



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

Istituto Superiore di Sanità'  
Prot 19/02/2016-0004930



Class: SVSA.AL.22.00 4

Prot. ISS 32155/SVSA-AL.22  
Risposta al foglio del 28/10/15  
n. 434477

REGIONE DEL VENETO  
Sezione Veterinaria e Sicurezza Alimentare  
Dorsoduro 3493 30123 VENEZIA

e p.c. MINISTERO DELLA SALUTE  
D.G.I.S.A.N.  
VIALE GIORGIO RIBOTTA N. 5  
00144 ROMA  
c.a. Dr. Giuseppe RUOCCO

Oggetto: risultati analitici dei controlli sulle sostanze perfluorate su alimenti.

In merito alla richiesta pervenuta dalla regione Veneto relativa alla valutazione dei monitoraggi programmati e alla realizzazione di stime di rischio in base ai risultati analitici dei controlli effettuati su matrici di interesse alimentare relativi alla presenza di sostanze perfluoroalchiliche, lo scrivente Istituto rappresenta quanto segue.

### 1. Composizione del database

E' pervenuto un database relativo ai controlli su matrici alimentari composto da:

N. 30 campioni di alimenti di origine vegetale per consumo umano, così suddivisi: vegetali in foglia N=11 (Radicchio N=3, Insalata N=3, Bieta e Coste N=5); radici e tuberi N=19 (carote N=2, Asparagi N=3, Patate N=14).

N. 34 campioni di mangimi semplici destinati all'alimentazione zootecnica suddivisi in Erba medica N=4, Fieno N=4, Insilato di mais N=26.

N. 24 campioni di muscolo da ruminanti, appartenenti alle seguenti categorie commerciali: Muscolo di bovino N=18, Muscolo di Vitello N=1, Muscolo di Capra N=3, Muscolo di Ovino N=2

N. 23 campioni di frattaglie (fegato) di ruminanti: bovino N=18, capra N=3, ovino N=2,

N. 26 campioni di carne avicola, così suddivisi: muscolo di anatra N=2, muscolo di fagiano N=6, muscolo di faraona N=3, muscolo di pollo N=14, muscolo di tacchino N=1



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

N. 14 campioni di frattaglie (fegato) di specie avicole, rappresentate da: anatra N=2, fagiano N=5, faraona N=3, pollo N=2, tacchino N=2

N. 12 campioni di uova di gallina

N. 21 campioni di prodotto ittico da acque interne di cui: a) 14 da allevamento o assimilabili (laghetti di pesca sportiva): Trota N=6, Carpa N=6, Pesce Gatto N=1, Tilapia N=1; b) 7 di cattura: Cavedano N=3, Scardola N=1, altri pesci non specificati N=3, (dai corsi d'acqua Fibbio e Togna).

Nel foglio sinottico dei campionamenti, si osservano piccole discrepanze con quanto presente nella documentazione cartacea in allegato relativa ai rapporti di prova.

- 1) I Limiti di Quantificazione (LoQ) per le sostanze perfluoro-alchiliche in matrici di origine animale e nei foraggi, con esclusione dei composti a 8 atomi di carbonio (C8, PFOS acido perfluorottansulfonico, e PFOA acido perfluorottanoico) sono riportati nel rapporto di prova del laboratorio a 10 ng/g, e non a 1 ng/g.
- 2) Il campione di carpa cui al verbale 2015/199760 risulta avere una contaminazione da PFOS di 18,4 ng/g nel rapporto di prova, valore che non corrisponde a quanto riportato nel foglio riepilogativo dei risultati.

## **2. Esame dei risultati analitici prodotti in base alle conoscenze scientifiche attualmente disponibili.**

### 2.1 Uova.

Dei dodici campioni, 11 riportano rilevamenti al di sopra del limite di rilevabilità analitica per PFOS e 2 di questi anche per PFOA. Laddove specificato nel verbale, è possibile ricondurre tali riscontri ad allevamenti di tipo familiare, con animali allevati a terra e quindi in grado di alimentarsi non solo con il mangime ma anche con organismi terrestri in grado di accumulare PFOS in ragione dei livelli presenti nel suolo (d'Hollander et al., 2014).

I livelli di PFOS riportati nelle uova, compresi tra 2 e 21 ng/g, sono quindi verosimilmente da ricondursi alla contaminazione del suolo, analogamente a quanto già visto per altri composti dotati di elevata persistenza ambientale, tossicità, bioaccumulo e trasporto a lunga distanza, quali "diossine" e policlorobifenili (Menotta et al., 2010).



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

A tale proposito giova ricordare che le galline ovaiole allevate a terra risultano maggiormente suscettibili al trasferimento alle uova di contaminanti persistenti associati agli strati superficiali del suolo proprio per l'ingestione di insetti e altri organismi presenti sul terreno, rispetto ad esempio a bovini e ovini da latte, al pascolo, specie per cui la ingestione di piccoli animali è meramente casuale e non una componente dell'alimentazione a terra. Sulla base dei dati di letteratura, a parità di limite massimo residuale di 5,5 pg/WHO-TE/g grasso in latte e uova, tale limite viene superato nelle uova con concentrazioni di PCDD/F e DL-PCB superiori a 2-3 pg WHO-TE/g di terreno agricolo ("top soil") su base secca; per contro il superamento del limite nel latte di ruminanti, richiede concentrazioni nel terreno più alte (4 - 6 pg WHO-TE/g di terreno) (Menotta et al., 2010; Shoeters & Hoogenboom, 2006; Scortichini et al., 2016).

