo successivo dovuto all'esplosione Colombiana del rimanente plasma carico; esso avviene in circa  $10^{-12}$  s.

Il rilassamento del danneggiamento può essere suddiviso in due processi.

- Aggregazione dei difetti atomici entro la zona depolimerizzata (il centro della traccia, di circa 10 nm) in un danneggiamento esteso entro un tempo di  $10^{-10}$  s.
- Rilassamento dei difetti molecolari attraverso reazioni secondarie di specie chimicamente attivate nella zona parzialmente depolimerizzata (da 100 a 1000 nm dal centro della traccia); questo processo avviene in circa 1 s.

Nel raggio delle collisioni atomiche a cascata il peso molecolare è drasticamente ridotto: esso definisce il centro della traccia di circa 10 nm. Attorno ad esso vi è una zona di 100-1000 nm che presenta proprietà chimiche modificate in cui sono avvenute le collisioni elettroniche a cascata. L'entità del danno dipende dal Trasferimento Lineare di Energia (LET) della particella carica lungo la sua traiettoria. Il LET è l'energia ceduta dalla radiazione alla materia per unità di lunghezza, che è massima in corrispondenza del picco di Bragg. La stabilità di una traccia è massima in corrispondenza di questo massimo [4].

Le tracce latenti possono essere osservate solo mediante un microscopio a trasmissione elettronica (TEM). Tuttavia, se il materiale è sottoposto ad opportune procedure chimiche (trattamento con soluzioni basiche o acide a seconda del materiale utilizzato ad alcune decine di gradi), queste tracce si sviluppano fino a diventare visibili ai microscopi ottici o addirittura ad occhio nudo, rendendo possibile la procedura di conteggio. Il reagente chimico utilizzato durante il trattamento attacca maggiormente le molecole che hanno una struttura disordinata, rispetto alla porzione di materia in cui non sono avvenute le interazioni con le particelle  $\alpha$ . Per questo motivo si definiscono due diverse velocità:  $V_b$  e  $V_t$ . La prima è la velocità di attacco attraverso il materiale, la seconda è la velocità di sviluppo lungo le tracce. Nella figura seguente è riportata una rappresentazione schematica del meccanismo di formazione delle tracce ( $t$  è il tempo dell'attacco chimico).

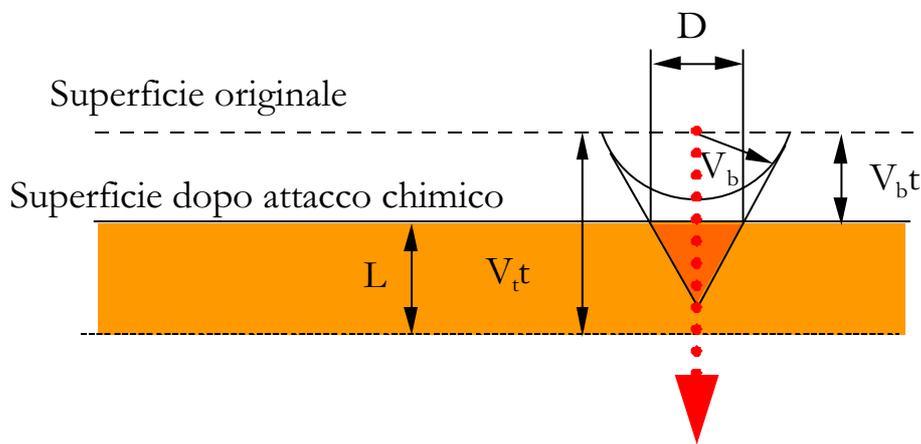


Figura 4.2) Schema del trattamento chimico

Affinché la traccia venga evidenziata in seguito al trattamento chimico, la velocità  $V_t$  deve essere superiore a  $V_b$ . La profondità delle tracce ( $L$ ) è data dalla:

$$L = (V_t - V_b)t \quad (4a.1)$$

e il suo diametro ( $D$ ):

$$D = 2V_b t \frac{(V_t - V_b)^{1/2}}{(V_t + V_b)^{1/2}} \quad (4a.2)$$

Nel caso di tracce troppo inclinate rispetto alla superficie del rivelatore, l'attacco chimico produce il dissolvimento superficiale dell'area invece che lo sviluppo delle tracce. Ciò avviene quando l'angolo di incidenza della particella è inferiore ad un certo angolo limite  $\theta_c$ , caratteristico del materiale in esame e dipendente dal rapporto tra le due velocità di attacco secondo la relazione:

$$\theta_c = \arcsen\left(\frac{V_b}{V_t}\right) \quad (4a.3)$$

La densità delle tracce, espressa come il numero di tracce per unità di superficie, è proporzionale alla concentrazione radon presente nell'ambiente e al tempo d'esposizione.

Esistono in commercio diversi materiali che possono essere impiegati per questo tipo di misure, tra i quali:

- LR115 e CN85 (nitrato di cellulosa) prodotti dalla Dosirad (Francia)
- CR39 (carbonato poliallidiglico) prodotto dalla Page Mouldings Pershore (U.K.), dalla American Acrylics and Plastic (U.S.A.) e dalla TASL (U.K.).
- Macrofol (policarbonato) prodotto dalla Bayer AG (Germania).

Questi materiali, se impiegati per indagini sulla concentrazione di radon, sono inseriti in opportuni contenitori, chiamati "dispositivi di campionamento", che esistono in varie forme e dimensioni [11].

#### **IV b) Il metodo di misura TASLIMAGE**

TASLIMAGE è un sistema per la dosimetria del radon o dei neutroni. Esso è stato prodotto da Track Analysis Systems Ltd (TASL), che ha sede a Bristol, Regno Unito.

Nel suo insieme TASLIMAGE rappresenta una tecnica per l'attacco chimico, la scannerizzazione e l'analisi dei rivelatori a stato solido di tracce nucleari TASTRAK (plastica di CR39 prodotta da TASL). La caratteristica unica del sistema è la lettura automatizzata basata sul microscopio e il software TASLIMAGE.



*Figura 4.3): il sistema TASLIMAGE disponibile presso il laboratorio di “Rivelatori di tracce nucleari e dosimetria occupazionale” in APAT*

#### *Il dispositivo di campionamento*

Il principio del metodo di misurazione si basa sull'esposizione di un materiale sensibile alle radiazioni emesse dal radon e dai suoi prodotti di decadimento. Il materiale utilizzato è il poliallidiglicol carbonato noto commercialmente con la denominazione CR-39. Il rivelatore prodotto dalla TASL, il TASTRAK, consiste in una lastrina 25x25 mm di circa 1 mm di spessore. L'esposizione del materiale sensibile avviene all'interno di un dispositivo di campionamento che consente l'ingresso del solo radon e non dei suoi prodotti di decadimento. Diverse geometrie e materiali possono essere utilizzati per tale dispositivo e di seguito sono riportate le foto del dispositivo tipo utilizzato presso il servizio APAT. Il rivelatore è montato in un telaio di dimensioni opportune.



Figura 4.4): Il dispositivo di campionamento per TASTRAK

I rivelatori sono conservati dentro una busta a bassa permeabilità al radon ad una temperatura inferiore a  $-15^{\circ}\text{C}$  e portati a temperatura ambiente 30 minuti prima dell'utilizzo. In alternativa i rivelatori possono essere conservati in atmosfera di azoto o d'aria priva di radon ( $< 10 \text{ Bq/m}^3$ , 'aria vecchia'). Per rimuovere la polvere ed i residui della lavorazione di taglio e dell'incisione del codice si estraggono i rivelatori dalla busta e si sciacquano in acqua distillata. Appena prima di montare il rivelatore nel telaio, è necessario pulirlo con una soluzione antistatica (del tipo utilizzato in elettronica). La soluzione deve essere spruzzata su un panno morbido che non lascia residui, con il quale pulire entrambi i lati del rivelatore. Le lastrine vanno inserite nella base del telaio con il lato inciso verso l'alto. Questo è il lato che viene esposto alle radiazioni e che è letto durante la scansione. Per evitare rotture durante il montaggio, è opportuno chiudere il telaio in posizione orizzontale, facendo attenzione a non fare uscire la lastrina dall'alloggiamento presente nella base del telaio stesso, esercitando una lieve pressione fino a sentire uno scatto, indice della chiusura; a tale scopo si utilizza un'apposita pressa manuale. Il dosimetro è etichettato riportando all'esterno il codice presente sul rivelatore TASTRAK. Prima dell'esposizione il dosimetro è sigillato, tramite saldatura a caldo, in una busta di materiale a bassa permeabilità al radon, ad esempio accoppiando polietilene – alluminio o poliestere - polietilene, fino al momento della sua utilizzazione. Per iniziare la misurazione occorre aprire la busta a bassa permeabilità di radon. Il dosimetro non va esposto a fonti di calore o di luce diretta. Nel caso di ambienti chiusi, a meno di specifiche indicazioni di cui si deve tener conto nella interpretazione dei risultati, devono essere evitati ambienti tipo bagni o cucine. Sono annotate le date di inizio e termine dell'esposizione. Ove possibile, al termine dell'esposizione, si raccomanda di sigillare a caldo i dosimetri in busta di materiale con bassa permeabilità al radon fino al momento del recapito presso il laboratorio. Appena il dosimetro perviene al laboratorio, si estrae dalla busta, si verifica che non sia stato manomesso e che non presenti segni di forzatura tra la base e il corpo del telaio.

Per aprire il dosimetro dopo l'esposizione, si usa un apposito estrattore. Si estrae il rivelatore e, se non è trattato immediatamente, si conserva in busta sigillata a bassa permeabilità al radon a una temperatura inferiore a  $-15^{\circ}\text{C}$ ; in alternativa i rivelatori possono essere conservati in atmosfera di azoto o d'aria priva di radon ( $<10 \text{ Bq/m}^3$ ).

I rivelatori sono posizionati nell'apposito supporto di acciaio inox con un preciso orientamento; mantenendo la freccia incisa sul supporto verso l'operatore. I rivelatori si posizionano con la parte scritta del rivelatore (il codice numerico) verso l'alto e il codice meccanografico (codice TASL) rivolto verso sinistra. I supporti sono montati nell'apposito rack che contiene fino a 6 griglie.



*Figura 4.5: la rastrelliera contenente 6 griglie, ciascuna delle quali può supportare  $7*7 = 49$  lastrine*

#### *Il trattamento chimico*

Di seguito è riportato un tipico trattamento chimico.

L'attacco chimico viene eseguito in un bagno termostatico a  $98^{\circ}\text{C}$  in una soluzione di idrossido di sodio (NaOH) in acqua distillata al 25% peso/volume (6.25M) per un periodo di 60 minuti. Prima dell'introduzione dei rivelatori si controlla la temperatura della soluzione con un termometro a mercurio e la densità della soluzione con un densimetro. A  $98^{\circ}\text{C}$  la densità della soluzione di NaOH al 25% è  $1.181 \text{ g/cm}^3$ . Se il valore è superiore a causa di evaporazione dell'acqua, è necessario aggiungere acqua distillata. Il rack con i supporti e i rivelatori è introdotto nella soluzione di idrossido di sodio. La vasca del bagno termostatico rimane chiusa per tutto il tempo dell'attacco

chimico. Al termine si estrae il rack con i rivelatori dalla soluzione con l'aiuto degli opportuni attrezzi e si passa alla fase di risciacquo. Si immerge per circa 45 secondi il rack in acqua distillata agitando per rimuovere i residui di NaOH. Si immerge il rack in un bagno definito di arresto costituito da una soluzione di acido acetico ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) al 2% e si lascia immerso per circa 30 minuti agitando frequentemente. Per il risciacquo finale si immerge il rack in acqua distillata per circa 10 minuti, agitando frequentemente. Al termine del risciacquo si estrae il rack, si smontano i supporti e si inseriscono nell'apposito essiccatore fino a completo asciugamento del rivelatore. Prima della lettura con l'analizzatore di immagine i rivelatori sono sottoposti a un controllo di eventuali residui rimasti sulla superficie (calcare, polvere ecc.). In tal caso vanno puliti con un panno o carta che non lasci residui. Il supporto d'acciaio che contiene i rivelatori, è fissato sul piatto del microscopio con la freccia incisa in direzione dell'operatore.

### *Il software TASLIMAGE*

La lettura dei rivelatori è effettuata per mezzo dell'analizzatore automatico di immagini TASL. Sono di seguito descritte le istruzioni essenziali che mette a disposizione il software.

- Si imposta il numero di plastiche da leggere con i comandi SETTING – SCANNING. Si imposta il numero delle plastiche da leggere in direzione X, ossia da sinistra a destra (X number of plastics). Si imposta il numero di plastiche in direzione Y, ossia dal fronte al retro dell'apparecchio (Y number of plastics). Si salvano le modifiche con il comando SAVE AND APPLY. Si chiude la finestra SETTING.
- Si posiziona la prima plastica da leggere utilizzando i tasti freccia sulla tastiera del PC, in modo da visualizzare un'immagine all'interno del rettangolo di scansione.
- Si mette a fuoco prima manualmente quindi con il comando AUTOFOCUS. Si verifica la corretta illuminazione tramite IMAGE CONTROL/GREY LEVEL HISTOGRAM. Il valore di picco deve essere compreso tra 180 e 200.
- Si inizia la scansione utilizzando il comando MULTI SCAN. Dopo la scansione appare una finestra che mostra i codici dei rivelatori letti e la loro posizione. Eventuali anomalie nella lettura dei codici sono segnalate da opportuni colori. In caso di errore della lettura del codice della lastrina o nel caso si voglia immettere un altro codice basta cliccare sul codice e modificarlo. Il formato deve sempre essere IMGXXXXXXXXX.TRK. Si clicca su FINISH per chiudere la finestra con i codici della scansione; i dati sono salvati automaticamente. Tutte le informazioni relative ad una lettura sono salvate nel file \*.TRK. Se una plastica viene riletta i dati vengono soprascritti ma viene creata automaticamente una copia di backup (\*.BAK) della precedente lettura.

- Per vedere la tabella dei risultati si usa il comando SETUP AS DOSEREADER. Appare la tabella dei dati. Il file con i dati può essere aperto con NOTEPAD o con EXCEL. I dati possono essere filtrati, stampati o esportati.

### Il foglio EXCEL

In generale si preferisce riportare i risultati su un foglio di calcolo EXCEL. Nella sua forma base e con riferimento a un solo rivelatore, esso si presenta con le colonne riportate di seguito.

CODICE TASTRAK	FILE DATE	START DATE	FINISH DATE	DAYS	TOTAL	ESPOSIZIONE TASL [KBq m-3 h]		
2834	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131	297	104	±	16

CONCENTRAZIONE TASL [Bq m-3]			ESPOSIZIONE ANNUA TASL [Bq m-3 anno]			N1	N2	EXTRA 1	EXTRA 2	EXTRA 3	AREA
33	±	5	0	±	0	27	280	16	26	435	141

In cui:

- CODICE TASTRAK: numero del dispositivo letto;
- FILE DATE: data di creazione del file;
- START DATE FINISH DATE: data di inizio e fine esposizione;
- DAYS: numero di giorni di esposizione ( $D$ );
- TOTAL: numero di tracce accettate per  $\text{cm}^2$  ( $T$ );
- ESPOSIZIONE TASL [KBq m-3 h]: valore dell'esposizione ( $E$ ) con incertezza tipo composta  $u_c(E)$  forniti dal sistema TASLIMAGE;
- CONCENTRAZIONE TASL [Bq m-3] concentrazione di attività di radon ( $C_{RN}$ ) con incertezza tipo composta  $u_c(C_{RN})$  forniti dal sistema TASLIMAGE;
- ESPOSIZIONE ANNUA TASL [Bq m-3 anno]: valore dell'esposizione annuale con incertezza tipo, impiegato nel Regno Unito;
- N1: numero di tracce attribuibili al  $^{214}\text{Po}$ ;
- N2: numero totale di tracce accettate dopo tutte le selezioni, prima delle correzioni per densità ed eventuale non uniformità della distribuzione di tracce;
- EXTRA1: tracce rifiutate nella banda sotto  $^{214}\text{Po}$  poiché troppo piccole in confronto al rumore;
- EXTRA 2: tracce rifiutate secondo i parametri di simmetria, convessità, nitidezza e a-test;
- EXTRA 3: numero totale di oggetti dopo la selezione per livello di grigio e prima delle altre selezioni;

- AREA: area delle tracce.

### L'algoritmo di calcolo

Il valore dell'esposizione è calcolato dal software TASLIMAGE mediante il seguente algoritmo:

$$E [KBq m^{-3} h] = (TC_P - T_F) F_T \quad (4b.1)$$

dove

$T$ : numero di tracce accettate per  $cm^2$ ;

$T_F$ : numero delle tracce di fondo;

$F_T$ : fattore di taratura;

$C_P$ : correzione per il  $^{214}Po$ .

Per il calcolo della correzione per  $^{214}Po$  si valuta il rapporto  $N1/N2$ ;

➤ Se  $N1/N2 < 0.11$  allora  $C_P = (1 - 2.429 * 0.11)$  (4b.2')

➤ Se  $N1/N2 > 0.11$  allora  $C_P = (1 - 2.429 * N1/N2)$  (4b.2'')

➤ Se  $N1/N2 > 0.2$  et  $N2 < 1000$  allora  $C_P = (1 - 2.429 * 0.2)$  (4b.2''')

Inserendo le date di inizio e fine esposizione viene calcolata automaticamente la concentrazione in  $Bq m^{-3}$  ( $C_{RN}$ ). Essa è data dal valore dell'esposizione diviso per il numero di ore di esposizione.

Ponendo

$$t = 24D$$

$$T_R = TC_P$$

si ottiene:

$$C_{RN} [Bq m^{-3}] = \frac{(T_R - T_F) F_T}{t} \quad (4b.3)$$

I parametri di calcolo impiegati dal software sono memorizzati nel file RECORDSETTINGS.TXT.

Tra di essi si sottolinea:

- il valore di tracce di fondo ( $T_F$ ), o background,, posto pari a 20 [tracce  $cm^{-2}$ ] dalla casa produttrice inglese
- il fattore di taratura ( $F_T$ ), chiamato calibration, cui è assegnato il valore di 0.5274 [ $KBqm^{-3}h/Tracce cm^{-2}$ ]. Nel manuale dello strumento si invitano gli utenti ad essere cauti e responsabili nell'eventuale cambiamento di questo fattore.

Viene di seguito riportato un esempio dell'input file del software TASLIMAGE:

KBq_m3_h			
Bq_m3			
Bq_m3_Ann			
N1			
N2			
0000000.			
1	0.5274	-2.429	calibration, band calibration
2	20	3	background, quality multiple
3	0.35	0.425	symmetry, convexity
4	0.9	0.6	sharpness, atest
5	2000	0.11	Topid, 214 changeover (N1/N2)
6	6	0.50	Mi upper cut, DENS SELECTION [<=0 =IGNORE ,>0 GREY LEVEL CUT WRT MAX]
7	10	20	Mi lower cut, BOX TARGET FOR HOT SPOT OPTION [0=IGNORE, >0 VALUE SETS BOX_TGT]
8	-0.35	35	grad[1], intc[1]
9	-2.91	35	grad[2], intc[2]
10	2000	40	grad[3], intc[3]
11	0.001	-9.48	grad[4], intc[4]
12	1	0.06	apply band correction [0=none, 1=radon 2=neutron], Error A ratio
13	1.1	0.8264	Rbgrowth, Rbshrink
14	100000	30	upper,lower threshold density for non uniformity filter
15	0.5	0.99	fomr1,fomr2
16	0.05	0.25	fraction to define edge, band
17	0.95	0.25	fraction of upper band to start mi search, DrFactor
18	0.8	-0.1	mi/xm to select tracks for band position search, BandSlopeLimit
19	1.15	0.33333	Band expansion factor at each step, lower band mi/mi top edge
20	6	8.5	MiLow1, MiLow2 (neutron only)
21	13	15	MiHigh, XmHigh (neutron only)
22	15	25	MiRef1,MiRef2 (neutron only)
23	130	230	GreyLow1, GreyLow2 (neutron only)
24	200	100	GreyHigh, GreyLow3 (neutron only)

Figura 4.6) parametri di ingresso del software TASLIMAGE

### Il fattore di taratura

Il fattore di taratura è determinato esponendo uno o più gruppi di rivelatori ad esposizioni note, certificate e riferibili a campioni primari. In genere le esposizioni sono comprese tra 200 e 2000 KBq·h·m<sup>-3</sup>.

Il fattore di taratura è dato da:

$$F_T = \frac{n \cdot E}{\sum_{i=1}^n (T_{Ri} - T_{Ti})} \quad (4b.4)$$

in cui

n: il numero dei rivelatori;

E: il valore dell'esposizione;

$T_{Ri}$  : la densità di tracce totali, epurate dal contributo del  $^{214}\text{Po}$ , nel rivelatore  $i$ -esimo, cioè  $T_{Ri}=TC_p$ ;

$T_{Ti}$  : la densità di tracce di transito del rivelatore  $i$ -esimo, ovvero ricevute dal rivelatore durante gli spostamenti da un luogo all'altro, che rappresentano un contributo da sottrarre all'esposizione che si vuole misurare;

In caso siano utilizzate più esposizioni, il fattore di taratura si ottiene dalla media aritmetica dei relativi valori [7].

### *L'incertezza della misura*

In termini generali, gli effetti delle variabili casuali sulle misure eseguite dal sistema TASLIMAGE costituiscono l'incertezza delle misure fornite in uscita. L'incertezza è espressa globalmente in termini di varianza totale,  $s^2$ , costruita a partire dai contributi  $s_1, s_2, s_3$ , come segue:

$$s^2 = s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 \quad (4b.5)$$

in cui  $s_1$  si riferisce alla ripetibilità delle letture,  $s_2$  all'errore casuale di conteggio e  $s_3$  alla riproducibilità inter-rivelatore. Ad essi si somma quadraticamente anche il contributo dell'incertezza associata al fondo [6]. Nel calcolo dell'incertezza delle misure, TASLIMAGE utilizza dati disponibili nel laboratorio della TASL di Bristol. Poiché tali prove non sono direttamente accessibili agli utenti del sistema, il laboratorio APAT non è in grado di verificare la correttezza della dichiarazione di incertezza fornita dal software. Di conseguenza deve essere implementata una procedura per il calcolo dell'incertezza. Un committente può così ottenere le dovute spiegazioni sui dati forniti dal servizio di misura del radon.

Secondo quanto raccomandato dalla guida UNI CEI ENV 13005, l'incertezza finale sul risultato della misurazione della concentrazione di attività di radon in aria,  $C_{RN}$ , deve essere calcolato come incertezza tipo composta,  $u_c(C_{RN})$ . L'espressione che si usa per tale calcolo è la 'legge di propagazione dell'incertezza', nell'ipotesi in cui le grandezze in ingresso non siano tra loro correlate. Ricordando la relazione funzionale (4b.3), si scrive:

$$\begin{aligned} (u_c(C_{RN}))^2 &= \sum_{i=1}^N (u_i(C_{RN}))^2 = \sum_{i=1}^N \left( \frac{\partial(C_{RN})}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2 = \sum_{i=1}^N (c_i u(x_i))^2 \\ &= (c(F_T)u(F_T))^2 + (c(T_R)u(T_R))^2 + (c(T_F)u(T_F))^2 + (c(t)u(t))^2 \end{aligned} \quad (4b.6)$$

dove

-  $u_i(C_{RN})$  è il contributo all'incertezza tipo composta,  $u_c(C_{RN})$ , derivante dall'incertezza tipo  $u(x_i)$  associata alla stima della variabile di ingresso  $x_i$ ;

-  $c_i$  è il coefficiente di sensibilità associato alla stima della grandezza di ingresso  $x_i$  così come ottenuto dalla legge di propagazione.

Le incertezze tipo  $u(x_i)$  devono essere calcolate seguendo le procedure indicate dalla guida UNI CEI ENV 13005. Il valore dell'incertezza esteso, "U", nell'ipotesi di una distribuzione di probabilità normale individua un intervallo avente un livello di fiducia stimato di circa il 95% e può essere ottenuto moltiplicando l'incertezza tipo composta,  $u_c(C_{RN})$ , per un fattore di copertura  $k = 2$ .

La seguente tabella illustra i termini da considerare:

Grandezza $X_i$	Incetezza tipo $u(x_i)$	Coefficiente di sensibilità $c_i$ $\frac{\partial C_{RN}}{\partial X_i}$	Contributo d'incertezza $u_i(C_{RN})$
$F_T$	dal certificato di taratura	$C(F_T) = c_1 = \frac{T_R - T_F}{t}$	$c_1 u(F_T)$
$T_R$	è funzione di D; è ottenuto da serie di esposizioni di gruppi di dosimetri a esposizioni diverse; una buona approssimazione si ha da: $\sqrt{D_r}$	$C(T_R) = c_2 = \frac{F_T}{t}$	$c_2 u(T_R)$
$T_F$	ottenuto sperimentalmente da un gruppo rivelatori non esposti	$C(T_F) = c_3 = \frac{F_T}{t}$	$c_3 u(T_F)$
t	l'incertezza tipo sul tempo di misura è irrilevante e il coefficiente viene assunto pari a zero	$c(t) = c_4 = -\frac{(T_R - T_F)F_T}{t^2}$	$c_4 u(t)$
Incetezza tipo composta $u_c(C_{RN})$ (somma quadratica)			$\sqrt{\sum_{i=1}^N (c_i u(x_i))^2}$
Incetezza espansa U(k = 2) (livello di fiducia stimato circa il 95%)			2 $u_c(C_{RN})$

Tabella 4.1): prospetto per il calcolo dell'incetezza

#### La documentazione

Al termine di ogni misurazione o di ogni serie di misure è compilato un "Rapporto di prova".

La documentazione relativa alla taratura, al controllo di qualità, alla manutenzione e ai rapporti di prova è archiviata presso il Servizio. Per misure di rivelatori diversi effettuate per una stessa commessa è possibile utilizzare un rapporto di prova multiplo. La documentazione tecnica relativa a

ciascuna misura è conservata in una apposita cartella, sita nel laboratorio, identificata da un codice da riportare nel Rapporto di prova alla voce " Riferimenti Tecnici (riservati al Servizio)" [7].

## V) IL CONTROLLO DI QUALITA'

Il principio di operazione dei rivelatori passivi di radon è semplice ma, confrontando risultati di diversi laboratori a livello internazionale, si è constatato che anche quelli con ragguardevole esperienza possono commettere errori. La qualità delle misure, avente la prerogativa di mantenere prestazioni soddisfacenti, è valutata in due differenti aree: l'assicurazione esterna di qualità, cioè gli interconfronti, e il controllo di qualità all'interno del laboratorio [3].

### V a) L'interconfronto internazionale

Gli interconfronti sono essenziali per garantire che le misure eseguite in un laboratorio soddisfino i requisiti di accuratezza e precisione. Nel seguito si considera sempre il metodo di misura della concentrazione di attività di radon descritto nel paragrafo precedente.

L'accuratezza è probabilmente l'indice principale della bontà di un risultato. Essa è valutabile quando il valore di riferimento, vero o accettato, è conosciuto. L'accuratezza, chiamata propriamente bias (?), è espressa in termini percentuali come differenza tra valore di esposizione di riferimento ( $E_v$ ) e valore misurato ( $E_m$ ), rispetto al valore di riferimento, cioè:

$$? = \frac{E_v - E_m}{E_v} \quad (5a.1)$$

Quando si eseguono misure a differenti livelli di esposizione, bisogna calcolare il bias per ciascuno di essi e quindi ricavare la media aritmetica dei ? di ciascuna esposizione.

La precisione è l'indice della riproducibilità di misure replicate. Anche essa è espressa in percentuale e viene chiamata coefficiente di variazione ( $C_v$ ). In termini matematici esso è la deviazione standard relativa alla media di una serie di n esposizioni:

$$C_v = \frac{\sqrt{\frac{n \sum E^2 - (\sum E)^2}{n(n-1)}}}{\frac{\sum E}{n}} \quad (5a.2)$$

Se diversi gruppi di rivelatori sono esposti a differenti livelli di esposizione, prima si calcola la deviazione standard relativa per ciascun gruppo e quindi il valore medio dei coefficienti di variazione.

La scelta di una particolare tecnica deve considerare la possibilità di controllare e correggere tutte le possibili fonti di errore. La differenza dal valore di riferimento può essere corretta, in linea di principio, con un nuovo fattore di taratura. I risultati degli interconfronti possono essere impiegati per calcolare fattori di taratura riferibili a campioni primari. L'identificazione di problemi relativi a una deviazione standard elevata di un gruppo di rivelatori esposti simultaneamente può essere più complicato. Vi possono infatti essere cause legate a risultati individuali (gli aberranti) oppure problemi nel riconoscimento automatico delle tracce.

L'istituto inglese 'National Radiological Protection Board' (NRPB) organizza ogni anno interconfronti internazionali di rivelatori passivi di radon. Esso gestisce una camera radon di 43 m<sup>3</sup> in cui il radon è continuamente rilasciato mediante una sorgente di radio 226. La concentrazione di radon può essere mantenuta costante tra 200 Bq m<sup>-3</sup> e 8000 Bq m<sup>-3</sup> (solitamente circa 2000 Bq m<sup>-3</sup>) ed è continuamente monitorata da una camera a ionizzazione ATMOS 12, calibrata ogni 6 mesi presso 'National Physical Laboratory', e, per ridondanza, da una camera a ionizzazione LPHAGUARD.

In ogni interconfronto i laboratori partecipanti sono invitati a sottoporre serie di 4 gruppi di 10 rivelatori. Un gruppo è impiegato per determinare le esposizioni di transito, gli altri tre sono esposti nella camera radon. Le tre esposizioni sono alquanto differenti per effettuare un controllo sulla linearità del dispositivo. Una diversa strategia consisterebbe nell'avere due esposizioni prossime per una valutazione mirata anche alla precisione delle misure. I rivelatori esposti sono restituiti ai laboratori a cui viene chiesto di riferire i risultati delle analisi di ciascun rivelatore. Il valore medio dell'esposizione di transito viene sottratto dalle misure di tutti gli altri rivelatori della serie prima di calcolare le medie ed i coefficienti di variazione delle esposizioni di ciascun gruppo di rivelatori esposto in camera radon. I laboratori non sono informati sui valori dell'esposizione in camera radon e sull'appartenenza dei rivelatori ai gruppi fino a che tutti i risultati sono pervenuti in NRPB. Successivamente il laboratorio inglese esegue le analisi sui risultati e comunica il responso: se il bias ed il coefficiente di variazione medi di una serie sono inferiori al 10%, allora il metodo di misura impiegato dal laboratorio partecipante è posto in classe A, invece se rimangono al di sotto del 15% allora si subentra in classe B, fino a classe E con valori che si discostano di più del 25% [10].

I rivelatori 'chiusi', aventi cioè un dispositivo di campionamento attraverso cui non passano i prodotti di decadimento del radon presenti nell'atmosfera, registrano solo le particelle emesse dal radon e dai prodotti di decadimento generati all'interno del dispositivo. Questo tipo di rivelatori, pertanto, fornisce un risultato che è direttamente legato al valore della concentrazione media di gas radon durante il periodo di esposizione. Dall'analisi della formula per il calcolo dell'esposizione

(4b.1) si può anzi osservare che vi è una dipendenza lineare tra l'esposizione e il numero di tracce totali corrette per il contributo del  $^{214}\text{Po}$ ,  $T_R = TC_P$ . Il polonio tende ad attaccarsi alle pareti interne del dispositivo di campionamento e quindi emette con maggiore probabilità le particelle a in modo non isotropo. L'analisi della forma delle tracce permette di discriminare statisticamente quelle attribuibili al polonio e quelle del radon. Si può ritenere che il contributo del  $^{218}\text{Po}$  sia già stato eliminato nel computo delle tracce totali accettate dal software TASLIMAGE. La questione è alquanto delicata ma, in mancanza di tutte le informazioni pertinenti per ragioni commerciali, l'ipotesi che basti applicare un fattore di correzione per il  $^{214}\text{Po}$  per ottenere una grandezza direttamente legata alla concentrazione di radon fa supporre che il numero di tracce totali sia dato dai contributi del  $^{214}\text{Po}$  e del radon stesso. Pertanto  $T_R$  è stato battezzato come "numero di tracce di radon per  $\text{cm}^2$ ".

La formula (4b.1) può essere riscritta nel seguente modo:

$$E[\text{KBqm}^{-3}\text{h}] = (T_R - T_F)F_T \quad (5a.1)$$

$T_R$  è il segnale di ingresso, per il calcolo dell'esposizione, che contiene l'informazione completa sul risultato della lettura eseguita dal sistema TASLIMAGE. Il software disponibile, purtroppo, non fornisce esplicitamente questo dato.

Prima dell'interconfronto presso NRPB nel 2004 si constatò che il sistema si misura TASLIMAGE risultava poco accurato e necessitava di un nuovo fattore di taratura. Si ritenne opportuno adottare un valore di  $F_T = 0.577373$  [ $\text{KBq m}^{-3} \text{h}$ ] / tracce  $\text{cm}^{-2}$ ]. Il valore impostato nel file RECORDSETTIGS.TXT non viene generalmente modificato.

Da parte del laboratorio APAT è stato pertanto creato un foglio EXCEL in cui sono implementati l'algoritmo di calcolo dell'esposizione con questo valore del fattore di taratura e l'algoritmo per il calcolo delle tracce di radon. Nel luglio 2005 è stato eseguito nuovamente l'interconfronto presso la camera radon di NRPB. Per la comunicazione ufficiale dei risultati al laboratorio inglese il foglio di calcolo con i dati di TASIMAGE è stato ampliato con le seguenti colonne:

N1/N2	ESPOSIZIONE NETTA TASL [KBqm-3h]	TRACCE RADON [tracce/cm-2]	TRACCE RADON NETTE [tracce/cm-2]	ESPOSIZIONE APAT [KBq m-3 h]	ESPOSIZIONE NETTA APAT [KBq m-3 h]	DIFF TASL- APAT
0,13351	103	253	183	144	104	4

Ove:

- N1/N2: variabile per il calcolo del fattore di correzione per il  $^{214}\text{Po}$ ;
- ESPOSIZIONE NETTA TASL: esposizione epurata dal contributo medio del transito come calcolato dal software TASLIMAGE, cioè con il fattore di taratura assegnato nel file RECORDSETTINGS.TXT;

- TRACCE RADON: numero di tracce di radon per  $\text{cm}^2$ ;
- TRACCE RADON NETTE: tracce di radon al netto della media delle tracce di di transito;
- ESPOSIZIONE APAT: esposizione calcolata mediante l'algoritmo di calcolo con fattore di taratura ricavato dai dati di NRPB 2004;
- ESPOSIZIONE NETTA APAT: differenza tra il valore di esposizione precedentemente calcolato e il valore medio delle esposizioni di transito;
- DIFF TASL-APAT: differenza tra i valori di esposizione calcolati da TASLIMAGE e dall'algoritmo implementato in APAT.

Per l'interconfronto di luglio 2005 sono stati inviate a NRPB due serie di 40 rivelatori TASTRAK, identificate con serie 7-1 e serie 7-2. I fogli EXCEL per la comunicazione ufficiale a NRPB dei risultati delle misure di questo interconfronto è presentato integralmente in Appendice (NRPB 2005 7-1 e 7-2) e le formule di cui sopra sono state tradotte e riportate nei commenti. Nella seguente tabella i risultati delle 3 esposizioni medie misurate, bassa, media e alta sono confrontati con i dati di riferimento forniti da NRPB nel marzo 2006. Sono riportati i risultati del calcolo di  $\bar{C}_V$  e  $\bar{C}_V$  medi.

	<i>SERIE 7-1</i>	<i>SERIE 7-2</i>	<i>NRPB</i>
Valore medio esposizione bassa	<b>138 KBq m<sup>-3</sup> h</b>	<b>136 KBq m<sup>-3</sup> h</b>	<b>150 KBq m<sup>-3</sup> h</b>
Bias percentuale esposizione bassa	<b>8%</b>	<b>9%</b>	
Coefficiente di variazione esposizione bassa	<b>14%</b>	<b>13%</b>	
Valore medio esposizione media	<b>235 KBq m<sup>-3</sup> h</b>	<b>247 KBq m<sup>-3</sup> h</b>	<b>278 KBq m<sup>-3</sup> h</b>
Bias percentuale esposizione media	<b>15%</b>	<b>11%</b>	
Coefficiente di variazione esposizione media	<b>9%</b>	<b>10%</b>	
Valore medio esposizione alta	<b>1599 KBq m<sup>-3</sup> h</b>	<b>1616 KBq m<sup>-3</sup> h</b>	<b>1745 KBq m<sup>-3</sup> h</b>
Bias percentuale Esposizione alta	<b>8%</b>	<b>7%</b>	
Coefficiente di variazione esposizione alta	<b>3%</b>	<b>2%</b>	
valore medio dei coefficienti di variazione	<b>8,5%</b>	<b>8,5%</b>	
Valore medio dei bias percentuali	<b>10.6%</b>	<b>8.5%</b>	

Tabella 5.1) risultati dell'interconfronto NRPB 2005

Si osserva che il metodo di misura dei rivelatori della serie 7-1 entra in classe B, mentre per la serie 7-2 il laboratorio APAT si trova in classe A. Per entrambi le serie si osserva che il fattore di taratura andrebbe rivisto al rialzo. In realtà i risultati della serie 7-1 mancano l'obiettivo della classe A di poco (0.6%). Si è pertanto deciso di non procedere al calcolo di un nuovo fattore di taratura. Tale decisione è stata presa anche in virtù di un'altra considerazione: il laboratorio APAT ha in programma a breve termine un altro interconfronto. Questo verrà svolto presso 'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti' (INMRI). Se le stime delle esposizioni misurate presso la camera radon dell'INMRI risulteranno nuovamente più basse rispetto al valore di riferimento, allora si riterrà opportuno procedere al cambiamento del fattore di taratura dello strumento di misura.

## **V b) Il controllo strumentale post-manutenzione**

In novembre 2005 sono state eseguite alcune operazioni di manutenzione su sistema TASLIMAGE. Si era riscontrato un problema nell'apparato di movimentazione automatica del supporto della griglia: gli spostamenti comandati dal software TASLIMAGE si interrompevano nella direzione fronte-retro. E' stato chiesto l'intervento del distributore italiano dello strumento, la MIAM di Monza. Dapprima è stata sostituita la scheda madre del controllore di movimento constatando che il guasto risiedeva altrove. Sono stati allora accuratamente osservati i collegamenti elettrici e si è trovato che una mascherina difettosa impediva un contatto elettrico sul motore del piatto della griglia. La mascherina è stata sostituita e i comandi di spostamento della griglia hanno ripreso a funzionare.

In occasione di questa manutenzione il tecnico della MIAM ha proposto un altro intervento degno di nota. Il sistema TASLIMAGE è stato progettato per la lettura delle lastrine TASTRAK. Si ritiene tuttavia fattibile l'implementazione del sistema TASLIMAGE per la lettura anche dei rivelatori a stato solido di tracce nucleari LR115. La tecnica di misura della concentrazione di attività di radon fondata sugli LR115 presenta alcuni indubbi vantaggi, primo fra tutti la possibilità di isolare l'elemento sensibile quando non si vuole che registri alcun segnale. In tal modo le esposizioni di fondo e di transito risulterebbero notevolmente ridotte. Inoltre vi è la disponibilità di dispositivi che si sono dimostrati molto precisi. Il punto debole della tecnologia degli LR115 è il conteggio delle tracce nucleari. Essi, infatti, vengono analizzati uno a uno mediante un dispositivo elettrico, lo Spark replica – Counter. L'idea è di automatizzare tale fase utilizzando il sistema TASLIMAGE di lettura automatica della griglia di 49 elementi attualmente impiegata per i TASTRACK.

Nel 2004 è stato eseguito un tentativo di adattamento del rivelatore LR115, che ha uno spessore di 100  $\mu\text{m}$  circa, agli alloggiamenti della griglia progettata per il TASTRACK, che ha uno spessore di 1 mm circa. Le pellicole di LR115 sono state interposte tra due vetrini, in modo tale da cercare di ‘spianare’ il più possibile la superficie degli LR115 e di fissarli alla griglia. Poiché il software e la strumentazione sono tarati con dei parametri che rispettano le caratteristiche del rivelatore TASTRACK, il sistema TASLIMAGE non riesce ad effettuare la messa a fuoco automatica. Ricorrendo alla messa a fuoco manuale sono stati analizzati più volte 30 rivelatori per verificare l’attendibilità e la risposta del software sul riconoscimento e la messa a fuoco delle tracce. I risultati non sono stati soddisfacenti. Si è anche verificato che la risposta della strumentazione sullo stesso rivelatore è di tipo ‘random’, con un coefficiente di variazione di oltre il 20% [11]. Tuttavia la prospettiva della lettura automatizzata del sistema TASLIMAGE sui rivelatori LR115 è molto alettante e non è stata abbandonata. I problemi relativi alla messa a fuoco potranno essere risolti realizzando un telaio con una griglia di supporto adeguata alle caratteristiche geometriche degli LR-115 e calibrando opportunamente l’ottica strumentale.

A tale proposito nel novembre 2005 la MIAM di Monza ha predisposto un trimmer sul dispositivo di illuminazione del microscopio in grado di spostare il picco del livello di grigio su frequenze adatte alla messa a fuoco e alla lettura degli LR115. Un’altra fondamentale differenza tra queste pellicole ed i TASTRAK è che le prime sono di colore arancione, mentre gli altri sono pastiche trasparenti. Un interruttore permette di passare dalla modalità per TASTRAK alla modalità per LR115. Purtroppo l’ampiezza del picco per la pellicola LR115 è risultata troppo ampia. Il dispositivo è stato pertanto disinstallato e le condizioni originarie del sistema TASLIMAGE sono state ripristinate. Le operazioni di implementazione dal sistema TASLIMAGE per LR115 sono state sospese per maggiori approfondimenti.

Nel frattempo, però, sono stati eseguiti interventi di manutenzione su uno strumento di misura. Il controllo della qualità interno al laboratorio richiede che le prestazioni del sistema di analisi dei rivelatori TASTRACK vengano controllate. E’ necessario, cioè, confermare attraverso l’esame e l’apporto di evidenza oggettiva che i requisiti per l’utilizzazione prevista dello strumento siano soddisfatti anche dopo le operazioni di manutenzione. Il controllo è stato eseguito rileggendo i rivelatori delle serie 7-1 e 7-2 impiegati per l’interconfronto NRPB di luglio 2005, descritto nel precedente paragrafo. I risultati ottenuti sono stati confrontati con i dati ufficiali comunicati a NRPB. Il requisito fondamentale è che non sia richiesto il cambiamento del fattore di taratura.

A partire dal numero di tracce di radon contate dal sistema TASLIMAGE dopo la manutenzione è stato calcolato il fattore di calibrazione assumendo come valori di riferimento le medie delle tre esposizioni misurate a luglio 2005. A tal fine si richiama la formula (4b.4) sul fattore di taratura. Per

ciascun livello di esposizione, bassa ( $E_1$ ), media ( $E_2$ ) e alta ( $E_3$ ), i valori medi delle tracce di radon contate sono indicate con  $\bar{T}_{R1}$ ,  $\bar{T}_{R2}$ ,  $\bar{T}_{R3}$ , mentre il valore medio delle tracce di radon di transito è  $\bar{T}_T$ . Dopo aver calcolato il fattore di taratura per ciascuna esposizione, si ottiene il fattore di taratura come media aritmetica dei precedenti valori.

$$F_{T1} = \frac{E_1}{\bar{T}_{R1} - \bar{T}_T}; \quad F_{T2} = \frac{E_2}{\bar{T}_{R2} - \bar{T}_T}; \quad F_{T3} = \frac{E_3}{\bar{T}_{R3} - \bar{T}_T}; \quad (5b.1)$$

$$F_T = \frac{(F_{T1} + F_{T2} + F_{T3})}{3} \quad (5b.2)$$

Si effettua quindi il confronto tra il fattore di taratura calcolato e quello impostato nel foglio di calcolo creato per la comunicazione ufficiale dei risultati dell'interconfronto a NRPB nel 2005 ( $F_{TV} = 0.577373$  [KBq m<sup>3</sup> h]/[tracce cm<sup>2</sup>]). Questo valore viene usato anche nel calcolo delle esposizioni delle riletture.

La variazione percentuale del fattore di taratura si calcola come un bias, cioè:

$$\Delta F_T = \frac{F_{TV} - F_T}{F_{TV}} \quad (5b.2)$$

Si badi che il bias del fattore di taratura è nullo se e solo se il bias delle misure di esposizione è nullo.

Al fine di consentire questi calcoli il foglio EXCEL è stato ulteriormente ampliato per le riletture post-manutenzione. I dati delle letture di luglio sono stati riordinati e riportati per chiarezza nei nuovi fogli di calcolo. Le colonne aggiunte sono le seguenti:

CODICE TASTRAK	TRACCE RADON LUGLIO [tracce cm-2]	ESPOSIZIONE APAT LUGLIO [KBq m3 h]	ESPOSIZIONE APAT LUGLIO NETTA	TRACCE LUGLIO - RILETTURA	ESPOSIZIONE NETTA LUGLIO - RILETTURA	<b>VARIAZIONE PERCENTUALE FAITTORE TARATURA</b>
8507	54	31		49		7,6%

In cui:

- CODICE TASL CR-39: riordinamento dei dispositivi per valore di esposizione crescente della riletture;
- TRACCE RADON LUGLIO: dato importato dal foglio dell'interconfronto NRPB 2005;
- ESPOSIZIONE APAT LUGLIO [KBq m3 h]: esposizioni calcolate a luglio;
- ESPOSIZIONE APAT LUGLIO NETTA: esposizioni epurate dal contributo della media dei transiti;

- TRACCE LUGLIO – RILETTURA: differenza tra il numero di tracce di radon contate a luglio e nella rilettura;
- ESPOSIZIONE NETTA LUGLIO – RILETTURA: differenza tra i valori di esposizione netta calcolati a luglio e nella rilettura;
- VARIAZIONE PERCENTUALE FATTORE TARATURA: rapporto tra la differenza tra fattore di taratura di luglio e nuovo fattore di taratura e valore del fattore di taratura di luglio ( $?F_T$ ).