Per quanto riguarda il confronto con le contaminazioni da PFOS, i dati relativi a uova da allevamenti industriali acquistate a livello di grande distribuzione in Europa indicano concentrazioni di PFOS inferiori a 0,5 ng/g, che - laddove quantificate - si attestano intorno a 0,1 ng/g (Hlouskova et al., 2013). In Belgio, Grecia ed Olanda, i livelli di contaminazione da galline da allevamenti familiari, ricadono in massima parte nell'intervallo riportato per i campioni in Veneto, con un livello massimo misurato di 53 ng/g (Zafeiraki et al., 2015). In vicinanza di siti industriali dove si è prodotto PFOS, i valori si pongono tra 109 e >3.000 ng/g (d'Hollander et al., 2011). Pertanto, i livelli riscontrati sono confrontabili con i dati ottenuti negli allevamenti familiari di altre regioni europee. Occorre considerare che nell'ambito dello stesso sito, o in presenza di livelli ambientali di PFOS sostanzialmente equivalenti, i livelli di contaminazione delle uova possono variare in funzione di altri fattori, il cui impatto è al momento difficilmente quantificabile. Tali fattori comprendono l'età degli animali, le caratteristiche dell'allevamento (alimentazione zootecnica, densità di animali per unità di superficie) e la curva di deposizione delle uova (peso delle uova, frequenza e fase di deposizione; a tale proposito, è verosimile che nello stesso scenario espositivo le uova ad inizio deposizione abbiano livelli più alti per il minore peso e per il maggiore carico corporeo della gallina).

## 2.2. Prodotto ittico da acque interne.

Facendo riferimento al PFOS, quale composto perfluoralchilico (C8) dotato di maggiore bioaccumulo, i livelli di contaminazione più elevati sono stati riscontrati nella scardola



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

(*Scardinius erythrophthalmus*) (58 ng/g), pesce di nessun valore commerciale, per il quale non sono disponibili valori di riferimento nella letteratura scientifica. I due campioni di cavedano (*Squalius cephalus*) di cattura dal Torrente Onte e dal fiume Retrone, hanno presentato livelli di 2,8 e 3,1 ng/g. Quale valore di riferimento si può considerare quanto descritto in Francia, nelle acque interne, con un valore di 35,5 ng/g quale media di 9 esemplari (Yamada et al., 2014).

Due campioni di specie ittiche non identificabili dal verbale di prelevamento sono stati prelevati dal fiume Togna (Cologna Veneta, Zimella), con valori di 33,9 ng/g e <1 ng/g, rispettivamente. Il valore più alto è in linea con le contaminazioni medie riscontrate nelle acque interne in Francia ad esempio nel cavedano, nel luccio/perca e nella carpa (Yamada et al., 2014).

Dei 6 campioni di carpa, due appartenenti allo stesso sito (Vicenza, Creazzo Laghetto 2000) mostrano valori di 18,4 ng/g e <1, probabilmente da ascrivere al differente tempo di residenza degli esemplari (1 anno di residenza nel campione con valore più elevato). Due esemplari pescati in laghetti sportivi a Lonigo (VI) e Legnago (VR) alimentati con mangime mostrano livelli di 7,1 e 2,9 ng/g. Altri campioni della stessa specie non presentano livelli misurabili (Sarego, S. Germano dei Berici). A confronto si porta il valore medio francese, riferito a 7 esemplari di cattura di carpa, di 32,28 ng/g (Yamada et al., 2014).

Per quanto riguarda i campioni di trota, un solo campione di muscolo proveniente da Creazzo (VI) mostra una contaminazione di 8,2 ng/g, mentre gli altri cinque risultano sotto la soglia analitica di 1 ng/g. Il valore di 8,2 ng/g risulta in linea con il dato medio francese da esemplari selvatici (n = 31) di 7,2 ng/g. Questo Istituto è già intervenuto per accertamenti analitici su due campioni di filetto di trota prelevati da laghetti di pesca sportiva a Creazzo come da verbali di prelevamento ASL 6 Vicenza n. 48373 del 31/7/2013 e n. 48685 del 01/08/2013, in cui la presenza di PFOS, quale sommatoria dell'isomero lineare e degli isomeri non lineari è risultata rispettivamente di 0,3 e 13 ng/g peso fresco. Anche in questo caso il differente livello di contaminazione può verosimilmente ascrivere ad un diverso tempo di residenza degli esemplari nei laghetti, dal momento della loro immissione al prelievo.

Il campione di Medaglino S. Vitale, appartenente a pesce allevato, mostra valori di PFOA a 1,1 ng/g e di PFOS a 2,9 ng/g, interpretabili con la ridotta esposizione ambientale, in presenza di alimentazione zootecnica.



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

I dati sui pesci vanno interpretati alla luce di alcune considerazioni generali.

Il pesce è esposto al bioaccumulo soprattutto di PFOS ed in misura minore di PFOA ed altri composti perfluoro-alchilici a catena più lunga, fino a 11 atomi di carbonio (C11), attraverso l'alimentazione, che nelle specie selvatiche consiste, a seconda della specie, di altri organismi acquatici capaci a loro volta di bioaccumulo (Ahrens & Bundschuh, 2014). L'assorbimento branchiale dai corpi idrici è ritenuto di scarsa rilevanza (< 1%) (US EPA, 2009). Ne consegue quindi che nel caso di specie allevate o immesse in bacini di pesca sportiva da allevamenti per il ripopolamento, il carico di contaminazione dell'organismo non rifletta quello di altre specie di cattura residenti da tempo in acque libere nello stesso contesto ambientale. Diversamente dal pesce pescato, la contaminazione del pesce allevato rifletterà in massima parte la eventuale presenza di contaminanti nel mangime utilizzato. Nell'ambito del campionamento considerato, i livelli di PFOS rilevati nelle carpe permettono un confronto diretto e confermano che il pesce allevato o comunque nutrito a mangime, risulta meno contaminato: questo sia in quanto non risente in maniera rilevante della catena trofica esposta alle emissioni ambientali di PFOS, sia per il limitato assorbimento dei PFAS a catena media e lunga attraverso l'apparato branchiale già ricordato in precedenza (US EPA, 2009).