I fogli EXCEL delle riletture sono allegati in Appendice (RILETTURA 7-1, RILETTURA 7-2). La rilettura della serie 7-2 ha fornito risultati in accordo con i dati ricavati a luglio 2005. Risultati meno soddisfacenti sono stati ottenuti nella rilettura della serie 7-1. Per questa si è ritenuto opportuno eseguire ben 4 riletture, avendo avuto cura di pulire molto bene i rivelatori con lo spray antistatico. Nella tabella seguente sono riportati sinteticamente i risultati di ogni rilettura eseguita. Dal loro confronto con i valori di riferimento di luglio si osserva che per i rivelatori della serie 7-1 il sistema TASLIMAGE dopo la manutenzione esegue un conteggio di tracce di radon sensibilmente più basso. La differenza è evidente per le tracce di transito. Tuttavia, la sottrazione del contributo medio dei transiti gioca a favore dell'accuratezza delle misure di esposizione netta e il fattore di calibrazione calcolato, che è un valore ipotetico, risulta sempre minore di quello impostato. Circa la significativa differenza tra i responsi delle riletture della serie 7-1 e 7-2, va notato che i rivelatori delle due serie sono montati su diverse griglie: in passato è stato constatato che il telaio su cui è montata la serie 7-1 potrebbe avere un difetto di fabbricazione. L'incertezza tipo del fattore di taratura è nell'ordine del 10%. Si è ritenuto che variazioni del fattore di taratura inferiori a tale valore siano accettabili. Non si è pertanto ritenuto necessario eseguire un cambiamento dello stesso. Per quanto riguarda la precisione delle misure, si può notare un sostanziale accordo con i valori del coefficiente di variazione calcolati prima della manutenzione.

	<i>LETTURA LUGLIO 7-1</i>	<i>I RILETTURA 7-1</i>	<i>II RILETTURA 7-1</i>	<i>III RILETTURA 7-1</i>	<i>IV RILETTURA 7-1</i>	<i>LETTURA LUGLIO 7-2</i>	<i>RILETTURA 7-2</i>
Valor medio tracce radon transito	<b>91</b>	36	42	31	55	<b>51</b>	69
Coefficiente di variazione	<b>43%</b>	54%	89%	119%	51%	<b>132%</b>	102%
Valor medio tracce radon esposizione bassa	<b>330</b>	312	295	299	315	<b>287</b>	315
Coefficiente di variazione	<b>11%</b>	8%	13%	9%	7%	<b>12%</b>	<b>8%</b>
Valor medio esposizione bassa netta	<b>138</b>	<b>159</b>	<b>146</b>	<b>155</b>	<b>150</b>	<b>136</b>	<b>142</b>
Coefficiente di variazione	<b>14%</b>	<b>8%</b>	<b>14%</b>	<b>10%</b>	<b>8%</b>	<b>13%</b>	<b>10%</b>
Valor medio tracce radon esposizione media	<b>498</b>	480	477	481	498	<b>479</b>	498
Coefficiente di variazione	<b>7%</b>	9%	7%	9%	8%	<b>10%</b>	<b>11%</b>
Valor medio esposizione media netta	<b>235</b>	<b>256</b>	<b>251</b>	<b>260</b>	<b>255</b>	<b>247</b>	<b>248</b>
Coefficiente di variazione	<b>9%</b>	<b>9%</b>	<b>8%</b>	<b>9%</b>	<b>9%</b>	<b>10%</b>	<b>13%</b>
Valor medio tracce radon esposizione alta	<b>2860</b>	2848	2907	2917	2869	<b>2850</b>	2867
Coefficiente di variazione	<b>3%</b>	3%	5%	2%	5%	<b>2%</b>	<b>3%</b>
Valor medio esposizione alta netta	<b>1599</b>	<b>1623</b>	<b>1654</b>	<b>1666</b>	<b>1624</b>	<b>1616</b>	<b>1616</b>
Coefficiente di variazione	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>	<b>2%</b>	<b>5%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>
Nuovo fattore di taratura		0,53326	0,54801	0,53050	0,54441		0,56836
Variazione percentuale fattore di taratura		<b>8.6%</b>	<b>5,1%</b>	<b>8,1%</b>	<b>5,7%</b>		1,6%

Tabella 5.2) risultati delle riletture post-manutenzione

## VI) IL MONITORAGGIO DEL RADON NEL MINISTERO DELL'AMBIENTE

Nel 2004 è stata avviata una campagna di monitoraggio della concentrazione di attività di radon presso la sede del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio in via Cristoforo Colombo 44, Roma. In selezionati locali dei piani interrati dell'edificio sono stati posizionati uno o più rivelatori TASTRAK. Per ottenere un valore medio poco influenzato dalle fluttuazioni stagionali è stato posizionato un rivelatore nel periodo 07/07/2004 – 15/11/2004 ed uno nel periodo 15/11/2004 – 01/08/2005. Al termine di ciascuna esposizione i rivelatori sono stati portati in laboratorio, sono stati smontati e hanno subito l'attacco chimico, quindi conservati per la lettura con lo strumento TASLIMAGE, avvenuta nel dicembre 2005. I risultati del monitoraggio sono stati comunicati al cliente nel marzo 2006. L'indagine ha rappresentato anche un caso studio in cui sono stati affrontati problemi di carattere tecnico e organizzativo e trovate soluzioni che verranno adottate per future campagne di monitoraggio con rivelatori TASTRAK.

### VI a) Un problema di 'fondo'

Quando si predispongono una serie di dispositivi per una campagna di monitoraggio ambientale, alcuni di essi vengono conservati presso il laboratorio per la misura del fondo. Il fondo consiste nel contributo di tracce nucleari create sia nella fase di produzione dei rivelatori sia durante i transiti o i periodi di stoccaggio. Esso va stimato e sottratto dai segnali ottenuti nelle esposizioni.

E' auspicabile che il livello di esposizione dovuto al fondo sia minore di 20 [KBq m<sup>-3</sup> h]. Variazioni di +/- 5-10 [KBq m<sup>-3</sup> h] fra rivelatori di fondo individuali o fra riletture degli stessi rivelatori sono normali e inevitabili. Nel manuale del sistema TASLIMAGE si afferma che i livelli di esposizione media dei dispositivi adibiti alla misura del fondo, avendo a priori stimato e sottratto il suo contributo, sono solitamente tra -10 e +10 [KBq m<sup>-3</sup> h].

Nel file RECORDSETTINGS.TXT è assegnato a priori un valore di 20 tracce di fondo. Si ritiene che esso sia un valore medio ottenuto su prove eseguite nel laboratorio TASL di Bristol. Sia, come sopra,  $T_R$  il numero di tracce di radon contate su un vetrino esposto e  $F_T$  il fattore di taratura. L'algoritmo di calcolo dell'esposizione si può specificare nel seguente modo:

$$E[\text{KBq m}^{-3} \text{ h}] = (T_R - 20)F_T \quad (6a.1)$$

Coerentemente con l'interpretazione di  $T_R$ , si deve pensare che il valore impostato per il fondo sia un numero di tracce di radon.

Si immagini di eseguire delle misure su un rivelatore non esposto, ovvero selezionato per misurare il contributo del fondo, e di ottenere un valore di esposizione diverso da zero, avendo preventivamente assegnato il valore di 20 tracce di radon di fondo, cioè:

$$E'[KBqm^{-3}h] = (T_R - 20)F_T \neq 0 \Rightarrow T_R = \frac{E'}{F_T} + 20 \quad (6a.2)$$

Ci chiediamo ora qual è il numero di tracce di radon da assegnare al fondo per ricavare un valore di esposizione pari a zero.

$$E[KBqm^{-3}h] = (T_R - T_F)F_T = 0 \Rightarrow T_F = T_R = \frac{E'}{F_T} + 20 \quad (6a.3)$$

Si dimostra che tale risultato si generalizza anche a una media su n rivelatori. Infatti, sfruttando la linearità dell'operatore valore medio:

$$\bar{T}_F = \bar{T}_R = \frac{\bar{E}'}{F_T} + 20 \quad (6a.3')$$

Per la campagna radon del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio sono stati selezionati 32 rivelatori per la misura del fondo, ottenendo un'esposizione media di fondo pari a 3.330 [KBq m<sup>3</sup> h]. A partire da questo valore di  $\bar{E}'$  si è calcolato, secondo le precedenti formule, quale valore si deve assegnare a  $\bar{T}_F$  per eliminare il contributo del fondo dall'esposizione misurata. Si è ottenuto  $\bar{T}_F = 25.768$  [tracce cm<sup>-2</sup>], cioè 5-6 tracce di radon in più rispetto a quello stimato a priori. Essendo il radon un gas nobile, è praticamente impossibile isolare completamente da esso i rivelatori durante i periodi di stoccaggio. Si può pertanto ritenere che il numero di tracce di radon di fondo aumenti con il passare del tempo e sia necessario aggiornare questo parametro.

Nell'ottica di intervenire sul file RECORDSETTINGS.TXT per cambiare il valore del fondo (background), è cruciale che il valore medio stimato dell'esposizione sia significativa. E' stato scrupolosamente eseguito un test di Student sull'esposizione media calcolata dei rivelatori di fondo. Si è così verificato che il valore calcolato è contenuto in un intervallo che possiede il 99% di probabilità di contenere la media della serie di esposizioni.

La procedura sopra illustrata per il calcolo del contributo di tracce di fondo si basa sui segnali di uscita del software TASLIMAGE, nella fattispecie l'esposizione. Nel paragrafo precedente è stata evidenziata l'utilità del calcolo delle tracce di radon. In questo caso, esso permette di ricavare  $\bar{T}_F$  direttamente come media del numero di tracce di radon contate su tutti i rivelatori di fondo. Tutti i calcoli descritti sopra sono stati svolti nel foglio di calcolo 'FONDI.xls', che è riportato in Appendice.

L'analisi svolta nella presente sezione ha condotto all'aggiornamento del parametro del fondo. Nel file RECORDSETTINGS.TXT e nel foglio di calcolo EXCEL il valore di 20 tracce di fondo è stato

sostituito con il  $\bar{T}_F$  calcolato sopra. Come ci si aspettava, dopo la modifica il valore medio delle esposizioni dei fondi si annulla.

## **VI b) Il calcolo dell'incertezza di misura**

L'incertezza di misura è un parametro, associato al risultato di una misurazione, che caratterizza la dispersione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando. L'incertezza estesa della misura di concentrazione di attività di radon si ricava, come illustrato nella Tabella 4.1), dai contributi derivanti dal fattore di taratura, dal numero di tracce di radon per cm<sup>2</sup>, dal numero di tracce di fondo per cm<sup>2</sup> e dal tempo di esposizione. Solitamente l'ultimo termine è trascurabile. I coefficienti di sensibilità sono riportati nella stessa tabella. Ulteriori considerazioni meritano le incertezze tipo delle grandezze di ingresso. Per la terminologia impiegata si rimanda alla guida UNI CEI ENV 13005 [8].

L'incertezza tipo del fattore di taratura si calcola componendo, secondo la legge di propagazione dell'incertezza, le incertezze tipo delle sue variabili di ingresso. Ricordando la formula (4b.4), queste sono rappresentate dal valore dell'esposizione, dal valore medio delle tracce di radon e delle tracce di transito. Il fattore di taratura impiegato a questo punto del lavoro è stato calcolato sulla base delle misure dell'interconfronto svolto presso NRPB nel 2004. L'incertezza tipo dell'esposizione è stimata da NRPB a partire dai contributi all'incertezza sulle misure compiute dallo strumento ATMOS 12: volume della camera radon (3,1%), statistica di conteggio (3%), sorgente di radon (1,5%). Si ottiene così un'incertezza tipo composta del valore dell'esposizione di 4,6%, arrotondato al 5% [10].

La incertezza tipo del numero di tracce di radon si ricava per ciascun livello di esposizione e per i transiti come scarto tipo sperimentale, che è la deviazione standard assoluta di ciascun gruppo di rivelatori. Per maggior chiarezza viene proposto il seguente prospetto.

Grandezza $X_i$	Coefficiente di sensibilità $c_i$ $\frac{\partial F_T}{\partial X_i}$	Incertezza tipo $u(x_i)$
E	$c(E) = c_1 = \frac{1}{\overline{T}_R - \overline{T}_T}$	5%
$T_R$	$c(T_R) = c_2 = \frac{E}{(\overline{T}_R - \overline{T}_T)^2}$	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{Ri} - \overline{T}_R)^2}{n-1}}$
$T_T$	$c(T_T) = c_2 = -\frac{E}{(\overline{T}_R - \overline{T}_T)^2}$	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{Ti} - \overline{T}_T)^2}{n-1}}$
Incertezza tipo composta $u_c(F_T)$ $u_c(F_T) = \sqrt{[c(E)u(E)]^2 + [c(T_R)u(T_R)]^2 + [c(T_T)u(T_T)]^2}$		

Tabella 6.1) prospetto per il calcolo dell'incertezza tipo composta del fattore di taratura

In accordo con la formula (5b.2), l'incertezza tipo composta del fattore di taratura medio si ricava dai contributi dei termini della media secondo la legge di propagazione dell'incertezza.

Le formule qui presentate sono state tradotte nel foglio EXCEL delle misure svolte durante l'interconfronto NRPB del 2004 (in Appendice). A tal riguardo si consiglia di prestare attenzione ai commenti. Le colonne create nel foglio di calcolo sono immediatamente riferibili alla tabella sopra e non vengono qui presentate.

Si è osservato che il maggior contributo all'incertezza tipo composta è dovuto al fattore di taratura calcolato per l'esposizione bassa. Per tale ragione si è deciso di ri - calcolare il fattore di taratura medio con le calibrazioni ottenute con i dati di esposizione media ( $F_{T2}$ ) e alta ( $F_{T3}$ ). Il fattore di taratura medio calcolato in questo modo risulta più alto di quello impiegato finora. Ciò è in accordo con i risultati dell'interconfronto NRPB 2005, in cui le misure di esposizioni medie eseguite dal laboratorio APAT sono risultate più basse dei valori di riferimento. Si è quindi deciso di impostare nei fogli di calcolo EXCEL un valore  $F_T=0.5853883$  [KBq m<sup>-3</sup> h/tracce cm<sup>-2</sup>]. Esso viene impiegato nella campagna di monitoraggio della concentrazione di attività di radon al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

L'incertezza tipo composta da associare al nuovo fattore di taratura è:

$$u(F_T) = \sqrt{[0.5u(F_{T1})]^2 + [0.5u(F_{T2})]^2} \quad (6b.1)$$

Si è così riusciti a calcolare  $U(F_T) = 0.034 \text{ [Kbq m}^{-3} \text{ h/tracce cm}^{-2}\text{]}$ . In termini percentuali, si ha un'incertezza del 6%; mentre con il vecchio fattore di taratura essa era del 10%.

Per quanto riguarda le tracce di fondo, si fa riferimento al foglio di calcolo 'FONDI.xls' presentato nel paragrafo precedente. In esso è stata calcolata lo scarto quadratico medio del numero di tracce dei fondi. L'incertezza tipo del numero medio di tracce di fondo è  $u(T_F) = 12.370 \text{ [tracce/cm}^{-2}\text{]}$ .

Per il calcolo dell'incertezza tipo del numero di tracce di radon delle esposizioni, in un primo momento si è provato a eseguire una valutazione di categoria A, cioè mediante osservazioni sperimentali sulle letture di NRPB 2004. Da esse sono stati ricavati i punti (valori medi di esposizione, incertezza relativa). E' stata quindi costruita una curva interpolante questi punti (mediante 'Linea di Tendenza' su foglio EXCEL. La curva si discosta per un fattore moltiplicativo di circa 2 dalla curva di Poisson, che esprime teoricamente l'incertezza dei conteggi,. L'intrinseca arbitrarietà nella definizione dei punti di interpolazione (le letture sono state eseguite nel 2004), tuttavia, ha indotto a impiegare la soluzione convenzionale. L'incertezza tipo del numero di tracce di radon delle esposizioni è quindi calcolata come  $\sqrt{T_R}$ .

In ciascun punto di misura all'interno del Ministero dell'Ambiente sono stati posizionati due rivelatori in periodi diversi. Il dato sintetico da fornire al cliente è il valore della concentrazione di attività di radon su tutto il periodo di misura, che è di circa un anno. I risultati di ogni coppia di rivelatori sono quindi pesati sul periodo totale di esposizione, cioè:

$$C_{RN} = \frac{T_1}{T_2 - T_1} C_{RN}^1 + \frac{T_2}{T_2 - T_1} C_{RN}^2 \quad (6b.2)$$

In cui:

$T_1$ : ore di esposizione del primo periodo;

$T_2$ : ore di esposizione del secondo periodo;

$C_{RN}^1$ : misura di esposizione di concentrazione di attività nel primo periodo;

$C_{RN}^2$ : misura di esposizione di concentrazione di attività nel secondo periodo.

Anche in questo caso si deve applicare la legge di propagazione dell'incertezza all'espressione di  $C_{RN}$ . L'incertezza tipo composta si calcola mediante la seguente:

$$u_c(C_{RN}) = \sqrt{\left[\frac{T_1}{T_1 + T_2} u(C_{RN}^1)\right]^2 + \left[\frac{T_2}{T_1 + T_2} u(C_{RN}^2)\right]^2} \quad (6b.3)$$

## VI c) I risultati della campagna di monitoraggio

Per la campagna di monitoraggio del radon presso il Ministero dell’Ambiente si è prestata molta cura nello sviluppo del foglio di calcolo EXCEL. Questa indagine, infatti, rappresenta il primo caso di impiego del sistema TASLIMAGE per la misura di un numero significativo di rivelatori, ben 240. Si è voluto predisporre non solo una metodologia di analisi, ma anche uno strumento informatico di calcolo che si ritiene utile per le future campagne di monitoraggio del radon con rivelatori TASTRAK. Il foglio di calcolo è riportato integralmente in Appendice (CALCOLO.xls), mentre in questo paragrafo si descrivono le colonne aggiunte ai precedenti fogli EXCEL.

PUNTO MISURA		CONCENTRAZIONE APAT [Bq m-3]	DIFF CONCENTRAZIONE APAT-TASL
1a	1	35,726	2,647

c(F <sub>T</sub> )	u(F <sub>T</sub> )	CONTRIBUTO F <sub>T</sub>	c(T <sub>R</sub> )	u(T <sub>R</sub> )	CONTRIBUTO T <sub>R</sub>	c(T <sub>F</sub> )	u(T <sub>F</sub> )	CONTRIBUTO T <sub>F</sub>
0,061	34,587	2,111	0,186	14,753	2,747	-0,186	12,370	-2,303

INCERTEZZA COMPOSTA [Bq m-3]	INCERTEZZA ESTESA (K=2)	MEDIA PESATA	INCERTEZZA ESTESA MEDIA PESATA	RISULTATO MISURA [Bq m <sup>-3</sup> ] ± 2U <sub>c</sub>		
4,160	8,320	32,957	4,689	33	±	5

In cui:

- PUNTO MISURA: identificazione in codice del punto in cui sono state eseguite le misure in entrambi i periodi di esposizione; la questione ha richiesto un lungo lavoro di ordinamento dei dati sulla base del registro di laboratorio<sup>2</sup>; questa informazione permette la descrizione dei punti di misura all’interno dell’edificio del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio;
- CONCENTRAZIONE APAT [Bq m-3]: calcolo della concentrazione mediante l’algoritmo implementato nel laboratorio APAT con l’aggiornamento del fattore di taratura e del numero di tracce di fondo;
- DIFF CONCENTRAZIONE APAT-TASL: differenza tra le concentrazioni calcolate dal software TASLIMAGE, con fattore di taratura impostato in RECORDSETTINGS.txt, e da APAT

<sup>2</sup> Fase di lavoro certosino svolto da Patrizia Leoni e Anna Maria Sotgiu .

- $c(F_T)$ : coefficiente di sensibilità del fattore di taratura;
- $u(F_T)$ : incertezza tipo del fattore di taratura;
- CONTRIBUTO  $F_T$ : prodotto tra i due termini precedenti  $c(F_T) u(F_T)$ ;
- $c(T_R)$ : coefficiente di sensibilità del numero di tracce di radon dell'esposizione
- $u(T_R)$ : incertezza tipo del numero di tracce di radon dell'esposizione;
- CONTRIBUTO  $T_R$ : prodotto dei due termini precedenti  $c(T_R) u(T_R)$ ;
- $c(T_F)$ : coefficiente di sensibilità del numero di tracce di fondo
- $u(T_F)$ : incertezza tipo del numero di tracce di radon del fondo;
- CONTRIBUTO  $T_F$ : prodotto dei due termini precedenti  $c(T_F) u(T_F)$ ;
- INCERTEZZA COMPOSTA [ $Bq m^{-3}$ ] : incertezza composta della concentrazione di attività di radon in aria  $u_c(C_{RN})$ ;
- INCERTEZZA ESTESA (K=2): incertezza estesa della concentrazione di attività di radon in aria con fattore di copertura 2, cioè con livello di fiducia del 95% ipotizzando realisticamente una distribuzione normale del misurando;  $U(C_{RN})=2u_c(C_{RN})$ ;
- MEDIA PESATA: media pesata sulla durata dei due periodi di esposizione della concentrazione di attività di radon in un punto di misura;
- INCERTEZZA ESTESA MEDIA PESATA: incertezza estesa della media pesata annuale della concentrazione di attività di radon in un punto di misura;
- RISULTATO MISURA [ $Bq m^{-3}$ ]  $\pm 2Uc$ : valore stimato della concentrazione di attività di radon e dichiarazione dell'incertezza estesa della misurazione in un determinato punto di misura.

Il risultati delle misure sono confrontati con il livello di azione previsto dal D.Lgs. 230/95. I valori di concentrazione di attività di radon in tutti i punti di misura all'interno dell'edificio del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio sono decisamente inferiori a  $500 Bq m^{-3} h$ .

La refertazione finale del lavoro richiede la stesura dei 'Rapporti di Prova'<sup>3</sup>. Essi sono la registrazione dei risultati finali delle misure eseguite in laboratorio per ciascun rivelatore e vengono conservati in apposito archivio. L'indagine è stata chiusa con l'invio dei risultati al Ministero dell'Ambiente.

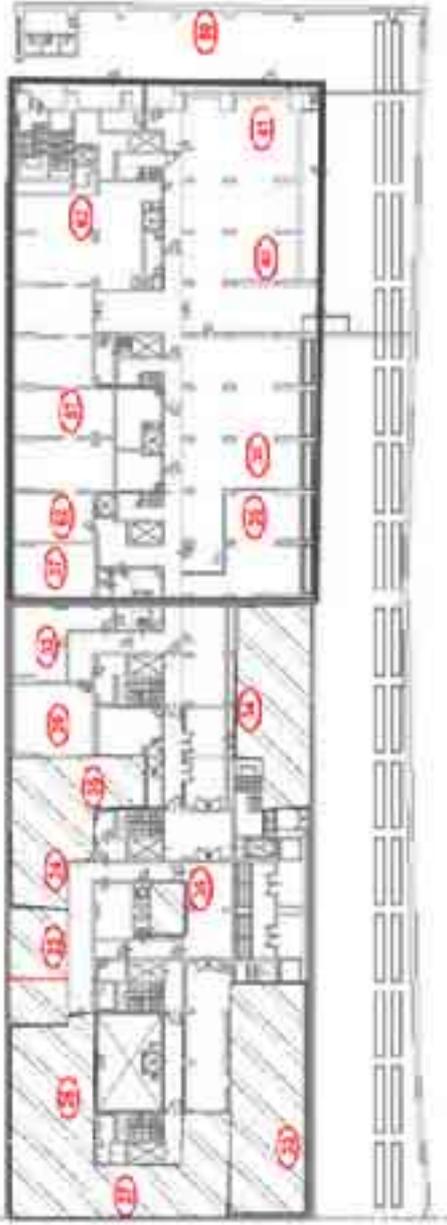
Si termina questo lavoro con una suggestiva presentazione dei risultati: nelle pagine seguenti sono riportate stime della concentrazione di attività di radon in [ $Bq m^{-3} h$ ] sulle piante dell'edificio del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

---

<sup>3</sup> Ad opera di Anna Maria Sotgiu

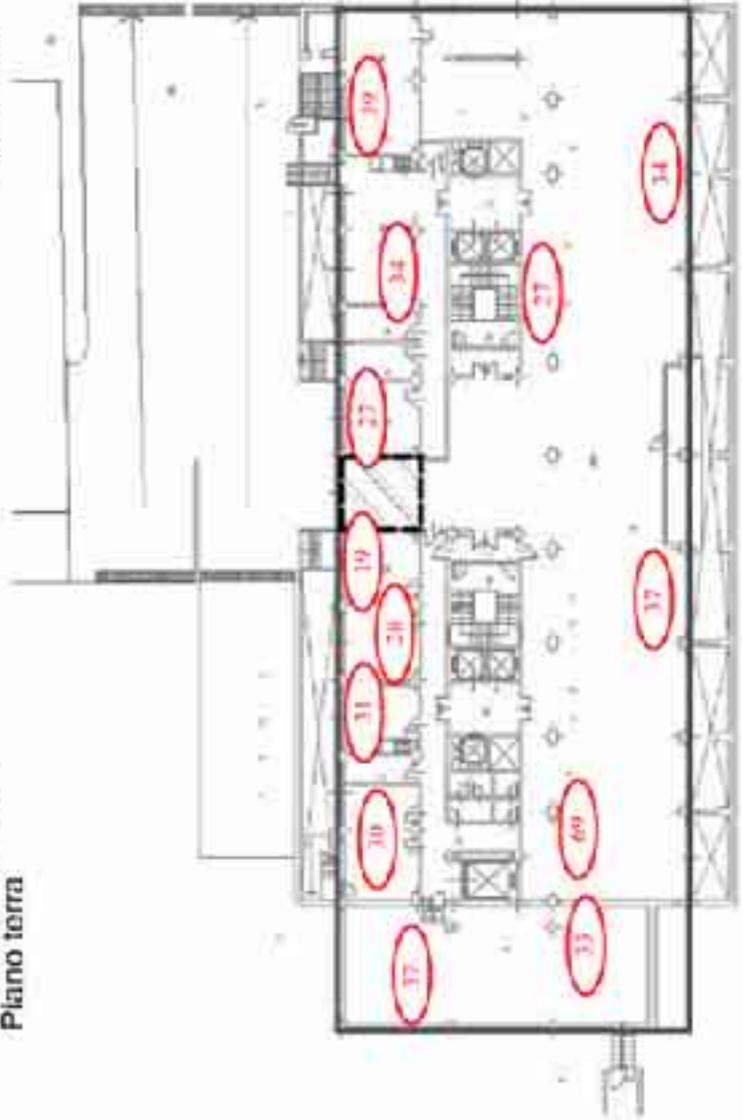
MATT Palazzina A  
Piano terra

PIANTA N.1



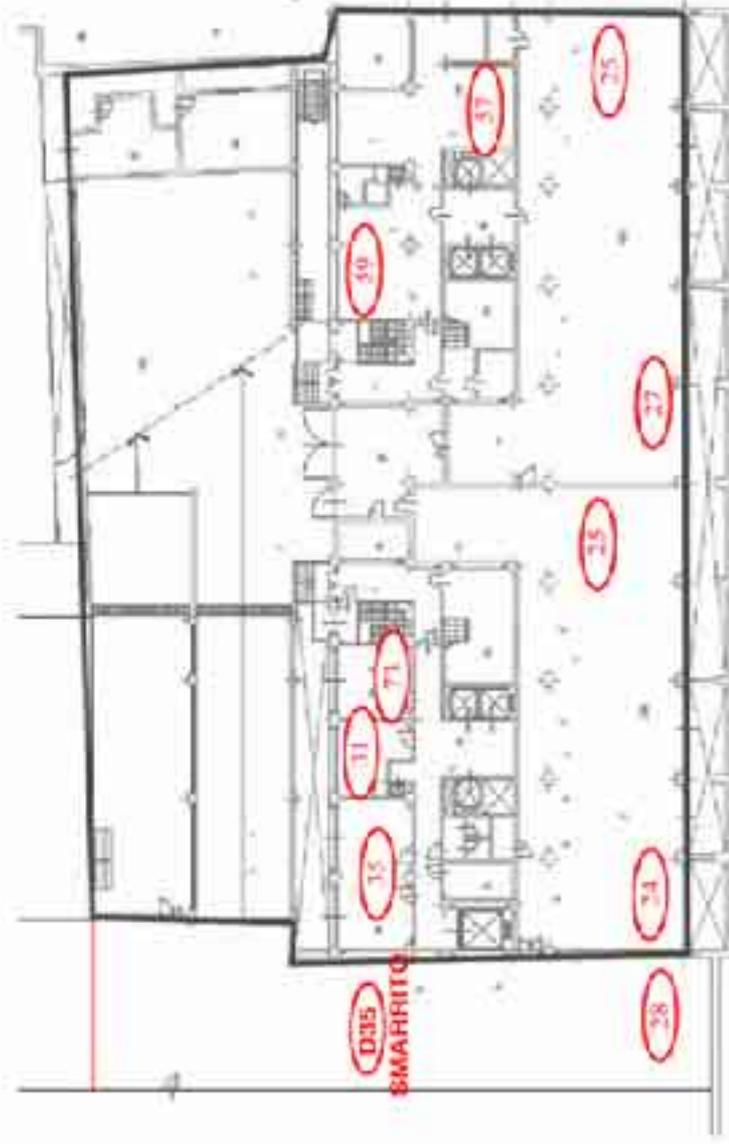
MATT Palazzina C  
Piano terra

PIANTA N.2



MATT Palazzina C  
Piano primo interrato

PIANTA N. 3



**MATT PALAZZINA B**  
Primo piano interrato

**PIANTA N. 4**



MATT Palazzina A  
Primo piano interrato

PIANTA N.5



MATT Palazzina A  
Secondo piano interrato

PIANTA N. 6



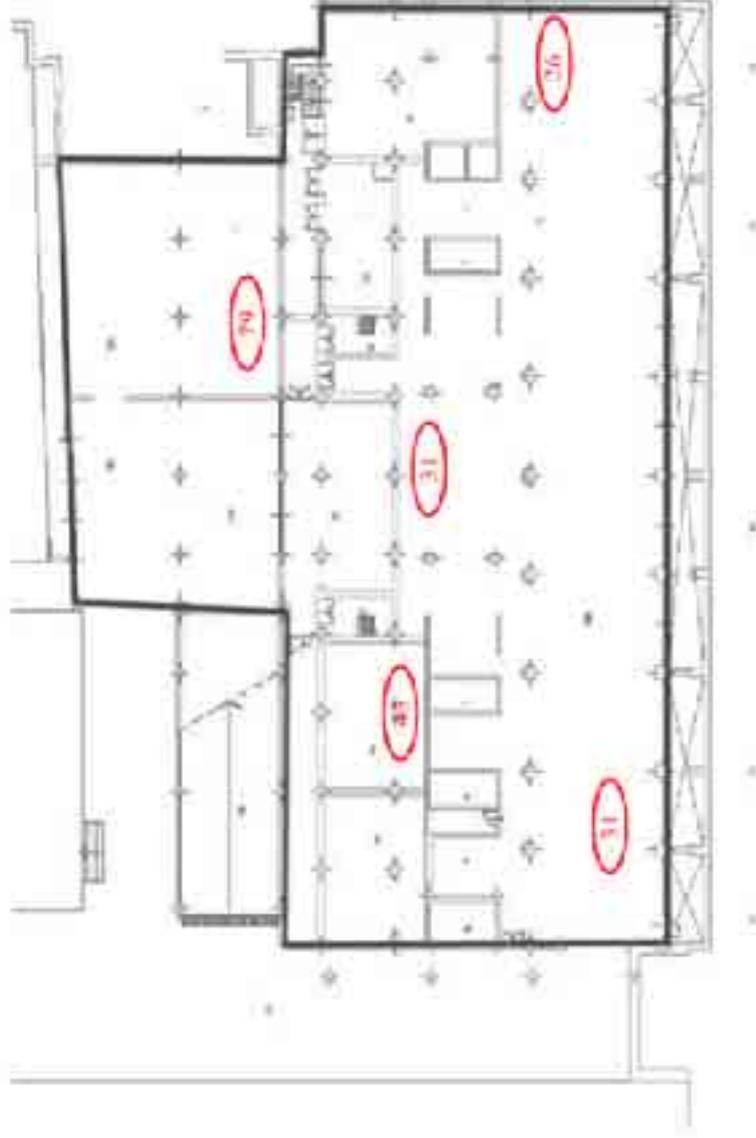
MATT Palazzina B  
Secondo piano interrato

PIANTA N.7



MATT Palazzina C  
Piano secondo interrato

PIANTA N. 8



## VII) CONCLUSIONI

Nel presente lavoro è stata svolta l'analisi dell'algoritmo per il calcolo dell'esposizione al radon su rivelatori TASTRAK. E' stata ricostruita un'informazione rilevante, interpretata come numero di tracce di radon. La sua importanza risiede nel fatto che l'esposizione dipende linearmente da questo segnale. La routine di calcolo è stata modificata alla luce dell'analisi numerica su risultati ottenuti in laboratorio. Dalle letture di una serie di rivelatori adibiti alle misure del contributo del fondo all'esposizione si è deciso di aggiornare il numero di tracce di fondo. Dall'analisi dell'accuratezza e della precisione delle misure di esposizione su rivelatori esposti nella camera radon di NRPB si è eseguito il cambiamento del fattore di taratura.

Il metodo di misura è stato integrato con una procedura organica per il calcolo dell'incertezza della misura di concentrazione di attività di radon in aria. I risultati analitici ottenuti sono stati applicati all'indagine radon presso la sede del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. A tal proposito è stato sviluppato un foglio EXCEL che si ritiene chiaro ed efficace. Mediante esso è possibile ricavare i risultati delle misure inserendo opportunamente i dati in uscita dal sistema TASLIMAGE. L'idea è di impiegarlo per future campagne di monitoraggio del radon. E' stato possibile affermare che i valori delle concentrazioni di attività di radon nell'edificio ministeriale sono tutti al di sotto di  $500 \text{ Bq m}^3$ , valore indicato dal D.Lgs. 230/95 e s.m.i. quale "livello di azione" oltre il quale sono necessarie ulteriori attività da parte del datore di lavoro.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] G. BRUZZANTINI: 'DAL SEGNO AL NUCLEO' (Bollati Boringhieri, 1993)
- [2] J. L. MARSHALL: 'ERNEST RUTHERFORD, THE TRUE DISCOVERER OF RADON' (Bull. Hist. Chem., Volume 38, Number 2 2003)
- [3] S. A. DURRANI & R. ILIC: 'RADON MEASUREMENTS BY ETCHED DETECTORS' (J. Stephan Institute, Ljubljana 1996)
- [4] L. TOMMASINO, G. FURLAN, H. A. KHAN & M. MONNIN: 'Proceedings of the International Workshop on RADON MONITORING IN RADIOPROTECTION, ENVIRONMENTAL AND EARTH SCIENCES' (World Scientific, 1990)
- [5] G. FURLAN & L. TOMMASINO: 'Proceedings of the Second Workshop on RADON MONITORING IN RADIOPROTECTION, ENVIRONMENTAL AND EARTH SCIENCES' (World Scientific, 1993)
- [6] TRACK ANALYSIS SYSTEMS LTD: 'TASLIMAGE MANUAL' (2003)
- [7] IO.RISLAB.09:DETERMINAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI ATTIVITA' DI RADON CON RIVELATORI PASSIVI DI TRACCE NUCLEARI CR39
- [8] GUIDA ALL'ESPRESSIONE DELL'INCERTEZZA DI MISURA: UNI CEI ENV 13005
- [9] REQUISITI GENERALI PER LA COMPETENZA DEI LABORATORI DI PROVA E TARATURA: UNI CEI EN ISO/IEC 17025
- [10] C. B. HOWARD: 'RESULTS OF THE 2004 NRPB INTERCOMPARISON OF PASSIVE RADON DETECTORS' (NRPB, 2004)
- [11] EUGENIO TERELLA: 'RIVELATORI DI TRACCE NUCLEARI A STATO SOLIDO "LR115" PER LA MISURA DELLA CONCENTRAZIONE DI RADON IN ARIA' (Tesi di Laurea, 2004)
- [12] SILVIA CAMISASCA: 'STUDIO DEI PARAMETRI CHIMICO FISICI PER LA DETERMINAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI RADON CON RIVELATORI A STATO SOLIDO DI TRACCE NUCLEARI DI NITRATO DI CELLULOSA LR 115' (Tesi di Laurea, 2002)
- [13] ROSARIA IPPOLITO: 'CARATTERIZZAZIONE DI UN RIVELATORE DI TRACCE NUCLEARI A STATO SOLIDO PER LA MISURA DELLA CONCENTRAZIONE DI RADON IN ARIA' (Tesi di Master, 2004)

## APPENDICE

In questa sezione sono riportati i seguenti fogli di calcolo EXCEL:

- ✓ NRPB 2005 7-1: foglio con i risultati ufficiali comunicati a NRPB delle misure eseguite sui rivelatori della serie 7-1.
- ✓ PRIMA RILETTURA 7-1: prima rilettura dei rivelatori della serie 7-1 esposti nell'interconfronto NRPB 2005.
- ✓ SECONDA RILETTURA 7-1: seconda rilettura dei rivelatori della serie 7-1 esposti nell'interconfronto NRPB 2005.
- ✓ TERZA RILETTURA 7-1: terza rilettura dei rivelatori della serie 7-1 esposti nell'interconfronto NRPB 2005.
- ✓ QUARTA RILETTURA 7-1: quarta rilettura dei rivelatori della serie 7-1 esposti nell'interconfronto NRPB 2005.
- ✓ NTPB 2005 7-2: foglio con i risultati ufficiali comunicati a NRPB delle misure eseguite sui rivelatori della serie 7-2.
- ✓ RILETTURA 7-2: rilettura dei rivelatori della serie 7-2 esposti nell'interconfronto NRPB 2005.
- ✓ FONDI: letture dei rivelatori selezionati per le misure dei fondi durante l'indagine radon del Ministero dell'Ambiente.
- ✓ NRPB 2004: letture dei rivelatori esposti nell'interconfronto NRPB 2004 con calcolo del nuovo fattore di taratura e incertezza tipo composta dello stesso.
- ✓ CALCOLO MATT: foglio per il calcolo dei risultati definitivi delle misure di concentrazione di attività di radon presso la sede del Ministero dell'Ambiente.







NRPA 2005 7-1

NO	NO	NO	NO
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100
101	101	101	101
102	102	102	102
103	103	103	103
104	104	104	104
105	105	105	105
106	106	106	106
107	107	107	107
108	108	108	108
109	109	109	109
110	110	110	110
111	111	111	111
112	112	112	112
113	113	113	113
114	114	114	114
115	115	115	115
116	116	116	116
117	117	117	117
118	118	118	118
119	119	119	119
120	120	120	120
121	121	121	121
122	122	122	122
123	123	123	123
124	124	124	124
125	125	125	125
126	126	126	126
127	127	127	127
128	128	128	128
129	129	129	129
130	130	130	130
131	131	131	131
132	132	132	132
133	133	133	133
134	134	134	134
135	135	135	135
136	136	136	136
137	137	137	137
138	138	138	138
139	139	139	139
140	140	140	140
141	141	141	141
142	142	142	142
143	143	143	143
144	144	144	144
145	145	145	145
146	146	146	146
147	147	147	147
148	148	148	148
149	149	149	149
150	150	150	150
151	151	151	151
152	152	152	152
153	153	153	153
154	154	154	154
155	155	155	155
156	156	156	156
157	157	157	157
158	158	158	158
159	159	159	159
160	160	160	160
161	161	161	161
162	162	162	162
163	163	163	163
164	164	164	164
165	165	165	165
166	166	166	166
167	167	167	167
168	168	168	168
169	169	169	169
170	170	170	170
171	171	171	171
172	172	172	172
173	173	173	173
174	174	174	174
175	175	175	175
176	176	176	176
177	177	177	177
178	178	178	178
179	179	179	179
180	180	180	180
181	181	181	181
182	182	182	182
183	183	183	183
184	184	184	184
185	185	185	185
186	186	186	186
187	187	187	187
188	188	188	188
189	189	189	189
190	190	190	190
191	191	191	191
192	192	192	192
193	193	193	193
194	194	194	194
195	195	195	195
196	196	196	196
197	197	197	197
198	198	198	198
199	199	199	199
200	200	200	200

Figure 4-1



PRIMA SILETTURA 7:1

													18	19			
													20	21			
													22	23			
													24	25			
													26	27			
													28	29			
													30	31			
													32	33			
													34	35			
													36	37			
													38	39			
													40	41			
													42	43			
													44	45			
													46	47			
													48	49			
													50	51			
													52	53			
													54	55			
													56	57			
													58	59			
													60	61			
													62	63			
													64	65			
													66	67			
													68	69			
													70	71			
													72	73			
													74	75			
													76	77			
													78	79			
													80	81			
													82	83			
													84	85			
													86	87			
													88	89			
													90	91			
													92	93			
													94	95			
													96	97			
													98	99			
													100	101			
													102	103			
													104	105			
													106	107			
													108	109			
													110	111			
													112	113			
													114	115			
													116	117			
													118	119			
													120	121			
													122	123			
													124	125			
													126	127			
													128	129			
													130	131			
													132	133			
													134	135			
													136	137			
													138	139			
													140	141			
													142	143			
													144	145			
													146	147			
													148	149			
													150	151			
													152	153			
													154	155			
													156	157			
													158	159			
													160	161			
													162	163			
													164	165			
													166	167			
													168	169			
													170	171			
													172	173			
													174	175			
													176	177			
													178	179			
													180	181			
													182	183			
													184	185			
													186	187			
													188	189			
													190	191			
													192	193			
													194	195			
													196	197			
													198	199			
													200	201			
													202	203			
													204	205			
													206	207			
													208	209			
													210	211			
													212	213			
													214	215			
													216	217			
													218	219			
													220	221			
													222	223			
													224	225			
													226	227			
													228	229			
													230	231			
													232	233			
													234	235			
													236	237			
													238	239			
													240	241			
													242	243			
													244	245			
													246	247			
													248	249			
													250	251			
													252	253			
													254	255			
													256	257			
													258	259			
													260	261			
													262	263			
													264	265			
													266	267			
													268	269			
													270	271			
													272	273			
													274	275			
													276	277			
													278	279			
													280	281			
													282	283			
													284	285			
													286	287			
													288	289			
													290	291			
													292	293			
													294	295			
													296	297			
													298	299			
													300	301			
													302	303			
													304	305			
													306	307			
													308	309			
													310	311			
													312	313			
													314	315			
													316	317			
													318	319			
													320	321			
													322	323			
													324	325			
													326	327			
													328	329			
													330	331			
													332	333			
													334	335			
													336	337			
													338	339			
													340	341			
													342	343			
													344	345			
													346	347			
													348	349			
													350	351			
													352	353			
													354	355			
													356	357			
													358	359			
													360	361			
													362	363			
													364	365			
													366	367			
													368	369			
													370	371			
													372	373			
													374	375			
													376	377			
													378	379			
													380	381			
													382	383			
													384	385			
													386	387			
													388	389			
													390	391			
													392	393			
													394	395			
													396	397			
													398	399			
													400	401			
													402	403			
													404	405			
													406	407			
													408	409			
													410	411			
													412	413			
													414	415			
													416	417			
													418	419			
													420	421			
													422	423			
													424	425			
													426	427			
													428	429			
													430	431			
													432	433			
													434	435			
													436	437			
													438	439			
													440	441			
													442	443			
													444	445			
													446	447			
													448	449			
													450	451			
													452	453			
													454	455			
													456	457			
													458	459			
													460	461			
													462	463			
													464	465			
													466	467			
													468	469			
													470	471			
													472	473			
													474	475			
													476	477			
													478	479			
													480	481			
													482	483			
													484	485			
													486	487			
													488	489			
													490	491			
													492	493			
													494	495			
													496	497			
													498	499			
													500	501			
													502	503			
													504	505			
													506	507			
													508	509			
													510	511			
													512	513			
													514	515			
													516	517			
													518	519			
													520	521			
													522	523			
													524	525			
													526	527			
													528	529			
													530	531			
													532	533			
													534	535			
													536	537			
													538	539			
													540	541			
													542	543			
													544	545			
													546	547			
													548	549			
													550	551			
													552	553			
													554	555			
													556	557			
													558	559			
													560	561			
													562	563			
													564	565			
													566	567			
													568	569			
													570	571			
													572	573			
													574	575			
													576	577			
													578	579			
													580	581			
													582	583			
													584	585			
													586	587			
													588	589			
													590	591			
													592	593			
													594	595			
													596	597			
													598	599			
													600	601			
													602	603			
													604	605			
													606	607			