Per contro il pesce risidente in acque libere è un importante accumulatore di PFOS, soprattutto per le specie longeve in relazione alla posizione nella catena trofica. Dalla correlazione tra livelli di contaminazione di PFOS nelle acque superficiali e nel pesce persico (*Lepomis macrochirus*) (fattore di bioaccumulo = 2796) negli Stati Uniti, sono state ottenute le evidenze scientifiche per inserire nel 2009 il PFOS nell'allegato B della Convenzione di Stoccolma tra le sostanze organiche persistenti (*Persistent Organic Pollutants*). Sulla base delle stesse evidenze, nella legislazione europea (Dir 2013/39/EU) recentemente recepita nell'ordinamento nazionale con Dl.vo 172 del 13.10.2015, è stato fissato uno standard di qualità ambientale pari a 0,65 ng/L di PFOS nelle acque interne quale valore medio annuale, cui corrisponde una contaminazione di 9,1 ng/g nel biota. Il significato di tale standard emerge considerando che l'assunzione alimentare costante e prolungata nel tempo di prodotto ittico da acque contaminate oltre il livello definito dallo standard di qualità può portare ad un rischio per la salute umana, attraverso il superamento dell'assunzione giornaliera tollerabile (*Tolerable Daily Intake, TDI*) identificato dall'EFSA (150 ng/kg peso corporeo/giorno per il PFOS).



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

### 2.3 Muscolo e fegato di specie avicole.

Il breve ciclo zootecnico dei broilers (60 gg) unitamente all'alimentazione zootecnica a base di granaglie, notoriamente poco suscettibili alla contaminazione da sostanze perfluoroalchiliche, spiegano, verosimilmente, l'assenza di riscontri analitici superiori a 1 ng/g nel muscolo. Per le altre specie avicole oggetto di campionamento, che presentano una vita zootecnica di più mesi, un campione di muscolo di fagiano risulta positivo a PFOS a 2,4 ng/g (Minerbe, VR).

In due campioni di fegato di pollo (Altavilla VC, Arcole VR) risulta presente PFOS a 3 ng/g, valore ritenuto compatibile con la maggiore attitudine al bio-accumulo in tale organo rispetto al muscolo, a fronte di livelli < 1 ng/g nel muscolo dello stesso animale.

Dai dati nella letteratura scientifica, i livelli di PFOS negli campionati a livello di grande distribuzione non superano i 0,1 ng/g (Hlouskova et al., 2013). Non si dispone di dati di riferimento per le carni ed i fegati avicoli provenienti da animali allevati a terra.

### 2.4 Muscolo di mammiferi (Bovino adulto, vitello, pecora, capra).

In nessuno dei campioni si sono riscontrati livelli di PFOS al di sopra del limite di rilevabilità. I livelli riscontrati in Europa generalmente si attestano sotto i 0,1 ng/g. (Hlouskova et al., 2013). Pertanto il limite di determinazione di 1 ng/g del metodo analitico utilizzato non ha permesso di evidenziare la presenza di PFOS in tale categoria alimentare. E' da notare che i livelli possono essere molto superiori in alcune aree altamente contaminate; in ruminanti esposti a foraggi raccolti da campi contaminati con PFOS tramite ammendanti da fanghi, i livelli riscontrati nel muscolo si attestano intorno ai 30 ng/g (Kowalczyk et al., 2012).

### 2.5 Fegato di mammifero

Il fegato è da ritenersi il principale organo di bioaccumulo di PFOS ed in generale, dei composti perfluoroalchilici a catena medio-lunga. Su 23 campioni di fegato, in 9 sono state determinate concentrazioni di PFOS sopra il limite di determinazione di 1 ng/g, nell'intervallo 1,3 - 7,1 ng/g. In campioni di fegato acquistati al dettaglio in Europa, l'intervallo di contaminazione è di 0,2 - 2,6 ng/g. Anche in questo caso, per i campioni analizzati non si



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
*Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare*

possono valutare i fattori che verosimilmente modulano la contaminazione, quali il tipo di conduzione (allevamento intensivo vs estensivo), il tipo di alimentazione (insilati e granella invece di fieni e pascolo), e densità di animali rispetto alla superficie dell'azienda agricola. Anche per il fegato, ovviamente, i livelli possono essere molto superiori in alcune aree altamente contaminate; nei ruminanti esposti a foraggi raccolti da campi contaminati con PFOS tramite ammendanti da fanghi, i livelli riscontrati nel fegato si attestavano intorno ai 1000 ng/g (Kowalczyk et al., 2012).

## 2.6 Foraggi.

Un solo campione di erba medica è risultato contaminato con acido perfluorobutanoico (C4) al limite di determinazione (10 ng/g).

I composti dotati di maggiore bioaccumulo, quali PFOS e PFOA di solito limitano la loro presenza all'apparato radicale delle piante, e difficilmente si ritrovano nella parte epigeale, se non in piante coltivate in terreni fortemente contaminati, quali quelli che hanno ricevuto i fanghi industriali da aziende che hanno prodotto sostanze perfluorurate (Yoo et al., 2011). Dai verbali di prelievo non si evince se i foraggi siano stati raccolti da campi in cui sia stato fatto uso di fanghi e ammendanti compostati contenenti fanghi potenzialmente contaminati da composti perfluoralchilici a media-lunga catena.

I fattori di trasferimento dipendono dal tipo di pianta e apparato radicale, e dalle caratteristiche pedologico-agronomiche del terreno in grado di influenzare il trattenimento o il rilascio dei contaminanti, quali contenuto in carbonio organico (interazione di tipo idrofobico, di rilevanza per i composti a più lunga catena), contenuto in sabbia, silicati e argille unitamente al pH del terreno (interazione di tipo ionico rilevante per i perfluorurati a catena medio-corta). I composti perfluorurati a catena corta sono quelli che mostrano maggiore mobilità dal terreno alla parte edibile delle foraggere, con differenze tra i composti carbossilici (maggiormente fitodisponibili) e quelli sulfonati. Per tali composti il trasferimento alla parte epigeale può essere compreso tra 1 e 10, rispetto alle concentrazioni del terreno. Per i composti PFOA e PFOS, il fattore di trasferimento alla parte aerea della pianta è orientativamente del 10% rispetto alle concentrazioni del terreno, mentre risulta quasi ininfluenza (< 0,01%) per i composti a catena alchilica più lunga (Stahl et al., 2009; Krippen et al., 2015). Per un adeguato



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

campionamento e valutazione della presenza di perfluorati nei foraggi occorre, pertanto, considerare i fattori riassunti nei paragrafi precedenti

## 2.7 Vegetali destinati al consumo umano.

Su 30 campioni complessivi di alimenti vegetali, solo 3/11 campioni di vegetali in foglia hanno presentato livelli rilevabili di PFAS: una insalata di Montagnana (PD) coltivata in serra e raccolta prima della taglia commerciale, con acido perfluorobutanoico PFBA (C4) a 1,2 ng/g; una insalata mista innaffiata con acqua di pozzo a Sarego (VI) con presenza di PFBA (6,6 ng/g), PFPeA (acido perfluoropentanoico) (C5) (1,5 ng/g) e PFOA (acido perfluorottanoico) (C8) (1,5 ng/g); un campione di bieta prelevato sempre a Sarego con PFOA (1,8 ng/g).

In vari vegetali raccolti in Europa, la concentrazione di sostanze perfluoroalchiliche (come sommatoria dei composti da C6 a C8) non supera i 0,2 ng/g, con livelli di PFOS nella maggior parte dei campioni non rilevabili (< 0,01 ng/g) e al massimo presenti a 0,02 ng/g indipendentemente dalla tipologia (vegetali in foglia, cereali, legumi, radici, tuberi, pomodori). (Herzke et al., 2013).

Nella letteratura scientifica, i dati sulla presenza di PFBA nei vegetali sono scarsi, anche per la possibile difficoltà analitica nel dosare tale composto che per l'elevata polarità può risultare interferito durante la separazione cromatografica. In linea generale, tale molecola insieme al PFPeA (C5) può essere assorbita dall'apparato radicale della pianta e passare alla parte fogliare in maniera più efficiente rispetto alle sostanze perfluoro-alchiliche a più lunga catena, quale il PFOA (C8) (Blaine et al., 2014; Felitzer et al., 2012, 2014). In esperimenti condotti in colture idroponiche, quindi al netto di possibili riduzioni di biodisponibilità dovute alla presenza di carbonio organico e/o composti a scambio anionico in grado di trattenere i PFAS nel terreno, i composti a corta catena quali PFBA e PFPeA mostrano un fattore di concentrazione di circa 10 nelle foglie rispetto al mezzo di coltura, contro un fattore di circa 1 per il PFOA. Occorre notare che le sostanze perfluoroalchiliche possono trovarsi quali co-formulanti nelle preparazioni di pesticidi, per favorire la loro solubilità in acqua (EFSA, 2008). In tale contesto, si può inserire la valutazione della presenza contemporanea di perfluoroalchilici a catena corta (C4 e C5) e a catena media C8 nel campione di insalata mista di Sarego, stante le sopra citate differenze nel trasferimento di tali contaminanti dal mezzo di coltura all'apparato fogliare.





ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
*Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare*

### **3. Valutazione dei risultati analitici ai fini della valutazione di rischio per esposizioni alimentari.**

#### 3.1 Campionamento e sua rappresentatività

I criteri e gli obiettivi che guidano il campionamento per stimare un'esposizione per via alimentare pongono la necessità di definire in termini quali/quantitativi gli alimenti che compongono la dieta abituale, in base alla produzione e consumo in loco e all'acquisto presso la grande distribuzione.

Inoltre, dato il contesto geografico della contaminazione e per una più approfondita comprensione del trasferimento alla catena alimentare, è opportuno indirizzare il campionamento rispetto alla differente localizzazione e tipologia delle potenziali sorgenti puntuali e occasionali di contaminazione della filiera agro-zootecnica e della fauna selvatica che riveste un interesse alimentare (attività industriali di produzione e/o utilizzo di sostanze perfluoroalchiliche, attività civili di utilizzo sostanze perfluoroalchiliche quali ad esempio aeroporti e caserme di vigili del fuoco, sedi di incendi domati con l'utilizzo di schiume antincendio, campi soggetti all'utilizzo di fanghi e ammendanti compostati da fanghi da depuratori).

Sotto questi aspetti, che prefigurano la rilevante complessità di uno studio di esposizione alimentare indirizzato ad un territorio ampio e diversificato, il set di campioni considerato può rivestire solamente un significato orientativo, anche perché non risulta caratterizzato per i "denominatori" ovvero rispetto alla popolazione di provenienza sia in termini di numerosità che di distribuzione spaziale.