PRIMA RILETTURA 2-1



Figura 4.10

PRIMA SEZIONE 3-1

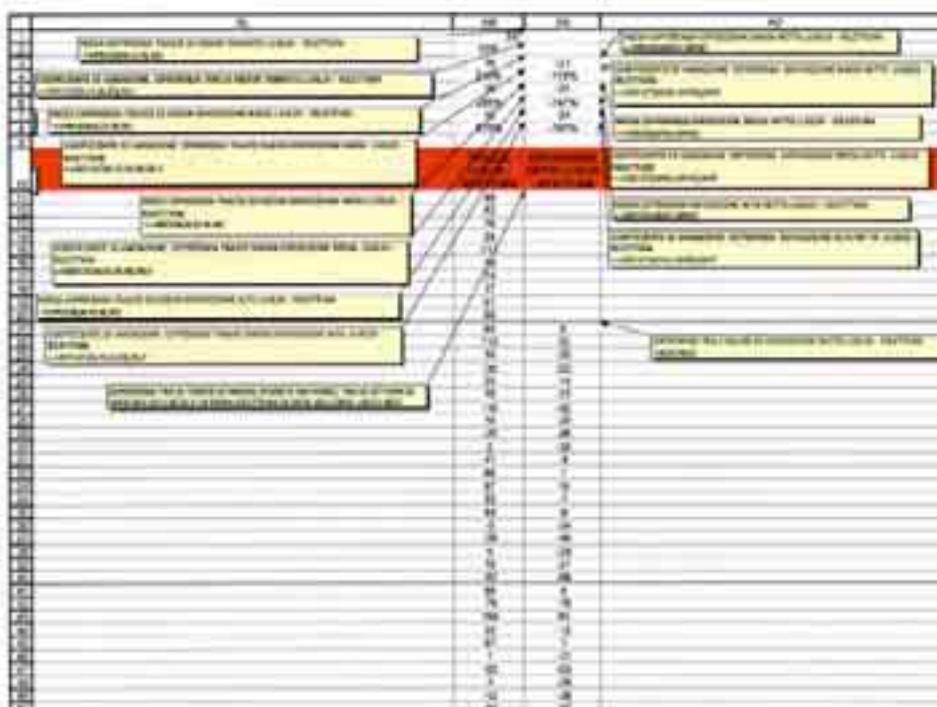


Fig. 3-1



SECONDA RILETTURA 7-1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1										88	123	
2										85	121	
3										417	142	
4										115	116	
5										688	341	
6										85	74	
7										1088	1822	
8										14	11	
9										7.1%	6.3%	
10												
11	D	7/1	48	8118	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	0	1	0	8
12	D	7/1	19	8488	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	41	4	0	11
13	D	7/1	20	8487	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	47	7	0	10
14	D	7/1	17	8487	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	80	8	0	11
15	D	7/1	37	8587	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	88	11	0	12
16	D	7/1	16	8488	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	86	10	0	14
17	D	7/1	38	8588	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	84	16	0	16
18	D	7/1	36	8588	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	88	17	0	18
19	D	7/1	18	8488	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	108	24	0	23
20	D	7/1	39	8588	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	98	25	0	21
21	F	7/1	8	8475	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	323	114	0	12
22	F	7/1	32	8582	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	398	121	0	18
23	F	7/1	15	8481	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	447	138	0	20
24	F	7/1	28	8486	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	381	137	0	11
25	F	7/1	8	8479	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	412	148	0	18
26	F	7/1	24	8484	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	418	151	0	14
27	F	7/1	3	8472	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	419	152	0	13
28	F	7/1	21	8501	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	434	157	0	16
29	F	7/1	10	8480	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	442	160	0	18
30	F	7/1	27	8481	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	490	173	0	18
31	F	7/1	9	8478	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	608	208	0	22
32	F	7/1	11	8481	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	609	224	0	19
33	F	7/1	25	8485	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	625	231	0	18
34	F	7/1	22	8482	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	628	233	0	18
35	F	7/1	13	8482	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	680	244	0	14
36	F	7/1	3	8472	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	685	247	0	14
37	F	7/1	23	8505	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	674	247	0	20
38	F	7/1	8	8508	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	688	248	0	21
39	F	7/1	28	8488	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	690	248	0	22
40	F	7/1	7	8477	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	734	273	0	19
41	F	7/1	29	8489	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	3505	1343	0	38
42	F	7/1	13	8482	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	3681	1488	0	38
43	F	7/1	8	8479	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	3692	1510	0	40
44	F	7/1	23	8482	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	3908	1518	0	41
45	F	7/1	4	8474	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	4008	1608	0	16
46	F	7/1	14	8484	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	4028	1640	0	16
47	F	7/1	34	8504	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	4037	1648	0	14
48	F	7/1	27	8487	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	4081	1567	0	14
49	F	7/1	30	8500	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	4090	1570	0	14
50	F	7/1	7	8473	01/12/2005	01/12/2005	01/12/2005	0	4188	1683	0	13

SECONDA RILETTURA 7-1

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												

SECONDA FOLETTURA 7-1

	9	2	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1				42		89		
2				47%		89%		
3	0,000	122		281	281	100	100	
4	0,0274	14%		12%	14%	13%	14%	
5		228		477	458	204	280	
6		0%		7%	4%	7%	6%	
7		1100		2907	2884	1667	1666	
8		0%		0%	0%	0%	0%	
9		4,4%					4,4%	
			<b>ESPOSIZIONE NETTA 1000</b>	<b>ESPOSIZIONE NETTA 10000</b>	<b>ESPOSIZIONE NETTA 100000</b>	<b>ESPOSIZIONE NETTA 1000000</b>	<b>ESPOSIZIONE NETTA 10000000</b>	
10			NETTO 200000000	NETTO 2000000000	NETTO 20000000000	NETTO 200000000000	NETTO 2000000000000	
11			0,17148	0		-12		
12			0,14286	27		8		
13			0,10061	34		8		
14			0,17001	36		8		
15			0,10304	41		12		
16			0,10418	52		16		
17			0,17102	49		17		
18			0,10067	52		18		
19			0,10471	65		26		
20			0,13478	67		27		
21			0,10018	101	237	125	112	
22			0,14978	108	248	207	132	
23			0,10599	123	279	237	149	
24			0,10206	124	281	239	151	
25			0,09947	136	302	250	163	
26			0,09701	136	306	264	161	
27			0,08824	139	307	268	166	
28			0,07618	144	318	278	172	
29			0,06038	147	324	283	178	
30			0,10076	162	352	370	192	
31			0,10081	195	415	375	228	
32			0,05594	211	449	403	248	
33			0,09663	218	459	416	253	
34			0,10738	220	461	419	255	
35			0,09568	231	464	441	266	
36			0,10082	234	467	443	270	
37			0,11332	234	469	446	276	
38			0,09607	235	480	447	271	
39			0,05144	243	506	483	280	
40			0,07308	260	536	496	290	
41			0,10754	1050	2067	2025	1471	
42			0,09886	1470	2644	2032	1631	
43			0,06733	1497	2664	1841	1653	
44			0,09990	1900	2970	2009	1683	
45			0,08528	1908	2998	2006	1685	
46			0,06531	1933	2950	2007	1691	
47			0,07136	1939	2995	2013	1694	
48			0,07408	1934	2991	2048	1705	
49			0,07687	1937	2997	2051	1719	
50			0,08073	1980	3040	2096	1731	

SECONDA RILETTURA 7-1

	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
1								
2		33%	33%		75%			
3		328	198	138	54	-8		0,34000
4		10%	10%	14%	100%	-100%		
5		488	288	238	21	-18		0,34000
6		7%	7%	9%	211%	-181%		
7		3888	1887	1888	-48	-55		0,30822
8		3%	3%	3%	100%	111%		
9								0,34871
10								
11								0,3%
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								

TERZA RILETTURA 7-1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2									50	6,7		
3									415	135		
4									415	147		
5									55	55		
6									650	341		
7									55	55		
8									3841	1838		
9									55	55		
10									6,4%	6,6%		
11	ANNO 2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CUMULATO DAL 2011 AL 2020	
11	0	77	82	999	99122000	99122000	99122000	0	77	-0	0	7
12	0	77	31	997	99122000	99122000	99122000	0	31	-2	0	9
13	0	77	36	9906	99122000	99122000	99122000	0	36	7	0	9
14	0	77	40	9910	99122000	99122000	99122000	0	44	3	0	9
15	0	77	79	9989	99122000	99122000	99122000	0	99	4	2	9
16	0	77	17	9987	99122000	99122000	99122000	0	99	3	0	9
17	0	77	35	9995	99122000	99122000	99122000	0	37	11	2	9
18	0	77	70	9988	99122000	99122000	99122000	0	42	11	0	9
19	0	77	38	9958	99122000	99122000	99122000	0	76	10	0	13
20	0	77	39	9959	99122000	99122000	99122000	0	63	10	0	11
21	1	77	21	9991	99122000	99122000	99122000	0	201	128	0	13
22	1	77	55	9985	99122000	99122000	99122000	0	214	130	0	18
23	1	77	31	9991	99122000	99122000	99122000	0	282	137	0	11
24	1	77	8	9978	99122000	99122000	99122000	0	400	141	0	32
25	1	77	5	9975	99122000	99122000	99122000	0	209	144	0	11
26	1	77	2	9972	99122000	99122000	99122000	0	413	149	0	13
27	1	77	10	9980	99122000	99122000	99122000	0	420	154	0	13
28	1	77	28	9998	99122000	99122000	99122000	0	437	164	0	11
29	1	77	24	9994	99122000	99122000	99122000	0	434	167	0	16
30	1	77	32	9992	99122000	99122000	99122000	0	479	175	0	12
31	2	77	35	9995	99122000	99122000	99122000	0	549	182	0	18
32	2	77	9	9979	99122000	99122000	99122000	0	305	175	0	17
33	2	77	11	9981	99122000	99122000	99122000	0	430	174	0	16
34	2	77	3	9973	99122000	99122000	99122000	0	636	188	0	17
35	2	77	22	9982	99122000	99122000	99122000	0	449	190	0	18
36	2	77	25	9985	99122000	99122000	99122000	0	692	190	0	17
37	2	77	28	9988	99122000	99122000	99122000	0	663	198	0	17
38	2	77	12	9982	99122000	99122000	99122000	0	636	198	0	17
39	2	77	22	9992	99122000	99122000	99122000	0	706	201	0	16
40	2	77	7	9977	99122000	99122000	99122000	0	709	202	0	16
41	3	77	28	9998	99122000	99122000	99122000	0	904	190	0	20
42	3	77	17	9987	99122000	99122000	99122000	0	7873	1499	0	20
43	3	77	1	9971	99122000	99122000	99122000	0	2097	1428	0	20
44	3	77	4	9974	99122000	99122000	99122000	0	2048	1521	0	27
45	3	77	23	9993	99122000	99122000	99122000	0	4026	1528	0	20
46	3	77	24	9994	99122000	99122000	99122000	0	4026	1538	0	24
47	3	77	30	9999	99122000	99122000	99122000	0	4120	1541	0	22
48	3	77	13	9983	99122000	99122000	99122000	0	4120	1550	0	23
49	3	77	2	9976	99122000	99122000	99122000	0	4072	1583	0	20
50	3	77	14	9984	99122000	99122000	99122000	0	4042	1607	0	26

Figura 1 8 4

TERZA RILETTURA 7.1

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
	CONGRUENZE FAC. (PUNTI)			PUNTEGGIO ANNUO (PUNTI)				ESAME		ESAME		ESAME	
	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	A	B	
10	0	1	0	0	1	0	3	18	0	0	0	0	
11	0	1	0	0	1	0	4	28	0	0	0	0	
12	0	1	0	0	1	0	5	34	0	0	0	0	
13	0	1	0	0	1	0	6	34	0	0	0	0	
14	0	1	0	0	1	0	7	44	0	0	0	0	
15	0	1	0	0	1	0	7	51	0	0	0	0	
16	0	1	0	0	1	0	8	54	0	0	0	0	
17	0	1	0	0	1	0	9	56	0	0	0	0	
18	0	1	0	0	1	0	10	67	0	0	0	0	
19	0	1	0	0	1	0	11	77	0	0	0	0	
20	0	1	0	0	1	0	20	147	0	0	0	0	
21	0	1	0	0	1	0	40	307	0	0	0	0	
22	0	1	0	0	1	0	34	304	0	0	0	0	
23	0	1	0	0	1	0	40	308	0	0	0	0	
24	0	1	0	0	1	0	42	308	0	0	0	0	
25	0	1	0	0	1	0	30	290	0	0	0	0	
26	0	1	0	0	1	0	31	411	0	0	0	0	
27	0	1	0	0	1	0	41	410	0	0	0	0	
28	0	1	0	0	1	0	30	418	0	0	0	0	
29	0	1	0	0	1	0	40	400	0	0	0	0	
30	0	1	0	0	1	0	30	570	0	0	0	0	
31	0	1	0	0	1	0	47	584	0	0	0	0	
32	0	1	0	0	1	0	40	620	0	0	0	0	
33	0	1	0	0	1	0	37	623	0	0	0	0	
34	0	1	0	0	1	0	38	631	0	0	0	0	
35	0	1	0	0	1	0	30	634	0	0	0	0	
36	0	1	0	0	1	0	41	640	0	0	0	0	
37	0	1	0	0	1	0	64	680	0	0	0	0	
38	0	1	0	0	1	0	64	681	0	0	0	0	
39	0	1	0	0	1	0	67	737	0	0	0	0	
40	0	1	0	0	1	0	340	3940	0	0	0	0	
41	0	1	0	0	1	0	277	3700	0	0	0	0	
42	0	1	0	0	1	0	310	3733	0	0	0	0	
43	0	1	0	0	1	0	220	3620	0	0	0	0	
44	0	1	0	0	1	0	270	3914	0	0	0	0	
45	0	1	0	0	1	0	340	3807	0	0	0	0	
46	0	1	0	0	1	0	308	3874	0	0	0	0	
47	0	1	0	0	1	0	308	3903	0	0	0	0	
48	0	1	0	0	1	0	327	3939	0	0	0	0	
49	0	1	0	0	1	0	360	4077	0	0	0	0	

TERZA RILETTURA 7-1

	F	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1			31				
2			42%		100%		
3	0,000	142	200	268	347	436	
4	0,0274	176	245	323	412	516	
5		217	291	388	498	636	
6		27	37	48	62	79	
7		142	197	264	341	436	
8		25	33	43	55	70	
9		7,7%		7%		7%	
		<b>DIFFERENZIA PER LA S.M.C. 2014-2015</b>	<b>DIFFERENZIA PER LA S.M.C. 2015-2016</b>	<b>DIFFERENZIA PER LA S.M.C. 2016-2017</b>	<b>DIFFERENZIA PER LA S.M.C. 2017-2018</b>	<b>DIFFERENZIA PER LA S.M.C. 2018-2019</b>	<b>DIFFERENZIA PER LA S.M.C. 2019-2020</b>
10							
11	0,1000		11		-5		
12	0,1010		12		-3		
13	0,1047		22		7		
14	0,1047		25		3		
15	0,1000		20		0		
16	0,1070		29		0		
17	0,0947		43		13		
18	0,1070		41		17		
19	0,1047		45		14		
20	0,1000		40		17		
21	0,0900	122	205	259	341	436	
22	0,1120	127	272	341	436	556	
23	0,0947	131	201	260	334	444	
24	0,1010	130	207	268	334	444	
25	0,1000	130	220	281	357	451	
26	0,0910	140	203	272	343	437	
27	0,0750	146	311	387	500	640	
28	0,1000	144	313	393	500	640	
29	0,0700	151	310	387	470	599	
30	0,0900	150	303	380	481	595	
31	0,0900	150	402	571	721	914	
32	0,0940	171	441	617	744	936	
33	0,0720	170	404	623	798	1000	
34	0,0910	170	490	630	799	1011	
35	0,0910	174	475	640	799	1017	
36	0,0900	178	480	654	799	1022	
37	0,0900	180	490	670	799	1021	
38	0,0900	183	510	679	799	1027	
39	0,0900	187	510	689	799	1028	
40	0,0917	179	551	720	839	1071	
41	0,0920	174	570	750	839	1070	
42	0,0940	149	542	597	670	823	
43	0,0940	149	597	720	839	1070	
44	0,0970	155	702	890	1070	1360	
45	0,0900	150	598	740	839	1070	
46	0,0871	153	598	690	800	1070	
47	0,0944	159	690	790	890	1090	
48	0,0900	144	590	700	800	1000	
49	0,0923	157	684	783	871	1070	
50	0,0917	150	591	690	770	1000	
51							

TERZA RILETTURA 7-1

	AC	AP	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	
1									
2		20%	20%		50%				
3		200	200	100	20	-27		0,1000	
4		20%	20%	100	100%	100%			
5		400	200	200	10	24		0,0270	
6		7%	7%	2%	140%	-140%			
7		2000	1001	1028	-27	-27		0,0000	
8		2%	2%	2%	-20%	-20%			
9				0,1%				0,0000	
10	<b>CONTO DI RENDITA</b>								
11	8000	107	92		92			0,1%	
12	8017	74	43		39				
13	8036	58	27		25				
14	8070	29	10		12				
15	8488	111	84		81				
16	8487	713	30		84				
17	8485	188	35		136				
18	8488	704	95		43				
19	8508	87	20		12				
20	8508	30	30		11				
21	8491	211	160	127	46	8			
22	8495	209	130	177	126	38			
23	8501	142	100	145	62	1			
24	8478	738	108	145	48	4			
25	8478	248	201	148	32	2			
26	8472	238	194	142	33	-18			
27	8480	304	175	123	8	-28			
28	8486	111	101	120	9	-23			
29	8484	271	152	105	45	-40			
30	8502	228	136	141	13	42			
31	8505	518	234	187	118	32			
32	8478	438	287	235	34	-3			
33	8487	401	270	211	3	-33			
34	8473	510	281	240	49	8			
35	8458	464	288	219	12	-41			
36	8495	499	288	235	15	-27			
37	8468	353	378	257	67	4			
38	8482	408	260	212	-21	-24			
39	8502	547	378	264	26	-19			
40	8477	454	288	215	-35	-37			
41	8499	2748	1587	1534	-38	-37			
42	8497	2920	1675	1622	52	-1			
43	8471	2823	1630	1577	-25	-46			
44	8474	2838	1627	1585	46	84			
45	8483	2848	1687	1648	2	-38			
46	8504	2864	1711	1658	26	-18			
47	8500	2870	1761	1661	-1	-35			
48	8481	2858	1598	1604	-24	-187			
49	8478	2862	1682	1602	-22	-128			
50	8484	2882	1584	1572	-18	-88			
51									



QUARTA RILETTURA 7-1

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10	CONCENTRAZIONE FAS			COMPOSIZIONE ANNA FAS			MI	MO	EXTRA 1	EXTRA 2	EXTRA 3	AREA
11	2	1	0	0	1	0	5	20	8	7	158	143
12	0	2	0	0	1	0	8	49	85	27	405	78
13	0	1	0	0	1	0	11	64	18	8	150	136
14	0	1	0	0	1	0	11	65	28	13	304	96
15	0	1	0	0	1	0	12	73	60	8	248	112
16	0	1	0	0	1	0	11	68	13	13	204	117
17	0	1	0	0	1	0	18	89	26	12	304	126
18	0	1	0	0	1	0	8	73	22	14	283	113
19	0	1	0	0	1	0	10	88	22	22	379	97
20	0	1	0	0	1	0	21	127	65	29	395	83
21	0	1	0	0	1	0	35	341	28	29	574	308
22	0	1	0	0	1	0	34	371	9	6	448	195
23	0	1	0	0	1	0	53	415	18	10	521	460
24	0	1	0	0	1	0	29	407	28	8	536	166
25	0	1	0	0	1	0	51	448	24	13	1100	148
26	0	1	0	0	1	0	44	431	11	8	879	188
27	0	1	0	0	1	0	32	422	11	7	484	188
28	0	1	0	0	1	0	23	424	46	19	508	146
29	0	1	0	0	1	0	40	433	17	23	662	160
30	0	1	0	0	1	0	49	438	28	34	875	152
31	0	1	0	0	1	0	38	479	34	22	767	154
32	0	1	0	0	1	0	54	637	40	49	1148	149
33	0	1	0	0	1	0	54	613	16	9	741	168
34	0	1	0	0	1	0	48	622	34	27	849	153
35	0	1	0	0	1	0	55	647	25	15	779	163
36	0	1	0	0	1	0	57	646	23	26	882	184
37	0	1	0	0	1	0	54	665	18	18	780	177
38	0	1	0	0	1	0	60	688	42	40	1173	162
39	0	1	0	0	1	0	48	711	47	40	1162	164
40	0	1	0	0	1	0	64	836	28	40	843	150
41	0	1	0	0	1	0	263	1384	117	69	4002	166
42	0	1	0	0	1	0	301	1481	153	103	4218	162
43	0	1	0	0	1	0	243	1729	92	132	4187	168
44	0	1	0	0	1	0	280	1736	86	63	4109	181
45	0	1	0	0	1	0	248	1822	84	62	4162	176
46	0	1	0	0	1	0	308	1852	115	58	4322	158
47	0	1	0	0	1	0	337	1878	71	29	4135	170
48	0	1	0	0	1	0	308	1880	127	75	4370	181
49	0	1	0	0	1	0	321	1943	96	40	4436	188
50	0	1	0	0	1	0	388	2059	107	60	4318	190

QUARTA RILETTURA 7-1

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1				55		20		
2				23%		21%		
3		0,803	137	313	238	170	100	
4		0,8274	7%	9%	7%	7%	100	
5			220	490	442	278	200	
6			7%	8%	7%	6%	100	
7			1484	2009	2013	1049	1000	
8		0,96878	7%	9%	7%	7%	100	
9			7,2%				100	
			<b>ESPOSIZIONE NETTA TALE 2009 N. 2%</b>	<b>TACCO NAZIONALE 2009 N. 2%</b>	<b>TACCO NAZIONALE NETTO</b>	<b>ESPOSIZIONE NETTA 2009 N. 2%</b>	<b>ESPOSIZIONE NETTA ANNI</b>	
10		0,17241		24		3		
11		0,16327		26		3		
12		0,17188		44		14		
13		0,16923		52		16		
14		0,16438		58		22		
15		0,16176		56		22		
16		0,16854		58		20		
17		0,13379		60		20		
18		0,17048		70		20		
19		0,16330		89		40		
20								
21		0,09186	120	284	229	153	132	
22		0,09164	120	284	228	152	132	
23		0,07952	130	308	251	160	145	
24		0,07125	130	313	257	169	149	
25		0,11435	137	315	259	170	150	
26		0,13205	138	317	262	172	151	
27		0,08759	136	316	263	173	152	
28		0,05425	144	320	274	178	159	
29		0,08238	147	324	278	181	161	
30		0,13274	151	340	290	188	167	
31		0,12190	205	443	369	245	220	
32		0,09471	210	460	410	257	237	
33		0,09806	217	468	412	258	238	
34		0,07711	216	470	414	260	239	
35		0,09001	220	482	437	273	252	
36		0,08934	231	485	439	274	254	
37		0,09120	238	508	452	282	261	
38		0,11901	244	519	464	288	268	
39		0,08781	289	647	491	304	284	
40		0,10063	270	587	518	319	290	
41		0,09058	1322	2913	2507	1498	1448	
42		0,08679	1379	2990	2611	1529	1507	
43		0,08818	1467	2837	2782	1627	1608	
44		0,08022	1478	2869	2805	1649	1619	
45		0,08499	1526	2912	2857	1679	1649	
46		0,08022	1517	2933	2877	1682	1651	
47		0,08430	1526	2953	2908	1694	1673	
48		0,07003	1531	2980	2904	1697	1677	
49		0,08141	1548	2988	2932	1713	1685	
50		0,08028	1562	3017	2962	1730	1710	

QUARTA RILETTURA 7-1

	AJ	AJ1	AJ2	AJ	AK	AL	AM	AN
1		81	82		85			
2		20%	22%		115%			
3		330	190	138	15	-12		0.33281
4		12%	10%	14%	310%	-234%		
5		498	288	238	1	-28		0.53227
6		7%	7%	9%	1422%	-180%		
7		2880	1851	1589	8	25		0.68833
8		7%	2%	7%	-911%	-381%		
9				8.6%				0.54441
	<b>PRODOTTO</b>	<b>TRAIQUE BARRON</b>	<b>ESPOSIZIONE</b>	<b>DEPOSIZIONE</b>	<b>TAVOLE</b>	<b>NETTA</b>		
	<b>TAVO</b>	<b>LIQUID</b>	<b>APET LIQUID</b>	<b>APET LIQUID</b>	<b>LIQUID</b>	<b>LIQUID</b>		
	<b>GRUPPO</b>	<b>GRUPPO</b>	<b>GRUPPO</b>	<b>GRUPPO</b>	<b>GRUPPO</b>	<b>GRUPPO</b>		
10								5.7%
11	8507	74	63		50			
12	8499	107	82		70			
13	8486	148	85		194			
14	8488	111	84		39			
15	8488	104	80		47			
16	8500	34	33		-1			
17	8509	56	35		7			
18	8487	113	86		48			
19	8518	78	45		8			
20	8508	57	33		-32			
21	8485	298	235	177	113	48		
22	8481	311	185	127	27	-5		
23	8486	313	185	138	6	-17		
24	8478	256	194	141	25	7		
25	8475	348	201	146	33	-1		
26	8472	326	194	142	18	-16		
27	8502	308	186	143	20	8		
28	8501	342	198	146	13	-13		
29	8480	304	178	123	-20	-28		
30	8494	273	188	126	72	-62		
31	8488	323	218	267	100	42		
32	8481	467	270	217	2	-19		
33	8500	318	290	247	51	9		
34	8479	498	287	235	28	-4		
35	8475	515	297	246	22	6		
36	8492	484	296	215	-31	-24		
37	8495	499	288	236	9	-28		
38	8482	439	285	213	40	-23		
39	8477	484	258	216	43	38		
40	8503	547	316	286	-20	-22		
41	8490	2748	1387	1534	188	87		
42	8478	2882	1653	1600	186	83		
43	8483	2940	1697	1645	103	39		
44	8500	2950	1703	1651	88	91		
45	8504	2944	1711	1669	52	10		
46	8474	2820	1637	1585	-37	-78		
47	8497	2900	1675	1622	-43	-61		
48	8471	2820	1630	1577	-127	-100		
49	8483	2886	1556	1504	-292	-189		
50	8484	2882	1684	1672	-539	-88		

MRPS 2005 7-2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
									36
									37
									38
									39
									40
									41
									42
									43
									44
									45
									46
									47
									48
									49
									50
									51
									52
									53
									54
									55
									56
									57
									58
									59
									60
									61
									62
									63
									64
									65
									66
									67
									68
									69
									70
									71
									72
									73
									74
									75
									76
									77
									78
									79
									80
									81
									82
									83
									84
									85
									86
									87
									88
									89
									90
									91
									92
									93
									94
									95
									96
									97
									98
									99
									100

	L	E	L	M	B	O	P	G	A	S	T	U	V	W	X
11															
106															
100															
101															
102															
103															
104															
105															
106															
107															
108															
109															
110															
111															
112															
113															
114															
115															
116															
117															
118															
119															
120															
121															
122															
123															
124															
125															
126															
127															
128															
129															
130															
131															
132															
133															
134															
135															
136															
137															
138															
139															
140															
141															
142															
143															
144															
145															
146															
147															
148															
149															
150															
151															
152															
153															
154															
155															
156															
157															
158															
159															
160															
161															
162															
163															
164															
165															
166															
167															
168															
169															
170															
171															
172															
173															
174															
175															
176															
177															
178															
179															
180															
181															
182															
183															
184															
185															
186															
187															
188															
189															
190															
191															
192															
193															
194															
195															
196															
197															
198															
199															
200															







RILETTURA 7-2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1									113	20		
2									7%	107%		
3						179,8	329		438	158		
4									7%	9%		
5						232,58	584		887	232		
6									2%	11%		
7						1019,88	1798		1013	1602		
8									8%	8%		
9									1,8%	1,2%		
10	GRUPPI CSP	SEGRE	CONTO SPPA CH. 36	CONTO TACI CH. 34	PL. 2.0000	STAT. 2.0000	AMM. 2.0000	DESP.	TOTALE	CORREZIONE TACI Mens. 2.0		
11	1	7,2	85	3378	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	64	10	e	17
12	1	7,2	88	1400	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	67	11	e	19
13	1	7,2	89	3473	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	73	13	e	18
14	1	7,2	86	4819	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	68	14	e	19
15	1	7,2	18	7302	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	77	14	e	15
16	1	7,2	16	8281	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	86	20	e	8
17	1	7,2	46	5188	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	114	25	e	18
18	1	7,2	17	8679	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	120	27	e	17
19	1	7,2	94	7327	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	129	28	e	18
20	1	7,2	87	7288	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	148	38	e	43
21	1	7,2	21	5488	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	180	51	e	17
22	1	7,2	10	4398	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	433	137	e	15
23	1	7,2	12	3275	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	435	138	e	18
24	1	7,2	29	3986	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	437	138	e	13
25	1	7,2	2	8755	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	435	158	e	17
26	1	7,2	6	8932	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	438	159	e	16
27	1	7,2	10	4789	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	458	166	e	14
28	1	7,2	24	8212	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	460	180	e	14
29	1	7,2	21	8788	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	468	187	e	15
30	2	7,2	8	2826	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	474	175	e	18
31	2	7,2	8	7802	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	472	219	e	22
32	2	7,2	11	8117	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	472	227	e	20
33	2	7,2	3	8111	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	473	226	e	16
34	2	7,2	38	1800	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	488	227	e	16
35	2	7,2	20	8460	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	483	257	e	18
36	2	7,2	1	4784	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	703	206	e	28
37	2	7,2	88	7185	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	787	283	e	16
38	2	7,2	22	3378	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	717	287	e	18
39	2	7,2	35	1614	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	772	289	e	22
40	2	7,2	12	4422	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	898	288	e	39
41	3	7,2	30	3051	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	2678	1418	e	77
42	3	7,2	18	8800	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	1019	1460	e	90
43	2	7,2	4	6300	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	1081	1487	e	88
44	3	7,2	38	7186	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	1813	1502	e	87
45	3	7,2	23	8555	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	1828	1508	e	76
46	2	7,2	1	8910	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	1834	1510	e	73
47	3	7,2	14	5625	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	2044	1514	e	87
48	3	7,2	8	3187	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	2050	1518	e	87
49	3	7,2	27	8904	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	1987	1524	e	87
50	3	7,2	34	3442	85/12/2000	85/12/2000	85/12/2000	0	4887	1587	e	88

RILETTURA 7-2

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10	CONCENTRAZIONE TAC. (M/m <sup>2</sup> )						CONCENTRAZIONE AREA TAC. (M/m <sup>2</sup> )						
11							30	36	ESTR. I	ESTR. II	ESTR. III	AREA	
12	0	8	8	8	8	8	11	84	9	18	189	178	
13	0	8	8	8	8	8	8	88	7	7	183	184	
14	0	8	8	8	8	8	11	88	11	8	181	185	
15	0	8	8	8	8	8	8	72	8	8	181	188	
16	0	8	8	8	8	8	16	95	86	8	188	121	
17	0	8	8	8	8	8	15	80	13	1	184	178	
18	0	8	8	8	8	8	18	108	20	18	185	122	
19	0	8	8	8	8	8	17	101	8	14	185	180	
20	0	8	8	8	8	8	17	101	23	8	187	134	
21	0	8	8	8	8	8	45	268	180	5	187	170	
22	0	8	8	8	8	8	47	302	22	11	174	157	
23	0	8	8	8	8	8	38	418	41	8	171	134	
24	0	8	8	8	8	8	23	420	18	7	190	188	
25	0	8	8	8	8	8	38	421	12	1	183	185	
26	0	8	8	8	8	8	44	426	10	7	184	177	
27	0	8	8	8	8	8	47	432	13	27	185	183	
28	0	8	8	8	8	8	38	453	28	8	185	183	
29	0	8	8	8	8	8	40	417	19	18	187	185	
30	0	8	8	8	8	8	29	438	28	11	187	184	
31	0	8	8	8	8	8	47	442	15	18	187	187	
32	0	8	8	8	8	8	88	844	48	17	188	179	
33	0	8	8	8	8	8	82	888	34	13	188	184	
34	0	8	8	8	8	8	33	888	18	18	188	187	
35	0	8	8	8	8	8	84	888	31	34	188	184	
36	0	8	8	8	8	8	80	887	32	19	188	171	
37	0	8	8	8	8	8	78	888	28	28	188	172	
38	0	8	8	8	8	8	81	882	22	7	188	188	
39	0	8	8	8	8	8	38	881	18	3	188	188	
40	0	8	8	8	8	8	38	733	28	23	188	188	
41	0	8	8	8	8	8	88	777	288	8	1278	181	
42	0	8	8	8	8	8	284	3513	138	88	4188	188	
43	0	8	8	8	8	8	281	3834	182	128	4178	188	
44	0	8	8	8	8	8	248	3774	78	77	4188	188	
45	0	8	8	8	8	8	273	3788	88	78	4118	188	
46	0	8	8	8	8	8	311	3788	108	48	4218	188	
47	0	8	8	8	8	8	321	3788	181	44	4158	188	
48	0	8	8	8	8	8	288	3778	88	88	4148	187	
49	0	8	8	8	8	8	273	3878	128	81	4228	188	
50	0	8	8	8	8	8	308	3888	138	128	4281	188	
51	0	8	8	8	8	8	284	3888	27	38	4323	178	

RILETTURA 7.2

	E	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1			89			28	
2			72%		102%		
3	0,001	130	111	286	170	360	
4	0,0274	10%	7%	10%	9%	100%	
5		228	498	438	276	360	
6		7%	11%	17%	11%	10%	
7		1476	2867	2798	1644	1836	
8	0,000016	2%	2%	2%	2%	10%	
9		8,2%				100%	
		<b>ESPOSIZIONE NETTA (12)</b>	<b>FRACCO SPONSO SALVARELLI</b>	<b>FRACCO RACON NETTO</b>	<b>ESPOSIZIONE SPAT SALVARELLI</b>	<b>ESPOSIZIONE &amp; NETTA SPAT</b>	
10		11902					
11	0,1788		47		17		
12	0,1208		45		12		
13	0,16178		44		14		
14	0,11111		48		15		
15	0,16810		49		16		
16	0,18204		56		22		
17	0,16687		66		28		
18	0,16632		71		29		
19	0,16832		73		38		
20	0,16778		201		107		
21	0,12877	105	267	198	142	115	
22	0,13040	111	280	211	158	122	
23	0,08478	132	318	250	173	148	
24	0,09001	132	320	251	173	148	
25	0,10229	132	318	250	173	144	
26	0,10880	133	321	252	174	148	
27	0,12008	134	324	256	176	148	
28	0,09990	134	322	254	176	148	
29	0,09607	137	329	260	178	150	
30	0,10181	147	347	279	189	161	
31	0,14607	190	428	381	238	208	
32	0,14247	195	440	371	242	214	
33	0,20014	300	868	380	248	220	
34	0,10940	281	481	383	249	221	
35	0,09906	231	308	408	282	283	
36	0,11189	234	312	444	284	298	
37	0,09944	237	318	448	288	299	
38	0,09648	241	320	457	292	294	
39	0,09040	262	368	497	315	287	
40	0,11320	272	384	515	328	298	
41	0,08271	388	2644	2478	1844	1918	
42	0,09007	1438	2798	2720	1604	1578	
43	0,06518	1471	2803	2760	1688	1611	
44	0,07288	1478	2847	2794	1644	1616	
45	0,08260	1482	2878	2810	1650	1622	
46	0,06453	1484	2883	2814	1655	1628	
47	0,06700	1488	2886	2821	1657	1629	
48	0,07028	1492	2890	2820	1662	1634	
49	0,07758	1500	2929	2880	1680	1651	
50	0,07178	1531	2873	2804	1700	1677	

RILETTURA 7-2

	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
1		81	39		17				
2		87%	87%		-83%				
3		287	186	118	-28	-6		1,5628	
4		175	175	175	85%	-25%			
5		478	277	247	-18	-1		0,57517	
6		9%	9%	10%	-17%	-220%			
7		2669	1646	1818	18	0		0,37783	
8		2%	2%	7%	-75%	-2857%			
9				4,4%				0,8428	
10	VALORI TRAZZATI RAZIONI TRAZZATI								
11	5528	23	13		-10			1,8%	
12	1008	36	21		-4				
13	1470	42	24		-2				
14	4818	48	23		-5				
15	1702	56	21		-6				
16	5097	37	21		21				
17	1180	60	23		-20				
18	5070	40	26		-26				
19	7327	48	27		26				
20	7286	168	87		37				
21	5881	336	137	108	-23	-7			
22	4236	207	177	147	27	26			
23	5375	282	184	134	36	-18			
24	1464	280	167	132	-47	-15			
25	8715	299	172	143	-20	-2			
26	8832	281	182	133	-40	-13			
27	4738	237	148	118	-67	-28			
28	8711	375	158	129	-44	-17			
29	1738	288	172	142	-31	8			
30	3820	322	224	174	5	-12			
31	7327	480	290	268	72	32			
32	6117	488	290	268	48	26			
33	6111	488	294	294	-44	-15			
34	1630	474	274	244	22	11			
35	9440	431	281	231	-55	-20			
36	4384	442	255	228	-29	-21			
37	7155	327	304	279	8	18			
38	3274	448	299	270	-76	-34			
39	5514	500	300	280	40	27			
40	4657	558	320	280	-20	-7			
41	3051	2970	1880	1630	116	118			
42	6050	2867	1879	1649	90	87			
43	5358	2911	1881	1651	55	46			
44	7708	2925	1886	1658	87	83			
45	6648	2798	1882	1662	-120	-99			
46	8378	2816	1828	1586	-67	-28			
47	3820	2924	1848	1618	-30	-11			
48	3187	2864	1853	1624	-18	10			
49	6854	2742	1888	1668	-168	-86			
50	3442	2796	1815	1585	-177	-80			

FONDI

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												

FONDI

	M	N	D	F	G	R	S	I	U	V	W	X
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												

FONDI

	1	2	3A	3B	3C	3D	3E	3F	3G
1	MONIA TRATTI EQUO								
2	INTEGRAZIONE FONDI								
3	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	28,798	0,000					
4	COOPERATIVA DI INVESTIMENTI FINANZIARI	0,000	40,000	0,000					
5	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	14,000	0,000					
6	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
7	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
8	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
9	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
10	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
11	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
12	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
13	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
14	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
15	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
16	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
17	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
18	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
19	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
20	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
21	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
22	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
23	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
24	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
25	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
26	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
27	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
28	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
29	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
30	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
31	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
32	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
33	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
34	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
35	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
36	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
37	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
38	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
39	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
40	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
41	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
42	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
43	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
44	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
45	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
46	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
47	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
48	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
49	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					
50	INTEGRAZIONE FONDI	0,000	0,000	0,000					





NRPS 2004

	V	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
1					71						
2				131	388	211					
3			8,11	276	88	326			0,00001123		
4			94	387	888	341			0,00001123		
5				86	42	86					
6				2075	3988	2038			0,00171038		
7				48	148	48					
8				14,676	26,47	14,676					
9				46238	264	46238					
10				264	46238	264					
11					26						
12					28						
13					48						
14					48						
15					48						
16					58						
17					68						
18					88						
19					98						
20					108						
21					118						
22					128						
23					138						
24					148						
25					158						
26					168						
27					178						
28					188						
29					198						
30					208						
31					218						
32					228						
33					238						
34					248						
35					258						
36					268						
37					278						
38					288						
39					298						
40					308						
41					318						
42					328						
43					338						
44					348						
45					358						
46					368						
47					378						
48					388						
49					398						
50					408						
51					418						
52					428						
53					438						
54					448						
55					458						
56					468						
57					478						
58					488						
59					498						
60					508						
61					518						
62					528						
63					538						
64					548						
65					558						
66					568						
67					578						
68					588						
69					598						
70					608						
71					618						

Figura 1.6.2

	AP	AS	AP	AS	AP	AS	AP	AS
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								

CALCOLO MATT

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10	DESCRIZIONE PUNTO MISURA			CODICE TABINTRAZ	DATA INI	DATA FINI	PRIMA DATA	GIORNI
11				2834	11/12/2005	11/12/2004	15/11/2004	131
12				3050	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
13				2930	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
14				3103	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
15				2905	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
16				3085	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
17				2998	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
18				3088	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
19				2938	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
20				3042	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
21				2900	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
22				3082	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
23				2889	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
24				3086	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
25				2928	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
26				3086	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
27				2914	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
28				3033	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
29				2873	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
30				3108	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
31				2986	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
32				3081	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
33				2980	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
34				3100	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
35				2936	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
36				3147	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
37				2926	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
38				3090	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
39				2909	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
40				3089	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
41				2983	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
42				3142	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
43				2952	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
44				3132	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
45				2921	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
46				3000	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
47				2911	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
48				3070	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
49				2945	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
50				3107	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
51				2933	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
52				3122	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
53				2874	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
54				3135	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
55				2972	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
56				2985	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
57				2908	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
58				3072	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
59				2894	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
60				3026	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
61				2987	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
62				3041	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
63				2940	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
64				3163	21/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
65				2982	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
66				3068	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
67				2937	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
68				3028	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
69				2950	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
70				3030	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
71				2899	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
72				3019	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258

CALCOLD MATT

	A	B	C	D	E	F	G	H
73		30	33	2818	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
74		30	33	3098	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
75		30	31	2845	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
76		30	31	3004	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
77		30	32	2851	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
78		30	32	2998	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
79		30	32	2887	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
80		30	32	3080	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
81		30	32	2932	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
82		30	34	3153	21/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
83		30	30	2930	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
84		30	30	3078	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
85		30	31	2844	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
86		30	31	3075	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
87		30	31	2903	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
88		30	31	3038	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
89		30	31	2917	21/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
90		30	30	3187	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
91		30	30	2984	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
92		30	30	3145	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
93		30	31	2957	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
94		30	31	3128	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
95		30	30	2976	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
96		30	30	3104	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
97		30	30	2954	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
98		30	30	3087	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
99		30	30	2883	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
100		30	30	2923	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
101		30	30	2883	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
102		30	32	3154	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
103		30	30	2934	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
104		30	30	3092	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
105		30	30	2924	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
106		30	30	3143	18/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
107		30	30	2988	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
108		30	30	3074	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
109		30	30	2911	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
110		30	34	3063	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
111		30	30	2988	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
112		30	30	3189	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
113		30	30	2975	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
114		30	30	3134	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
115		30	30	2944	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
116		30	30	3095	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
117		30	30	2920	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
118		30	41	3126	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
119		30	30	2935	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
120		30	44	3020	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
121		30	30	2959	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
122		30	40	3158	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
123		30	30	2925	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
124		30	40	2987	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
125		30	40	2884	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
126		30	40	3180	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
127		30	30	2902	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
128		30	40	3057	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
129		30	30	2900	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
130		30	30	3084	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
131		30	30	2813	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
132		30	30	2878	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
133		30	30	3111	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
134		30	30	2828	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
135		30	30	3009	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
136		30	30	2970	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
137		30	30	3184	21/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
138		30	30	2890	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
139		30	30	3128	21/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
140		30	30	2910	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
141		30	40	2991	21/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
142		30	40	2942	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
143		30	40	3128	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
144		30	30	2887	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
145		30	40	3085	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
146		30	30	2945	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131

CALCOLD MATT

	A	B	C	D	E	F	G	H
142		37	61	3031	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
143		38	62	2919	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
144		39	63	3170	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
150		40	64	2960	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
151		41	65	2836	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
152		42	66	3144	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
153		43	67	2947	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
154		44	68	3019	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
155		45	69	2910	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
156		46	70	3163	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
157		47	71	2941	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
158		48	72	3000	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
159		49	73	2949	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
160		50	74	3045	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
161		51	75	2829	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
162		52	76	3196	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
163		53	77	2885	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
164		54	78	3044	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
165		55	79	2955	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
166		56	80	3077	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
167		57	81	2965	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
168		58	82	3179	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
169		59	83	2648	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
170		60	84	3118	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
171		61	85	2904	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
172		62	86	3113	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
173		63	87	2990	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
174		64	88	3043	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
175		65	89	2974	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
176		66	90	3073	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
177		67	91	2977	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
178		68	92	3039	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
179		69	93	2835	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
180		70	94	3008	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
181		71	95	2922	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
182		72	96	3105	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
183		73	97	2833	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
184		74	98	3060	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
185		75	99	2840	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
186		76	100	3019	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
187		77	101	2963	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
188		78	102	3099	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
189		79	103	2971	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
190		80	104	3168	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
191		81	105	2981	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
192		82	106	3021	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
193		83	107	2948	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
194		84	108	3124	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
195		85	109	2973	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
196		86	110	2999	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
197		87	111	2946	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
198		88	112	3025	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
199		89	113	2927	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
200		90	114	3152	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
201		91	115	2872	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
202		92	116	3014	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
203		93	117	2961	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
204		94	118	2984	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
205		95	119	2812	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
206		96	120	3155	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
207		97	121	2937	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
208		98	122	3149	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
209		99	123	2984	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
210		100	124	3127	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
211		101	125	2887	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
212		102	126	3081	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
213		103	127	2938	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
214		104	128	3149	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
215		105	129	2826	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
216		106	130	3187	09/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
217		107	131	2943	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
218		108	132	3106	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
219		109	133	2822	09/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
220		110	134	2999	07/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259

CALCOLD MATT

	A	B	C	D	E	F	G	H
221		75	113	2811	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
222		76	113	2882	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
223		77	114	2980	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
224		78	114	3007	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	259
225		79	115	2847	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
226		80	115	3044	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
227		81	115	2895	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
228		82	116	3135	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
229		83	117	2838	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
230		84	117	3080	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
231		85	118	3118	18/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
232		86	118	3080	12/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
233		87	119	2825	06/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
234		88	119	3139	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
235		89	120	2830	06/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
236		90	120	3094	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
237		91	121	2951	08/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
238		92	121	3127	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
239		93	122	2879	08/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
240		94	122	3102	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
241		95	123	2899	07/12/2005	07/07/2004	15/11/2004	131
242		96	123	3097	08/12/2005	15/11/2004	01/08/2005	258
243								

CALCOLO MATT

	I	J	K	L	M	N	O
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10	ELETTORE (A2)		COMBINAZIONE (A2)				
	NO. C.	NO. S.	NO. S.	NO. S.	NO. S.	NO. S.	NO. S.
11	287	104	1	18	33	1	5
12	490	180	1	27	20	1	4
13	364	104	1	16	33	1	5
14	426	127	1	40	20	1	6
15	278	97	1	15	31	1	5
16	413	148	1	18	23	1	3
17	238	79	1	11	25	1	3
18	384	116	1	21	19	1	5
19	280	99	1	14	31	1	4
20	330	113	1	20	18	1	3
21	306	131	1	12	42	1	4
22	473	172	1	14	28	1	2
23	319	112	1	16	30	1	5
24	521	191	1	13	31	1	2
25	332	118	1	15	28	1	5
26	485	173	1	15	28	1	2
27	315	88	1	19	28	1	8
28	450	166	1	15	27	1	3
29	254	101	1	12	32	1	4
30	500	180	1	29	29	1	5
31	404	133	1	15	42	1	5
32	516	183	1	20	29	1	2
33	329	117	1	12	31	1	4
34	383	136	1	17	30	1	3
35	240	82	1	12	26	1	4
36	536	181	1	43	28	1	7
37	438	127	1	19	40	1	6
38	721	216	1	29	35	1	8
39	306	119	1	17	38	1	5
40	647	229	1	41	37	1	7
41	550	202	1	24	64	1	6
42	608	326	1	23	62	1	6
43	633	183	1	22	61	1	7
44	370	203	1	20	47	1	6
45	446	130	1	15	41	1	6
46	1060	366	1	41	64	1	7
47	509	176	1	29	56	1	9
48	758	250	1	22	40	1	4
49	322	109	1	15	34	1	6
50	590	209	1	18	34	1	2
51	342	122	1	12	30	1	4
52	542	160	1	18	26	1	3
53	387	80	1	12	25	1	4
54	501	163	1	19	29	1	3
55	289	105	1	15	30	1	5
56	608	191	1	41	31	1	7
57	384	84	1	20	27	1	6
58	472	152	1	18	24	1	3
59	217	69	1	12	22	1	4
60	302	99	1	12	18	1	2
61	426	154	1	14	49	1	4
62	1170	454	1	31	70	1	5
63	246	75	1	14	24	1	4
64	454	152	1	16	25	1	3
65	216	103	1	19	33	1	6
66	622	181	1	18	31	1	3
67	270	88	1	17	28	1	5
68	626	231	1	19	31	1	7
69	262	90	1	20	29	1	6
70	418	150	1	19	24	1	2
71	288	101	1	15	32	1	5
72	642	238	1	27	38	1	4