Per quanto riguarda gli aspetti qualitativi relativi a stime di esposizione alimentare, il campionamento ed i dati a disposizione non coprono tutte le categorie alimentari codificate da



*ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'*  
*Dipartimento di Sanità Pubblica*  
*Veterinaria e Sicurezza Alimentare*

EFSA per le valutazioni di esposizione alimentare umana: ad esempio, non compaiono nel campionamento i cereali (frumento, granturco) e le leguminose (es. piselli, ceci), che per le rilevanti assunzioni medie quotidiane, anche a fronte di contenuti livelli di contaminazione, possono essere influenti nella stima di esposizione. Non figurano altresì campionati alimenti provenienti da allevamenti suini, i prodotti lattiero caseari e la selvaggina, prodotti che possono contribuire all'esposizione in virtù di fattori di consumo e di contaminazione (EFSA, 2012; Stahl et al., 2012).

L'eterogeneità degli alimenti da considerare, anche sulla base dei differenti fattori di suscettibilità delle pertinenti filiere agro-zootecniche alla contaminazione, non permette di procedere ad aggregazioni semplificate (es: fegato e muscolo da bovini e da polli, tuberi e vegetali in foglia), per raggiungere una numerosità campionaria più consistente. Inoltre, come sopra ricordato, appare necessaria la conoscenza dei denominatori, al fine della rappresentatività dei campioni.

Per quanto riguarda un campionamento orientato allo studio dei fattori di trasferimento della contaminazione ambientale all'alimento, a fini preventivi, è necessario poter disporre di informazioni standardizzate e integrate con quelle di rilevanza ambientale, quali ad esempio età, dimensioni, tempi di residenza, rese produttive degli animali, in funzione della caratterizzazione della contaminazione nelle risorse naturali e nei foraggi/mangimi, su base georeferenziata, e del loro effettivo utilizzo.

In tale contesto, si ricorda che l'Unione Europea nel fissare gli standard di qualità per PFOS nella colonna di acqua riferita a bacini lacustri e fluviali, ha indicato un limite di 0,65 ng/L su base annuale, corrispondente ad un livello massimo atteso nel biota di interesse alimentare di 9,1 ng/g, al fine di prevenire esposizioni alimentari superiori alla TDI di 150 ng/kg peso corporeo definita da EFSA. Applicando tale rapporto al campione di scardola (considerato come organismo indicatore anche se di scarso interesse alimentare) con un livello di PFOS di 58 ng/g, la corrispondente massima contaminazione nelle acque dovrebbe ricadere intorno a 4 ng/L. I dati di monitoraggio nelle acque resi disponibili da Regione ed ARPA Veneto in Ottobre del 2015, riportano per alcuni corsi d'acqua concentrazioni di PFOS che in qualche caso superano i 100 ng/L. Sulla base dei dati disponibili, la corrispondenza tra contaminazione dei corpi idrici e contaminazione del biota di interesse alimentare non è sempre verificabile; si



*ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ*  
*Dipartimento di Sanità Pubblica*  
*Veterinaria e Sicurezza Alimentare*

ritiene pertanto opportuno un campionamento più esteso e mirato. Sarà importante, inoltre, corroborare i livelli di contaminazione riscontrati nella risorsa alimentare ittica attraverso il confronto con i riscontri analitici nella matrice acqua e i fattori di bioaccumulo consolidati. Livelli di contaminazione nel pesce in linea con le concentrazioni riscontrate in diversi corsi d'acqua prospetterebbero esposizioni alimentari tendenti al superamento del valore di TDI per chi faccia un consumo frequente di pescato locale.

In tale contesto, per quanto riguarda il prodotto ittico, ritenuto uno dei principali contributi all'esposizione alimentare, occorre rilevare che nel campione analizzato non sono rappresentate le specie di cattura di interesse alimentare presenti nei bacini veneti interessati alla contaminazione da PFAS (Provincia di Vicenza 2015, norme per l'esercizio della pesca) e che non possono essere rilasciate per la loro invasività, quali il siluro, il luccio, il lucioperca, l'abramide e anche il gambero rosso della Louisiana.

Dai verbali di prelievo non si evince che siano state intercettate situazioni agronomiche in cui si sia fatto uso di fanghi di depurazione e ammendanti compostati da fanghi, ritenuti dalla letteratura scientifica i principali apportatori di contaminazione al terreno agricolo per quanto riguarda i composti per- e polifluorurati a più elevato bioaccumulo (Yoo et al., 2011; Zareitalabad et al., 2013), come peraltro richiamato dallo scrivente Istituto nel parere n. 7753/AMPP.IA.12, prot. 15259 del 06.05.2014, in risposta alla lettera della Regione Veneto n. 95231 del 04.03.2014 riguardante la presenza di sostanze perfluoro-alchiliche nelle acque ad uso irriguo e negli alimenti di produzione locale.

Per quanto riguarda i fanghi di depurazione, nel 2013 gli impianti veneti di compostaggio/digestione anaerobica hanno trattato 139.153 t di fanghi, di cui circa 113.000 t provenienti dal trattamento delle acque reflue urbane (CER 190805) anche da impianti di depurazione interessati dalla contaminazione di PFAS nelle acque. Dal sito web di ARPA Veneto (ARPA Veneto, 2013), dal 2001 risulta che nelle 3 province interessate dalla problematica PFAS (Vicenza, Verona, e Padova), lo smaltimento diretto dei fanghi da impianti di depurazione in agricoltura ha interessato superfici agricole con carichi per unità di superficie che nel 2014 hanno oscillato tra 3 e 8 tonnellate di sostanza secca per ettaro.



*ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'*  
*Dipartimento di Sanità Pubblica*  
*Veterinaria e Sicurezza Alimentare*

Il progressivo dilavamento dei PFAS presenti nei terreni agricoli in seguito agli apporti agronomici sopra ricordati, potrebbe determinare localmente delle sorgenti secondarie di contaminazione dei corpi idrici, anche in zone non geograficamente correlabili con la sorgente principale della contaminazione (Lindim et al., 2016).

In Veneto, è la Provincia l'ente competente delegato al rilascio delle autorizzazioni (art. 6 della L.R. n. 3 del 21 gennaio 2000), in base alle quali è possibile risalire sia all'impianto di provenienza del fango, sia all'appezzamento agronomico in cui è stato utilizzato.

Pertanto, per quanto riguarda l'utilizzo agronomico del terreno, si suggeriscono campionamenti di matrici alimentari e zootecniche maggiormente orientati sui fattori di rischio agronomici alla luce della disponibilità di dati relativi alla contaminazione da fanghi provenienti dalla depurazione di acque contaminate, e dei derivati digestati e ammendanti compostati da fanghi, unitamente al loro utilizzo geo-referenziato. La valutazione di ulteriori dati raccolti con tali criteri, potrebbe ridurre notevolmente le attuali incertezze relative alle stime di rischio.

### 3.2 Incertezze analitiche

Le incertezze analitiche sono soprattutto determinate dai limiti di quantificazione (LoQ) (1–10 ng/g prodotto) per i vari composti perfluoroalchilici. Nel caso di valori riportati come non quantificabili, tali LoQ possono contribuire a stime cautelative di rischio alimentare che nel caso del PFOS possono rappresentare fino al 44% del TDI definito da EFSA (2008) (Tabella 1) laddove si applichi l'approccio UpperBound.

Pertanto, la raccomandazione della Commissione Europea del 17 marzo 2010 n. 2010/161/EU riguardo ai piani di monitoraggio di sostanze perfluoroalchiliche negli alimenti che fissa un LoQ a 1 ng/g, non appare adeguata per una stima del rischio alimentare nella situazione attuale, per due ordini di motivi: per le forti incertezze portate nella stima dell'esposizione a PFOS e perché non in grado di verificare la possibile progressiva riduzione della contaminazione, quale conseguenza delle misure preventive messe in atto. A proposito del primo punto, si ricorda che alimenti a bassa contaminazione, in virtù del loro forte consumo, possono comunque essere di interesse per le stime espositive, specie se queste si pongono in vicinanza del valore guida TDI (EFSA, 2012). Inoltre, laddove fosse richiesto in base a valutazioni tossicologiche, il



*ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ*  
*Dipartimento di Sanità Pubblica*  
*Veterinaria e Sicurezza Alimentare*

miglioramento generale delle prestazioni analitiche permetterebbe di effettuare stime più precise di esposizione associata tra vari composti.

Un secondo aspetto legato ai LoQ, riguarda la perdita di dati relativi al profilo di contaminazione, di potenziale utilità per ricondurre gli esiti analitici a contesti di esposizione differenti, sia per sorgente sia per durata, in base al ciclo agronomico, zootecnico o biologico della derrata alimentare.

Un successivo aspetto legato alle incertezze analitiche riguarda le differenti caratteristiche tossicologiche degli isomeri lineari di PFOS e PFOA, rispetto ai loro isomeri non lineari. Tali isomeri derivano dalle tecniche di produzione dei composti perfluoro-alchilici basate sulla fluorurazione elettrochimica, e la loro discriminazione analitica può contribuire alla valutazione distinta delle esposizioni recenti rispetto a quelle più datate, e a ricondurre tali esposizioni ad una o più sorgenti di contaminazione. In tale contesto, risulta opportuno conoscere la capacità risolutiva dei metodi analitici utilizzati rispetto alla contemporanea presenza di PFOS e PFOA nelle loro forme lineari e ramificate, date le differenti proprietà tossicocinetiche degli isomeri (Miralles-Marco & Harrad, 2015).

Da ultimo, lo scrivente Istituto non ha elementi per valutare la capacità dei metodi analitici utilizzati di discriminare la presenza di acidi colici, quali potenziali interferenti dell'analisi, unitamente alle modalità di sottrazione del segnale dovuto alla presenza di PFAS nei reagenti e nelle apparecchiature impiegate nell'analisi.

#### **4. Stime di esposizione alimentare**

A causa dei limiti nel campionamento e nei metodi analitici non è possibile produrre una adeguata stima dell'esposizione alle sostanze perfluoroalchiliche della popolazione in generale, né per specifici gruppi di persone che consumano alimenti a produzione locale

Ciononostante, a scopo meramente orientativo, sono state calcolate stime d'esposizione parziali, con l'obiettivo di verificare la possibilità di individuare gruppi e sottogruppi alimentari, tra quelli presi in considerazione dal campionamento, in grado di costituire possibili rischi per i consumatori. In base alle TDI individuate dall'EFSA per PFOS e PFOA, sono state



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
*Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare*

estrapolate le frazioni delle TDI attribuibili a ciascun gruppo e/o sottogruppo alimentare sulla base dei consumi alimentari nell'Italia nord orientale (INRAN-SCAI).

Assunti dell'analisi:

- Sono stati considerati i valori massimi di contaminazione riscontrati nei campioni come rappresentativi della contaminazione nei diversi gruppi di alimenti (il valore massimo riscontrato in un pesce è il valore usato per la stima dell'esposizione al consumo del gruppo di alimenti "pesci e prodotti ittici")
- Si è considerato il 95% della distribuzione dei consumi alimentari (rischio riferito al 5% della popolazione che ha il maggior consumo del gruppo alimentare considerato). La fonte dei dati è lo studio INRAN-SCAI e si sono utilizzati i dati relativi al consumo rilevato nella macro-area Nord-Est.