CALCULO MATT

	I	J	K	L	M	N	O
73	239	82	1	9	26	1	3
74	543	183	1	28	29	1	6
75	480	158	1	26	50	1	8
76	490	145	1	20	22	1	3
77	329	92	1	15	30	1	5
78	480	179	1	20	29	1	3
79	808	302	1	16	96	1	5
80	1157	300	1	25	81	1	4
81	286	100	1	14	32	1	4
82	473	136	1	22	22	1	4
83	308	88	1	17	27	1	5
84	412	125	1	23	26	1	5
85	277	76	1	23	24	1	7
86	423	143	1	16	23	1	3
87	341	97	1	24	31	1	8
88	473	128	1	20	22	1	2
89	281	86	1	12	22	1	4
90	552	147	1	21	24	1	3
91	630	333	1	20	74	1	6
92	662	253	1	20	41	1	2
93	548	193	1	22	41	1	7
94	836	310	1	24	50	1	4
95	481	162	1	18	32	1	6
96	547	188	1	31	32	1	5
97	439	150	1	11	81	1	3
98	539	182	1	23	28	1	4
99	518	165	1	15	53	1	8
100	810	181	1	19	29	1	3
101	317	107	1	15	34	1	5
102	497	160	1	22	29	1	4
103	428	138	1	29	41	1	9
104	383	134	1	19	22	1	3
105	403	141	1	30	45	1	10
106	418	151	1	11	24	1	2
107	300	104	1	18	33	1	5
108	447	145	1	42	23	1	7
109	256	74	1	14	24	1	4
110	347	131	1	14	21	1	2
111	476	164	1	26	52	1	8
112	567	174	1	36	28	1	6
113	462	116	1	15	37	1	5
114	567	187	1	23	27	1	4
115	284	79	1	18	25	1	5
116	462	142	1	27	22	1	4
117	251	85	1	14	27	1	4
118	381	124	1	19	20	1	3
119	472	188	1	21	53	1	7
120	718	214	1	21	34	1	3
121	476	157	1	20	30	1	6
122	662	206	1	23	33	1	4
123	350	99	1	18	31	1	5
124	542	174	1	22	28	1	4
125	318	113	1	12	38	1	4
126	530	194	1	32	31	1	6
127	327	118	1	16	37	1	3
128	483	180	1	12	29	1	2
129	588	200	1	24	44	1	6
130	638	272	1	22	44	1	4
131	587	209	1	18	46	1	6
132	604	184	1	18	38	1	5
133	721	266	1	32	43	1	6
134	436	131	1	18	42	1	8
135	657	321	1	17	62	1	3
136	223	118	1	11	38	1	3
137	463	135	1	14	22	1	2
138	410	118	1	17	28	1	5
139	301	107	1	15	27	1	2
140	447	130	1	17	41	1	8
141	406	142	1	14	25	1	2
142	588	217	1	21	49	1	7
143	561	206	1	18	33	1	3
144	303	106	1	25	34	1	8
145	498	182	1	13	29	1	2
146	518	172	1	32	55	1	18

CALCOLO MATT

	I	J	K	L	M	N	O
141	543	184	+	30	30	±	3
148	618	219	+	32	70	±	10
149	749	379	+	22	45	+	6
150	503	166	±	15	60	±	8
151	447	130	±	31	41	±	10
152	465	137	±	25	22	±	4
153	529	183	±	15	61	±	5
154	613	308	±	40	52	±	6
156	474	173	±	16	56	±	5
156	561	214	+	13	34	+	2
157	557	198	±	26	63	±	8
158	644	227	±	21	37	±	3
159	662	245	±	25	78	±	8
160	661	297	+	47	48	+	8
161	575	188	±	24	60	±	8
162	804	335	±	15	54	±	2
163	381	141	±	13	45	±	4
164	483	148	±	19	23	±	3
165	651	202	+	16	64	±	5
166	700	283	±	15	46	±	2
167	228	78	+	11	25	+	3
168	450	153	±	13	26	±	2
169	171	46	+	16	15	+	3
170	358	104	±	24	17	±	4
171	188	61	±	9	19	±	3
172	386	124	+	27	20	±	4
173	211	69	±	11	22	±	3
174	315	100	±	14	16	±	2
175	250	88	±	13	28	±	4
176	347	118	±	26	19	±	4
177	287	88	±	16	28	±	5
178	305	92	±	23	18	±	4
179	265	63	±	16	28	±	3
180	414	118	±	16	19	±	3
181	217	73	±	11	23	±	3
182	341	96	±	16	15	±	3
183	268	88	±	30	28	±	16
184	373	107	±	27	17	±	4
185	659	196	±	24	62	±	8
186	661	307	±	23	48	±	4
187	363	127	±	14	40	±	4
188	674	211	±	16	34	±	3
188	532	211	±	21	67	±	7
190	880	310	±	20	91	±	3
191	453	166	+	21	52	±	7
192	662	211	±	36	34	±	6
193	1364	467	+	67	149	±	21
194	3748	1438	±	94	221	±	19
195	630	233	±	14	74	±	8
196	1322	500	±	25	80	±	4
197	664	248	±	38	78	±	12
198	1777	463	+	36	79	±	5
199	660	322	±	22	102	±	7
200	1133	396	±	38	64	±	6
201	640	315	±	18	100	±	6
202	1442	547	±	21	68	±	3
203	433	140	±	16	45	±	5
204	892	297	±	27	68	±	6
205	483	147	±	28	47	±	6
206	996	218	±	22	35	±	4
207	434	151	±	22	48	±	7
208	726	284	±	28	41	±	5
209	448	158	±	26	50	±	8
210	798	239	±	23	38	±	4
211	894	143	±	14	45	±	4
212	672	320	±	19	52	±	2
213	608	153	±	44	49	±	14
214	743	277	±	20	45	±	3
215	432	145	±	18	46	±	5
216	694	319	±	38	35	±	8
217	370	133	±	14	42	±	4
218	667	326	±	23	52	±	3
219	450	163	±	16	62	±	6
220	947	224	±	24	36	±	4

CALCOLD MATT

	I	J	K	L	M	N	O
221	438	179	e	15	57	e	5
222	871	305	i	19	52	e	3
223	219	96	e	15	31	e	5
224	487	172	i	30	28	i	6
225	368	129	e	15	41	e	9
226	586	174	e	29	28	e	5
227	605	185	e	15	38	e	5
228	746	278	e	18	45	e	3
229	616	199	e	14	48	e	4
230	732	245	i	20	49	e	4
231	788	280	e	19	45	e	3
232	831	348	i	29	50	i	3
233	498	182	e	24	58	e	8
234	514	188	e	18	30	e	3
235	390	129	e	13	40	e	4
236	395	140	e	16	22	e	3
237	339	109	e	29	33	e	6
238	387	122	e	16	20	e	3
239	349	124	i	13	38	e	4
240	419	142	e	18	23	e	3
241	542	209	e	19	58	e	8
242	1254	464	e	24	74	e	4
243							

CALCOLO MATT

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10	<b>ESPOSIZIONE (100)</b>								
	<b>(% di 1 anno)</b>								
				<b>W1</b>	<b>W2</b>	<b>EXTRA 1</b>	<b>EXTRA 2</b>	<b>EXTRA 3</b>	<b>AREA</b>
11	0	r	0	27	380	18	20	435	141
12	0	s	0	53	485	47	25	741	152
13	0	s	0	58	370	21	10	505	172
14	0	s	0	62	387	48	41	1260	146
15	0	s	0	23	250	12	23	356	154
16	0	s	0	47	400	26	14	585	136
17	0	s	0	27	231	10	1	281	167
18	0	r	0	55	337	22	31	556	135
19	0	s	0	30	271	11	8	318	164
20	0	s	0	38	321	23	18	796	150
21	0	s	0	33	360	15	12	424	152
22	0	s	0	46	448	28	20	778	157
23	0	s	0	34	305	11	11	418	144
24	0	r	0	46	501	26	6	631	161
25	0	r	0	31	313	17	24	402	131
26	0	r	0	58	474	28	6	623	149
27	0	r	0	51	334	27	17	457	127
28	0	s	0	31	435	16	16	587	160
29	0	s	0	23	284	7	4	311	148
30	0	s	0	56	488	44	29	978	162
31	0	s	0	60	406	15	8	564	159
32	0	s	0	62	519	20	16	681	165
33	0	s	0	31	211	12	15	298	136
34	0	r	0	83	581	20	7	754	175
35	0	s	0	22	222	14	16	262	128
36	0	r	0	68	606	37	44	1328	131
37	0	s	0	66	407	41	14	592	148
38	0	s	0	113	676	47	27	1182	153
39	0	s	0	36	384	15	14	411	130
40	0	s	0	75	612	60	43	988	135
41	0	r	0	31	507	16	40	683	141
42	0	s	0	100	844	42	31	1081	184
43	0	r	0	58	510	16	18	654	127
44	0	s	0	120	858	88	28	1320	150
45	0	s	0	71	430	26	6	604	138
46	0	s	0	110	662	63	38	1342	134
47	0	s	0	93	505	37	28	669	139
48	0	r	0	108	728	53	15	1077	169
49	0	s	0	39	200	27	8	280	128
50	0	r	0	70	578	21	3	792	160
51	0	s	0	26	320	12	6	360	142
52	0	s	0	87	521	38	3	724	183
53	0	s	0	46	275	9	1	326	160
54	0	s	0	51	481	21	25	691	156
55	0	r	0	26	229	7	21	306	132
56	0	s	0	84	684	81	42	1248	138
57	0	r	0	45	298	21	20	470	156
58	0	s	0	67	467	46	12	784	138
59	0	s	0	26	204	7	7	240	160
60	0	s	0	37	291	14	3	351	183
61	0	s	0	49	422	19	2	484	146
62	0	r	0	128	1118	80	23	1437	172
63	0	s	0	22	234	11	9	306	137
64	0	r	0	66	407	23	7	583	146
65	0	s	0	38	297	20	19	414	129
66	0	s	0	44	600	27	17	802	160
67	0	s	0	36	264	11	14	328	127
68	0	s	0	93	598	24	19	818	165
69	0	s	0	38	271	18	27	472	154
70	0	s	0	32	264	29	18	642	138
71	0	r	0	20	385	11	22	368	137
72	0	s	0	49	588	22	47	820	145

CALCOLO MATT

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
72	0	+	0	28	237	9	3	300	132
74	0	+	0	67	505	28	34	950	143
76	0	+	0	55	448	33	26	641	141
76	0	+	0	80	419	34	15	819	136
77	0	+	0	51	306	28	9	452	163
78	0	+	0	40	462	40	33	675	138
79	0	+	0	74	775	18	12	875	164
80	0	+	0	201	1008	65	15	1480	164
81	0	+	0	24	250	17	19	335	133
82	0	+	0	74	440	36	16	662	139
83	0	+	0	48	285	28	12	443	155
84	0	+	0	89	383	24	26	618	143
85	0	+	0	45	272	28	23	532	140
86	0	+	0	81	390	27	9	587	166
87	0	+	0	44	265	73	14	464	118
88	0	+	0	75	440	34	15	840	152
88	0	+	0	40	240	34	5	323	144
90	0	+	0	78	480	71	14	851	136
91	0	+	0	56	388	57	31	616	142
92	0	+	0	64	688	35	33	820	141
93	0	+	0	84	830	30	19	705	134
94	0	+	0	87	792	114	40	1601	151
95	0	+	0	49	436	33	13	623	142
96	0	+	0	62	642	33	32	717	147
97	0	+	0	44	472	14	9	471	143
98	0	+	0	70	526	30	21	1001	146
99	0	+	0	62	907	42	7	778	149
100	0	+	0	82	552	48	11	1082	171
101	0	+	0	37	301	17	10	405	148
102	0	+	0	60	531	38	22	707	144
102	0	+	0	79	803	29	37	900	169
104	0	+	0	40	388	42	15	737	145
105	0	+	0	44	373	31	20	637	126
106	0	+	0	40	389	15	3	448	161
107	0	+	0	37	299	11	10	413	139
108	0	+	0	56	412	31	42	656	127
109	0	+	0	41	388	15	11	349	137
110	0	+	0	26	344	40	15	480	154
111	0	+	0	59	487	25	24	648	149
112	0	+	0	137	820	74	62	1239	139
113	0	+	0	62	372	29	6	488	146
114	0	+	0	80	541	45	20	583	148
115	0	+	0	44	268	23	12	389	167
116	0	+	0	88	448	25	27	696	151
117	0	+	0	29	283	16	10	319	144
118	0	+	0	51	373	16	17	509	148
119	0	+	0	64	481	27	18	592	145
120	0	+	0	115	660	40	15	980	163
121	0	+	0	62	465	44	16	611	130
122	0	+	0	94	426	33	19	1011	151
123	0	+	0	64	323	18	11	455	162
124	0	+	0	75	512	40	19	618	153
125	0	+	0	28	311	12	9	410	160
126	0	+	0	55	497	134	20	673	140
127	0	+	0	54	313	12	4	355	141
128	0	+	0	51	470	26	9	576	148
129	0	+	0	70	573	35	21	738	138
130	0	+	0	118	801	62	17	1088	168
131	0	+	0	60	570	30	35	735	140
132	0	+	0	48	490	42	23	648	161
133	0	+	0	77	688	44	37	872	141
134	0	+	0	67	425	34	14	577	142
135	0	+	0	95	831	64	23	1426	164
136	0	+	0	34	320	14	0	419	142
137	0	+	0	79	475	23	3	588	155
138	0	+	0	63	378	28	19	573	164
139	0	+	0	65	482	22	4	579	155
140	0	+	0	64	380	34	6	621	156
141	0	+	0	46	341	15	3	466	160
142	0	+	0	84	599	34	38	788	142
143	0	+	0	67	585	32	29	791	148
144	0	+	0	83	338	24	24	490	151
145	0	+	0	47	499	14	13	630	167
146	0	+	0	71	526	34	38	700	124

CALCOLO MATT

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
147	0	1	0	00	490	38	28	1080	142	
148	0	2	0	01	678	59	37	903	127	
149	0	3	0	02	55	710	90	24	837	147
150	0	4	0	03	494	23	7	581	158	
151	0	5	0	04	545	51	41	1126	171	
152	0	6	0	05	434	73	23	902	140	
153	0	7	0	06	506	27	17	646	148	
154	0	8	0	07	690	63	41	1143	134	
155	0	9	0	08	451	16	24	557	164	
156	0	10	0	09	580	52	8	812	163	
157	0	11	0	10	627	26	27	660	137	
158	0	12	0	11	77	622	35	16	608	144
159	0	13	0	12	70	633	37	22	737	134
160	0	14	0	13	107	908	76	48	1296	146
161	0	15	0	14	60	663	36	21	748	131
162	0	16	0	15	94	657	27	11	1040	163
163	0	17	0	16	44	401	60	15	636	137
164	0	18	0	17	66	455	32	15	666	136
165	0	19	0	18	34	525	19	24	607	135
166	0	20	0	19	71	726	32	7	801	146
167	0	21	0	20	23	211	9	12	284	148
168	0	22	0	21	44	436	41	13	723	170
169	0	23	0	22	149	9	13	211	168	
170	0	24	0	23	53	328	40	22	611	140
171	0	25	0	24	17	177	5	4	232	147
172	0	26	0	25	57	585	61	26	892	151
173	0	27	0	26	24	203	12	3	263	171
174	0	28	0	27	43	311	16	5	383	148
175	0	29	0	28	20	223	21	7	332	155
176	0	30	0	29	41	324	54	24	722	141
177	0	31	0	30	38	276	20	15	385	136
178	0	32	0	31	45	289	34	18	660	159
179	0	33	0	32	27	251	13	5	321	142
180	0	34	0	33	64	386	19	9	808	179
181	0	35	0	34	16	205	8	10	246	146
182	0	36	0	35	55	332	22	11	589	165
183	0	37	0	36	33	262	29	12	666	129
184	0	38	0	37	57	341	37	20	584	130
185	0	39	0	38	108	628	41	20	932	162
186	0	40	0	39	116	872	46	16	1266	156
187	0	41	0	40	40	371	28	4	542	168
188	0	42	0	41	101	690	36	8	620	176
189	0	43	0	42	91	621	55	14	811	140
190	0	44	0	43	114	685	41	11	1115	164
191	0	45	0	44	37	402	41	24	672	118
192	0	46	0	45	90	635	54	26	1095	136
193	0	47	0	46	153	1217	90	71	1640	135
194	0	48	0	47	238	2541	187	165	4461	146
195	0	49	0	48	612	612	21	27	726	130
196	0	50	0	49	114	1277	33	20	1499	170
197	0	51	0	50	43	641	16	77	640	131
198	0	52	0	51	104	1216	51	24	1396	144
199	0	53	0	52	61	838	26	25	962	160
200	0	54	0	53	142	1086	90	38	1326	159
201	0	55	0	54	72	626	23	5	941	156
202	0	56	0	55	135	1307	44	15	1801	171
203	0	57	0	56	60	427	22	9	508	142
204	0	58	0	57	121	856	52	22	1549	167
205	0	59	0	58	72	456	24	27	751	154
206	0	60	0	59	107	681	50	17	915	161
207	0	61	0	60	51	420	34	20	652	128
208	0	62	0	61	89	685	45	25	1006	156
209	0	63	0	62	49	421	27	25	608	133
210	0	64	0	63	124	746	36	14	1005	169
211	0	65	0	64	24	377	14	13	422	134
212	0	66	0	65	66	836	40	20	1274	156
213	0	67	0	66	89	431	55	46	905	134
214	0	68	0	67	78	728	46	26	1038	167
215	0	69	0	68	28	381	19	21	818	143
216	0	70	0	69	66	618	20	45	868	143
217	0	71	0	70	30	360	11	16	462	144
218	0	72	0	71	90	819	42	21	1096	169
219	0	73	0	72	46	446	32	26	692	132
220	0	74	0	73	102	691	42	21	1212	155

CALCOLO MATT

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
221	0	s	0	37	488	19	12	550	142
222	0	r	0	31	547	68	31	1212	148
223	0	s	0	48	314	17	10	206	138
224	0	s	0	58	454	36	36	775	148
225	0	s	0	41	352	11	8	412	155
226	0	s	0	52	354	43	28	587	145
227	0	s	0	39	490	13	5	583	142
228	0	s	0	75	738	30	28	922	143
229	0	r	0	44	412	23	20	490	133
230	0	s	0	94	693	25	20	876	160
231	0	s	0	66	774	42	10	893	145
232	0	s	0	80	891	20	23	1137	162
233	0	r	0	48	483	58	45	708	118
234	0	s	0	43	491	19	17	628	161
235	0	s	0	31	344	24	17	513	161
236	0	s	0	43	377	30	10	590	155
237	0	s	0	48	331	13	18	428	137
238	0	r	0	33	360	33	10	656	162
239	0	s	0	26	220	13	16	448	143
240	0	r	0	51	389	13	13	748	168
241	0	s	0	89	814	48	11	718	138
242	0	s	0	153	1343	45	13	1443	170
243									

CALCOLO MATT

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1							
2	TRACCE FONDI IMPOSTATO DA						
3	CALCOLO ESPOSIZIONE ANNI						
4		0,005					
5		0,5274					
6		0,61					
7	FATTORE SERRAMENTI IMPOSTATO DA						
8	CALCOLO ESPOSIZIONE ANNI						
9		0,502223					
10			0,034588911				
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							

CALCOLO MATT

	F	Z	AA	AB	AC	AD	AE
73		0.10970	175	87	5	28	2
74		0.13267	368	200	17	32	3
75		0.12500	526	172	14	55	5
76		0.16736	294	157	12	28	2
77		0.18867	196	100	7	32	2
78		0.09808	358	190	16	31	2
79		0.09548	592	332	20	108	9
80		0.18474	627	352	32	57	5
81		0.09595	216	108	8	34	2
82		0.16992	282	150	12	24	2
83		0.15782	182	92	6	29	2
84		0.15405	258	136	11	22	2
85		0.16544	166	82	6	25	2
86		0.12782	292	156	13	25	2
87		0.16804	203	104	7	33	2
88		0.16704	281	140	11	24	2
89		0.16667	149	72	4	23	1
90		0.16631	229	120	12	26	2
91		0.09524	482	255	22	61	7
92		0.09997	500	277	24	45	4
93		0.12075	388	210	17	67	6
94		0.10985	608	341	31	55	5
95		0.11295	328	177	16	56	5
96		0.11439	340	216	16	25	2
97		0.10427	322	173	14	55	5
98		0.13398	365	198	16	22	2
99		0.14492	335	181	15	58	5
100		0.16887	363	197	16	32	3
101		0.12292	223	115	6	37	3
102		0.11299	261	136	10	32	2
103		0.15726	263	139	11	44	4
104		0.12486	274	145	11	23	2
105		0.11798	288	153	12	46	4
106		0.10023	306	164	13	26	2
107		0.12373	219	111	7	36	2
108		0.13582	296	158	15	25	2
109		0.16414	180	79	8	25	1
110		0.07598	398	142	11	23	2
111		0.12034	320	178	14	57	4
112		0.16707	349	189	15	30	2
113		0.16867	238	125	9	40	3
114		0.16826	328	183	16	29	2
115		0.16541	170	84	5	27	2
116		0.15492	289	154	12	25	2
117		0.11482	181	91	6	29	2
118		0.13073	254	134	10	22	2
119		0.11973	326	181	15	58	5
120		0.16867	425	234	20	36	3
121		0.13826	318	171	14	54	5
122		0.16095	410	225	19	36	3
123		0.16718	288	167	8	34	2
124		0.14048	349	189	15	30	2
125		0.08360	234	122	9	39	3
126		0.11099	368	212	18	34	2
127		0.10863	240	125	8	40	3
128		0.16851	361	198	16	32	3
129		0.13264	399	218	19	66	6
130		0.14732	527	299	27	45	4
131		0.10826	418	228	19	73	6
132		0.10000	366	201	17	64	5
133		0.11176	826	292	26	47	4
134		0.15765	366	142	11	48	4
135		0.09830	828	303	32	57	5
136		0.10334	244	128	10	41	3
137		0.16832	276	140	11	24	2
138		0.16867	244	128	10	41	3
139		0.13455	327	182	15	26	2
140		0.16589	267	141	11	48	4
141		0.11765	290	155	13	28	2
142		0.09008	401	227	20	75	6
143		0.09744	411	228	20	36	3
144		0.15686	225	118	8	37	3
145		0.09418	386	199	17	32	2
146		0.13498	347	188	16	60	5

CALCOLO MATT

	T	Z	AA	AB	AC	AD	AE
147		0,13220	309	201	17	32	3
148		0,12240	434	239	20	76	6
149		0,07746	349	306	27	48	4
150		0,11038	279	209	17	65	5
151		0,10097	266	140	10	40	3
152		0,18809	279	149	11	24	2
153		0,08893	387	211	18	67	6
154		0,14483	297	218	19	38	3
155		0,09534	347	188	15	60	5
156		0,19714	426	234	20	36	3
157		0,11994	395	216	18	69	6
158		0,12379	450	249	22	40	3
159		0,11058	484	298	23	85	7
160		0,13292	563	326	29	52	5
161		0,14210	377	206	17	66	6
162		0,10668	655	366	33	59	5
163		0,10073	287	183	12	49	4
164		0,14848	295	198	13	25	2
165		0,10298	404	221	19	79	8
166		0,09753	557	311	28	90	8
167		0,10000	167	83	8	26	2
168		0,10092	330	176	16	29	2
169		0,15436	197	47	1	18	0
170		0,08159	217	112	8	18	1
171		0,09605	136	60	4	21	1
172		0,14808	296	134	10	22	2
173		0,11823	150	73	4	23	1
174		0,13826	208	107	7	17	1
175		0,11158	186	94	8	36	2
176		0,12854	240	126	10	20	2
177		0,14130	188	91	6	30	2
178		0,18725	193	98	6	16	1
179		0,10757	194	99	7	31	2
180		0,16586	247	130	11	21	2
181		0,09000	159	78	3	25	2
182		0,16566	294	164	8	17	1
183		0,13996	189	94	8	39	2
184		0,18738	222	116	8	18	1
185		0,16883	392	214	18	68	6
186		0,13303	603	336	31	54	5
187		0,13208	290	137	10	44	3
188		0,19538	420	231	20	37	3
189		0,14054	420	231	20	73	6
190		0,10881	606	341	31	66	6
191		0,09204	332	179	14	57	5
192		0,15079	420	231	20	37	3
193		0,12572	506	315	48	164	15
194		0,09488	2741	1599	104	206	29
195		0,09477	492	250	22	81	7
196		0,08027	969	582	62	89	8
197		0,06708	487	270	24	86	8
198		0,06660	936	533	60	86	8
199		0,09696	630	364	32	113	10
200		0,10148	771	430	40	79	8
201		0,08717	817	346	31	110	10
202		0,09733	1057	604	57	97	9
203		0,14082	289	162	12	48	4
204		0,14235	584	327	30	53	5
205		0,15888	299	160	13	51	4
206		0,15712	430	237	21	34	3
207		0,12143	208	164	13	62	4
208		0,13806	502	278	25	45	4
209		0,11830	320	172	14	66	5
210		0,16822	474	262	23	42	4
211		0,06366	289	154	12	49	4
212		0,10250	639	369	33	64	5
213		0,13689	311	167	14	53	4
214		0,10714	244	124	11	49	4
215		0,07812	265	137	12	50	4
216		0,11003	436	240	21	39	3
217		0,08671	271	144	11	46	4
218		0,09768	638	367	32	67	5
219		0,10314	330	178	15	57	5
220		0,14008	446	248	21	39	3

CALCOLO MATT

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
221		0,87900	358	195	18	62	5
222		0,10744	838	380	33	68	5
223		0,14650	200	105	7	33	2
224		0,12500	346	188	18	30	2
225		0,11048	264	139	10	44	3
226		0,10000	350	190	16	30	2
227		0,07999	370	202	17	64	5
228		0,10190	547	305	27	49	4
229		0,10890	304	163	13	52	4
230		0,13564	491	272	24	44	4
231		0,12403	551	307	27	50	4
232		0,09852	682	364	35	62	6
233		0,10583	365	195	17	63	5
234		0,08754	377	205	17	33	5
235		0,09012	390	195	10	43	5
236		0,11409	280	162	12	24	2
237		0,14502	220	113	8	36	5
238		0,14481	251	132	10	21	2
239		0,08788	256	136	11	43	5
240		0,12782	289	164	12	25	2
241		0,14495	416	224	19	73	8
242		0,12219	300	152	40	62	8
243							

CALCOLO MATT

	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
1			COEFFICIENTE DI SENSIBILITA' RAFFINE TABELLARE (COSTI/PRODOTTO)				COEFFICIENTE DI SENSIBILITA' TRACCE FONDO (COSTI/PRODOTTO)			
2			INCERTEZZA TIPO RAFFINE TABELLARE (COSTI/PRODOTTO)				INCERTEZZA TIPO TRACCE FONDO (COSTI/PRODOTTO)			
3			CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA RAFFINE TABELLARE (COSTI/PRODOTTO)				CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA TRACCE FONDO (COSTI/PRODOTTO)			
4			CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA RAFFINE TABELLARE (COSTI/PRODOTTO)				CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA TRACCE FONDO (COSTI/PRODOTTO)			
5			CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA RAFFINE TABELLARE (COSTI/PRODOTTO)				CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA TRACCE FONDO (COSTI/PRODOTTO)			
6			CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA RAFFINE TABELLARE (COSTI/PRODOTTO)				CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA TRACCE FONDO (COSTI/PRODOTTO)			
7			CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA RAFFINE TABELLARE (COSTI/PRODOTTO)				CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA TRACCE FONDO (COSTI/PRODOTTO)			
8			CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA RAFFINE TABELLARE (COSTI/PRODOTTO)				CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA TRACCE FONDO (COSTI/PRODOTTO)			
9			CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA RAFFINE TABELLARE (COSTI/PRODOTTO)				CONTRIBUTO ALL'INCERTEZZA TRACCE FONDO (COSTI/PRODOTTO)			
10			CONTRIBUTO				CONTRIBUTO			
11	0,081	34,587	2,111	0,188	14,753	2,747	-0,188	12,379	-2,303	4,108
12	0,084	35	2	0,094	19	2	0,094	12	-1	3
13	0,081	35	2	0,188	15	3	-0,188	12	-3	4
14	0,038	35	1	0,094	18	2				
15	0,099901	35	2	0,188	14	3				
16	0,044	35	2	0,094	17					
17	0,048	35	2	0,188	13					
18	0,035	35	1	0,094	16					
19	0,068	35	2	0,188	14					
20	0,034	35	1	0,094	15					
21	0,077	35	2	0,188	18	2	0,188	12	-4	5
22	0,052	35	2	0,094	19	2	-0,094	12	-1	3
23	0,066	35	2	0,188	15	3	-0,188	12	-2	4
24	0,057	35	2	0,094	20					
25	0,068	35	2	0,188	16					
26	0,082	35	2	0,094	19	2	0,094	12	-1	3
27	0,051	35	2	0,188	14	3	-0,188	12	-3	4
28	0,050	35	2	0,094	18	2	-0,094	12	-1	3
29	0,099	35	2	0,188	15	3	-0,188	12	-3	4
30	0,054	35	2	0,094	19	2	-0,094	12	-1	3
31	0,078	35	3	0,188	16	3	-0,188	12	-3	5
32	0,055	35	2	0,094	19	2	-0,094	12	-1	3
33	0,088	35	2	0,188	16	3	0,188	12	-2	4
34	0,096	35	2	0,094	18	2	-0,094	12	-1	3
35	0,048	35	2	0,188	13	2	-0,188	12	-2	4
36	0,054	35	2	0,094	19	2	-0,094	12	-1	3
37	0,075	35	2	0,188	15	3	-0,188	12	-2	5
38	0,080	35	2	0,094	21	2	-0,094	12	-1	3
39	0,070	35	2	0,188	16	3	-0,188	12	-3	4
40	0,090	35	2	0,094	21	2	0,094	12	-1	3
41	0,120	35	4	0,188	20	4	-0,188	12	-4	6
42	0,096	35	3	0,094	25	2	0,094	12	-1	4
43	0,115	35	4	0,188	20	4	-0,188	12	-3	6
44	0,088	35	3	0,094	24	2	-0,094	12	-1	4
45	0,077	35	3	0,188	16	3	-0,188	12	-3	5
46	0,120	35	4	0,094	28	3	-0,094	12	-1	5
47	0,105	35	4	0,188	19	4	0,188	12	-2	6
48	0,075	35	3	0,094	22	2	-0,094	12	-1	4
49	0,062	35	2	0,188	15	3	-0,188	12	-2	4
50	0,083	35	2	0,094	20	2	-0,094	12	-1	3
51	0,072	35	2	0,188	16	3	-0,188	12	-2	4
52	0,088	35	2	0,094	18	2	-0,094	12	-1	3
53	0,048	35	2	0,188	13	2	-0,188	12	-2	4
54	0,055	35	2	0,094	19	2	0,094	12	-1	3
55	0,061	35	2	0,188	15	3	-0,188	12	-2	4
56	0,057	35	2	0,094	20	2	0,094	12	-1	3
57	0,049	35	2	0,188	13	2	-0,188	12	-2	4
58	0,045	35	2	0,094	18	2	0,094	12	-1	3
59	0,040	35	1	0,188	12	2	-0,188	12	-2	4
60	0,029	35	1	0,094	14	1	-0,094	12	-1	2
61	0,091	35	3	0,188	18	3	-0,188	12	-3	5
62	0,131	35	5	0,094	29	3	-0,094	12	-1	5
63	0,042	35	1	0,188	13	2	-0,188	12	-2	4
64	0,047	35	2	0,094	18	2	-0,094	12	-1	3
65	0,060	35	2	0,188	18	2	0,188	12	-2	4
66	0,057	35	3	0,094	20	3	-0,094	12	-1	3
67	0,051	35	2	0,188	14	3	-0,188	12	-2	4
68	0,070	35	2	0,094	21	2	-0,094	12	-1	3
69	0,053	35	2	0,188	14	3	-0,188	12	-2	4
70	0,046	35	2	0,094	17	3	-0,094	12	-1	3
71	0,054	35	2	0,188	15	3	-0,188	12	-2	4
72	0,072	35	2	0,094	22	2	0,094	12	-1	3



## CALCOLO MATT

	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
147	0,055	35	2	0,094	19	2	-0,094	12	-1	3
148	0,130	35	4	0,186	21	4	-0,186	12	-2	6
149	0,064	35	3	0,094	23	2	-0,094	12	-1	4
150	0,112	35	4	0,186	19	4	-0,186	12	-2	6
151	0,078	35	3	0,186	16	3	-0,186	12	-2	5
152	0,041	35	1	0,094	17	2	-0,094	12	-1	3
153	0,115	35	4	0,186	20	4	-0,186	12	-2	6
154	0,080	35	2	0,094	20	2	-0,094	12	-1	3
155	0,102	35	4	0,186	18	3	-0,186	12	-2	5
156	0,064	35	2	0,094	21	2	-0,094	12	-1	3
157	0,118	35	4	0,186	20	4	-0,186	12	-2	6
158	0,068	35	2	0,094	21	2	-0,094	12	-1	3
159	0,146	35	5	0,186	22	4	-0,186	12	-2	7
160	0,090	35	3	0,094	24	2	-0,094	12	-1	4
161	0,112	35	4	0,186	19	4	-0,186	12	-2	6
162	0,101	35	4	0,094	20	2	-0,094	12	-1	4
163	0,083	35	3	0,186	17	3	-0,186	12	-2	5
164	0,043	35	1	0,094	17	2	-0,094	12	-1	3
165	0,120	35	4	0,186	20	4	-0,186	12	-2	6
166	0,085	35	3	0,094	24	2	-0,094	12	-1	4
167	0,046	35	2	0,186	13	2	-0,186	12	-2	4
168	0,048	35	2	0,094	18	2	-0,094	12	-1	3
169	0,026	35	1	0,186	10	2	-0,186	12	-2	3
170	0,011	35	1	0,094	15	1	-0,094	12	-1	2
171	0,035	35	1	0,186	12	2	-0,186	12	-2	3
172	0,031	35	1	0,094	16	2	-0,094	12	-1	2
173	0,040	35	1	0,186	12	2	-0,186	12	-2	4
174	0,030	35	1	0,094	14	1	-0,094	12	-1	2
175	0,051	35	2	0,186	14	3	-0,186	12	-2	4
176	0,038	35	1	0,094	16	1	-0,094	12	-1	2
177	0,052	35	2	0,186	14	3	-0,186	12	-2	4
178	0,027	35	1	0,094	14	1	-0,094	12	-1	2
179	0,014	35	2	0,186	14	3	-0,186	12	-2	4
180	0,036	35	1	0,094	16	1	-0,094	12	-1	2
181	0,042	35	1	0,186	13	2	-0,186	12	-2	4
182	0,029	35	1	0,094	14	1	-0,094	12	-1	2
183	0,051	35	2	0,186	14	3	-0,186	12	-2	4
184	0,031	35	1	0,094	16	1	-0,094	12	-1	2
185	0,116	35	4	0,186	20	4	-0,186	12	-2	6
186	0,053	35	3	0,094	25	2	-0,094	12	-1	4
187	0,078	35	3	0,186	18	3	-0,186	12	-2	5
188	0,063	35	2	0,094	20	2	-0,094	12	-1	3
189	0,125	35	4	0,186	20	4	-0,186	12	-2	6
190	0,094	35	3	0,094	25	2	-0,094	12	-1	4
191	0,097	35	3	0,186	18	3	-0,186	12	-2	5
192	0,061	35	2	0,094	20	2	-0,094	12	-1	3
193	0,080	35	3	0,186	20	3	-0,186	12	-2	5
194	0,437	35	16	0,094	52	5	-0,094	12	-1	16
195	0,139	35	5	0,186	21	4	-0,186	12	-2	7
196	0,162	35	5	0,094	21	3	-0,094	12	-1	6
197	0,147	35	5	0,186	22	4	-0,186	12	-2	7
198	0,146	35	5	0,094	21	3	-0,094	12	-1	6
199	0,182	35	7	0,186	25	5	-0,186	12	-2	8
200	0,120	35	4	0,094	28	3	-0,094	12	-1	5
201	0,184	35	7	0,186	25	5	-0,186	12	-2	8
202	0,160	35	6	0,094	33	3	-0,094	12	-1	7
203	0,083	35	3	0,186	17	3	-0,186	12	-2	5
204	0,090	35	3	0,094	24	2	-0,094	12	-1	4
205	0,087	35	3	0,186	17	3	-0,186	12	-2	5
206	0,065	35	2	0,094	21	2	-0,094	12	-1	3
207	0,080	35	3	0,186	17	3	-0,186	12	-2	5
208	0,077	35	3	0,094	22	2	-0,094	12	-1	4
209	0,064	35	3	0,186	18	3	-0,186	12	-2	5
210	0,072	35	2	0,094	22	2	-0,094	12	-1	3
211	0,064	35	3	0,186	17	3	-0,186	12	-2	5
212	0,099	35	3	0,094	25	3	-0,094	12	-1	4
213	0,091	35	3	0,186	18	3	-0,186	12	-2	5
214	0,083	35	3	0,094	23	2	-0,094	12	-1	4
215	0,066	35	3	0,186	17	3	-0,186	12	-2	5
216	0,066	35	2	0,094	21	2	-0,094	12	-1	3
217	0,078	35	3	0,186	18	3	-0,186	12	-2	5
218	0,098	35	3	0,094	25	2	-0,094	12	-1	4
219	0,087	35	3	0,186	18	3	-0,186	12	-2	5
220	0,087	35	2	0,094	21	2	-0,094	12	-1	3

CALCOLO MATT

	FP	FG	FA	AJ	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
221	0,106	35	4	0,106	19	4	-0,106	12	-2	5
222	0,099	35	3	0,099	25	2	-0,099	12	-1	4
223	0,057	35	2	0,106	14	3	-0,106	12	-2	4
224	0,052	35	2	0,094	18	2	-0,094	12	-1	3
225	0,076	35	2	0,106	18	3	-0,106	12	-2	5
226	0,062	35	3	0,094	19	2	-0,094	12	-1	3
227	0,110	35	4	0,106	19	4	-0,106	12	-2	5
228	0,094	35	3	0,094	23	2	-0,094	12	-1	4
229	0,089	35	3	0,106	17	3	-0,106	12	-2	5
230	0,075	35	3	0,094	22	2	-0,094	12	-1	4
231	0,095	35	3	0,095	23	2	-0,095	12	-1	4
232	0,108	35	4	0,095	26	2	-0,095	12	-1	5
233	0,108	35	4	0,106	19	4	-0,106	12	-2	5
234	0,038	35	2	0,094	19	2	-0,094	12	-1	3
235	0,073	35	3	0,106	18	3	-0,106	12	-2	5
236	0,042	35	1	0,094	17	2	-0,094	12	-1	2
237	0,062	35	2	0,106	19	3	-0,106	12	-2	4
238	0,038	35	1	0,094	15	1	-0,094	12	-1	2
239	0,072	35	2	0,106	18	3	-0,106	12	-2	5
240	0,042	35	1	0,094	17	2	-0,094	12	-1	2
241	0,124	35	4	0,106	20	4	-0,106	12	-2	5
242	0,140	35	5	0,094	30	3	-0,094	12	-1	6
243										

CALCOLO MATT

	AP	AG	AI	AS	AT	AU
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10	<b>INCERTEZZA TOTALE (D%)</b>	<b>INCERTEZZA FIDUCIARIA (D%)</b>	<b>INCERTEZZA SISTEMATICA (D%)</b>	<b>ESULTATO MISURA (Bq m<sup>-3</sup>) ± 2σ</b>		
11	8,328	32,937	4,639	22	0	0
12	0			27	0	4
13	0	26,85	4,106	28	0	4
14	0			28	0	4
15	0	28,08	4,285	22	0	0
16	<b>MEDIA ANNUALE CONCENTRAZIONE RADON PUNTO DI MISURA 1A-1</b>			22	0	0
17	<b><math>\bar{C} = (M101^{*}D101 + M102^{*}D102 + M103^{*}D103) / (D101 + D102 + D103)</math></b>			22	0	0
18	4					
19	0					
20	0					
21	0					
22	0					
23	0	35,25	4,864	30	0	0
24	0					
25	0	33,78	4,723	30	0	0
26	0					
27	0	39,44	4,429	33	0	0
28	0					
29	0	37,61	4,867	33	0	0
30	0					
31	0	36,88	4,941	32	0	0
32	0					
33	0	35,21	4,957	30	0	0
34	0					
35	0	30,44	4,542	30	0	0
36	0					
37	0	39,89	5,245	30	0	0
38	0					
39	0	40,66	5,321	41	0	0
40	0					
41	12	81,85	7,820	63	0	7
42	0					
43	12	58,85	6,583	37	0	7
44	0					
45	0	81,74	7,368	43	0	7
46	10					
47	11	49,85	5,966	39	0	0
48	7					
49	0	28,54	3,010	32	0	0
50	0					
51	0	32,80	4,818	33	0	0
52	0					
53	7	30,50	4,555	30	0	0
54	0					
55	0	34,25	4,811	34	0	0
56	0					
57	0	27,26	4,248	37	0	4
58	0					
59	7	18,20	3,621	18	0	0
60	0					
61	10	60,01	7,366	44	0	0
62	11					
63	7	28,77	4,238	37	0	4
64	0					
65	0	24,18	4,901	34	0	0
66	0					
67	0	27,13	5,151	37	0	0
68	7					
69	0	27,74	4,272	38	0	0
70	0					
71	0	28,40	5,302	38	0	0
72	7					

CALCOLD MATT

	AP	AG	AR	AG	AT	AU
73	8	30.78	4.872	24	0	0
74	8					
75	10	35.22	4.805	28	0	2
76	3					
77	8	21.42	4.591	31	0	0
78	0					
79	16	72.01	7.817	78	0	0
80	9					
81	0	27.54	4.254	38	0	0
82	5					
83	8	24.21	3.995	34	0	4
84	5					
85	7	25.58	4.506	35	0	0
86	5					
87	8	27.08	4.303	32	0	6
88	5					
89	7	24.03	4.090	36	0	4
90	5					
91	12	66.01	6.518	67	0	7
92	7					
93	12	68.00	6.716	68	0	7
94	8					
95	11	41.09	5.247	42	0	0
96	8					
97	10	26.71	5.156	40	0	0
98	8					
99	11	40.42	5.200	48	0	0
100	8					
101	8	33.22	4.700	33	0	0
102	8					
103	9	50.38	4.420	20	0	0
104	5					
105	10	33.92	4.700	34	0	0
106	8					
107	8	28.67	4.333	28	0	0
108	5					
109	7	23.61	3.805	24	0	4
110	5					
111	11	39.22	5.115	39	0	0
112	0					
113	9	32.87	4.891	32	0	0
114	9					
115	7	28.49	4.710	29	0	0
116	5					
117	8	24.02	3.972	24	0	0
118	8					
119	11	44.36	5.537	44	0	0
120	9					
121	10	42.25	5.200	43	0	0
122	8					
123	8	31.81	4.505	32	0	0
124	8					
125	8	35.03	4.901	38	0	0
126	8					
127	9	34.36	4.778	34	0	0
128	0					
129	12	55.28	6.425	64	0	0
130	8					
131	12					
132	11	52.72	6.254	59	0	0
133	7					
134	8	52.68	6.470	49	0	0
135	9					
136	8	29.30	4.253	28	0	0
137	8					
138	8	33.11	4.665	32	0	0
139	8					
140	9	31.61	4.727	32	0	0
141	8					
142	13	49.44	5.919	49	0	0
143	8					
144	8	33.70	4.743	34	0	0
145	8					
146	11	47.32	5.204	54	0	0

CALCOLO MATT

	AP	AG	AR	AS	AT	AU
147	6					
148	13	56,26	6,656	66	0	7
149	6					
150	12					
151	9	30,88	4,488	31	0	4
152	5					
153	12	45,83	5,632	46	0	4
154	8					
155	11	45,13	5,587	45	0	6
156	6					
157	12	49,66	5,943	60	0	6
158	7					
159	14	63,52	7,086	64	0	3
160	8					
161	12	61,20	7,020	61	0	7
162	8					
163	10	33,14	4,643	33	0	6
164	8					
165	12	56,86	6,880	57	0	7
166	8					
167	7	37,65	4,354	38	0	4
168	5					
169	6	17,06	2,497	17	0	6
170	4					
171	7	21,26	2,654	21	0	6
172	8					
173	7	19,27	2,620	19	0	4
174	4					
175	8	23,43	2,821	23	0	4
176	4					
177	8	20,63	2,706	20	0	4
178	4					
179	8	24,28	2,891	24	0	4
180	5					
181	7	19,47	2,628	19	0	4
182	4					
183	8	22,27	2,828	22	0	4
184	4					
185	12	59,09	6,772	60	0	7
186	8					
187	8	29,25	3,180	29	0	3
188	9					
189	12	61,07	6,918	61	0	7
190	8					
191	11	43,78	5,480	44	0	6
192	8					
193	23	224,63	27,350	224	0	23
194	32					
195	13	66,24	8,260	66	0	6
196	12					
197	14	85,73	9,198	86	0	6
198	12					
199	17	84,42	9,779	84	0	6
200	10					
201	17	101,46	10,208	101	0	10
202	13					
203	10	51,11	6,246	51	0	6
204	8					
205	10	42,58	5,405	42	0	6
206	8					
207	10	47,33	5,841	47	0	6
208	7					
209	10	46,43	5,737	46	0	6
210	7					
211	10	54,80	6,605	54	0	7
212	8					
213	10	50,28	6,109	50	0	6
214	8					
215	10	42,42	5,414	42	0	6
216	8					
217	9	53,47	6,023	53	0	7
218	9					
219	11	46,21	5,616	46	0	6
220	7					

CALCOLO MATT

	AP	AG	AR	AS	AT	AU
221	11	59,11	0,249	34	0	0
222	8					
223	8	31,27	4,508	31	0	0
224	8					
225	9	35,15	4,814	35	0	0
226	8					
227	11	14,11	0,359	34	0	0
228	8					
229	10	46,49	5,788	46	0	0
230	7					
231	8					
232	9					
233	11	43,05	0,408	43	0	0
234	8					
235	9	30,89	4,445	31	0	0
236	8					
237	8	28,13	4,109	28	0	0
238	8					
239	8	30,78	4,458	31	0	0
240	8					
241	12	78,66	0,662	79	0	0
242	11					
243						