Il carattere cautelativo degli assunti è giustificato dalle numerose incertezze, discusse in dettaglio nelle sezioni precedenti, che tendono complessivamente verso una sottostima del rischio.

Dall'analisi dei risultati disponibili è stato possibile evidenziare quanto segue:

- Le TDI riguardanti il PFOA e ascrivibili ai diversi gruppi e sottogruppi alimentari presi in considerazione dal campionamento, non sono mai state superate neanche nell'ipotesi più cautelativa (forti consumatori - P95 e concentrazioni vicine ai valori massimi misurati - P95);
- Relativamente al PFOS la situazione è più articolata; in particolare i dati riferibili a uova e pesce indicano possibili criticità meritevoli di ulteriori approfondimenti (Tabella 2). Anche per queste ultime matrici alimentari il piano campionario deve essere, infatti, ricalibrato considerando che sono state prese in considerazione soltanto uova provenienti da allevamenti familiari, e pesci con scarsa rilevanza commerciale e/o di minore rilevanza in termini di bioaccumulo. Inoltre, l'esiguo numero di campioni per entrambi i gruppi alimentari non permette una stima statisticamente significativa dell'esposizione al PFOS né tantomeno la stima nell'ipotesi più cautelativa che richiede una numerosità campionaria decisamente più elevata. Infine, occorre ribadire l'importanza di integrare il piano di campionamento delle matrici alimentari con le



*ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'*  
*Dipartimento di Sanità Pubblica*  
*Veterinaria e Sicurezza Alimentare*

necessarie informazioni sui livelli e distribuzione della presenza ambientale di sostanze perfluoroalchiliche.

## **5. Considerazioni conclusive**

I limiti del campionamento, considerando l'ampiezza e varietà degli alimenti potenzialmente interessati, non consentono di effettuare stime di esposizione alimentare. A questo si aggiunge la necessità di migliorare le performance analitiche in modo da ridurre le incertezze analitiche nella stima di esposizione alimentare.

I risultati degli accertamenti analitici hanno pertanto un valore puramente indicativo e limitato ai singoli alimenti considerati, senza possibilità di estendere quanto riscontrato a condizioni o considerazioni più generali.

Pur con tali limiti, i risultati delle analisi indicano situazioni – che al momento risultano localizzate e limitate a gruppi specifici di popolazione - di potenziale criticità, considerando i livelli di consumo alimentari regionali ed i parametri tossicologici (TDI) definiti da EFSA. Tali situazioni appaiono meritevoli di ulteriori e più mirati approfondimenti. In particolare, emergono nella risorsa ittica e nelle uova di allevamenti familiari concentrazioni di PFOS che, in condizioni di consumi prolungati nel tempo, potrebbero determinare il superamento del TDI in specifici gruppi di popolazione.

In particolare, i valori riportati per alcuni corsi d'acqua superficiali del Veneto in merito al PFOS costituiscono un potenziale rischio di assunzione alimentare oltre il valore guida per esposizioni croniche (individuato da EFSA in 150 ng/kg bw), in quei gruppi di persone che abitualmente si cibano di risorsa ittica di cattura proveniente da corsi di acqua e bacini. Il rischio appare correlato all'entità del superamento dello standard di qualità ambientale (0,65 ng/l) delle acque, e ai consumi delle specie ittiche pescate nelle acque contaminate.

Considerazioni analoghe in termini di contributo all'esposizione alimentare sembrano porsi relativamente alle uova da galline allevate a terra; per questo prodotto alimentare la



*ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'*  
*Dipartimento di Sanità Pubblica*  
*Veterinaria e Sicurezza Alimentare*

contaminazione è verosimilmente legata alla qualità del suolo e del suo biota, anche attraverso l'eventuale utilizzo agronomico di fanghi e ammendanti da essi derivati provenienti da fonti contaminate.

Per gli altri composti perfluoroalchilici, ed in particolare per il PFOA, la qualità dei dati e le informazioni a disposizione non consentono di prospettare scenari di rischio legati all'assunzione alimentare. A fronte di valori elevati di PFOA riscontrati nei corpi idrici superficiali, si osservano valori attorno al limite di rilevabilità analitica negli alimenti. Questo potrebbe essere spiegato dalla minore tendenza al bioaccumulo del PFOA, in presenza di un TDI di 1500 ng/kg, dieci volte superiore a quello fissato per il PFOS.

La contaminazione ambientale già pluridecennale per la presenza di un insediamento produttivo di sostanze fluoro-organiche ad elevata persistenza ambientale situato in area di ricarica di falda in presenza di un acquifero indifferenziato (di Domenico e Zapponi, 1984; ARPA veneto – Dip. Vicenza, 2013) indica la rilevanza di misure di prevenzione primaria efficaci ai fini di ridurre le esposizioni alimentari nel breve e nel lungo periodo. A tale proposito, è importante approfondire gli aspetti legati alla produzione e consumo di cibo locale e alla conseguente assunzione di tali contaminanti da parte delle fasce di popolazione più esposte. Si ritiene parimente rilevante la considerazione di pratiche agronomiche e zootecniche volte a ridurre il trasferimento della contaminazione dai comparti ambientali a quelli agro-zootecnici.





ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

#### Bibliografia:

1. Ahrens L, Bundschuh M (2014). Fate and effects of poly- and perfluoroalkyl substances in the aquatic environment: a review. *Environ. Toxicol. Chem.* 33: 1921–1929
2. ARPA Veneto, dipartimento provinciale di Vicenza, nota del 11.07.2013
3. ARPA Veneto: il recupero della frazione organica nel veneto, anno 2013: <http://www.arpa.veneto.it/temiambientali/rifiuti/fileeallegati/ru2013/II%20Recupero%20della%20Frazione%20Organica%20nel%20Veneto%20-%20anno%202013.pdf>
4. Blaine AC, Rich CD, Sedlacko EM, et al., (2015). Perfluoroalkyl Acid Uptake in Lettuce (*Lactuca sativa*) and Strawberry (*Fragaria ananassa*) Irrigated with Reclaimed Water. *Environ. Sci Technol* 48, 14361–14368.
5. D'Hollander W, de Voogt P, Bervoets L, (2011). Accumulation of perfluorinated chemicals in Belgian home-produced chicken eggs. *Organohalogen Compd.*, 73: 917–920.
6. D'Hollander W, De Bruyn L, Hagenars A, de Voogt P, Bervoets L, (2014). Characterisation of perfluorooctane sulfonate (PFOS) in a terrestrial ecosystem near a fluorochemical plant in Flanders, Belgium. *Environ Sci Pollut Res Int* 21:11856-66.
7. di Domenico A. & Zapponi GA. (1984) Monitoring field contamination: an overview at the groundwater chemical pollution at Trissino – Italy as an example *ISTISAN* 84/17 ISSN-0391-167 5
8. Direttiva 2013/39/EU recepita nel D. Lgs. 172/13.10.2015: Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque
9. EFSA, 2008. Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. *The EFSA Journal* (2008) 653, 1-131.
10. EFSA, 2012. Perfluoroalkylated substances in food: occurrence and dietary exposure. *European Food Safety Authority EFSA Journal* 2012;10(6):2743.



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

11. Felizeter, S.; McLachlan, M. S.; de Voogt, P, (2012). Uptake of perfluorinated alkyl acids by hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa*). *Environ. Sci. Technol.* 2012, 46, 11735–11743.
12. Felizeter S, McLachlan MS, de Voogt, P, (2014). Root uptake and translocation of perfluorinated alkyl acids by three hydroponically grown crops. *J. Agric. Food Chem.* 62: 3334–3342.
13. Fromme H, Schlummer M, Möller A, Gruber L, Wolz G, Ungewiss J, Böhmer S, Dekant W, Mayer R, Liebl B, Twardella D, (2007). Exposure of an adult population to perfluorinated substances using duplicate diet portions and biomonitoring data. *Environ Sci Technol.* 41(22):7928-33.
14. Herzke D, Huber S, Bervoets L, D'Hollander W, Hajslova J, Pulkrabova J, Brambilla G, De Filippis SP, Klenow S, Heinemeyer G, de Voogt P, (2013). Perfluorinated alkylated substances in vegetables collected in four European countries; occurrence and human exposure estimations. *Environ Sci Pollut Res Int.* 20:7930-9
15. Hlouskova V, Hradkova P, Poustka J, Brambilla G, De Filippis SP, D'Hollander W, Bervoets L, Herzke D, Huber S, de Voogt P, Pulkrabova J, (2013). Occurrence of perfluoroalkyl substances (PFASs) in various food items of animal origin collected in four European countries. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 30:1918-32.
16. Kowalczyk J, Ehlers S, Forst P, Schafft H, Lahrssen-Wiederholt, M, (2012). Transfer of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonate (PFOS) from contaminated feed into milk and meat of sheep: Pilot study. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2012, 63, 288–298.
17. Krippner J, Falk S, Brunn H, et al., (2015). Accumulation Potentials of Perfluoroalkyl Carboxylic Acids (PFCAs) and Perfluoroalkyl Sulfonic Acids (PFSA) in Maize (*Zea mays*). *J. Agric. Food Chem.* 63: 3646–3653.
18. Lechner M, Knapp H, (2011). Carryover of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulfonate (PFOS) from soil to plant and distribution to the different plant compartments studied in cultures of carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus*), potatoes (*Solanum tuberosum*), and cucumbers (*Cucumis sativus*). *J. Agric. Food Chem.* 59: 11011–11018.



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

19. Lindim C, van Gils J, Cousins IT (2016). A large-scale model for simulating the fate & transport of organic contaminants in river basins. *Chemosphere* 144:803-10.
20. Menotta S, D'antonio M, Diegoli G, Montella L, Raccanelli S, Fedrizzi G. (2010) Depletion study of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs concentrations in contaminated home-produced eggs: preliminary study. *Anal Chim Acta*. 672(1-2):50-4.
21. Miralles-Marco A, Harrad S, (2015). Perfluorooctane sulfonate: a review of human exposure, biomonitoring and the environmental forensics utility of its chirality and isomer distribution. *Environ Int*. 77:148-59.
22. Regione del Veneto e ARPAV. Ritrovamento di sostanze perfluoro alchiliche in alcuni ambiti del territorio regionale. Analisi integrata preliminare delle aree di esposizione e primi indirizzi di Grading del rischio. Ottobre 2015
23. Schoeters G, Hoogenboom R, (2006). Contamination of free-range chicken eggs with dioxins and dioxin-like polychlorinated biphenyls. *Mol Nutr Food Res*. 50:908-14.
24. Scortichini G, Amorena M, Brambilla G, et al., (2016). Sheep farming and the impact of environment on food safety. *Small Ruminant Research*, In Press, disponibile on line dal 15 Dicembre 2015.
25. Stahl T, Falk S, Failing K, Berger J, (2012). Perfluorooctanoic acid and perfluorooctane sulfonate in liver and muscle tissue from wild boar in Hesse, Germany. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*. 62, 696–703.
26. Stahl T, Riebe RA, Falk S, Failing K, Brunn H, (2013). A longterm lysimeter experiment to investigate the leaching of perfluoroalkyl substances (PFAAs) and the carryover from soil to plants – Results of a pilot study. *J. Agric. Food Chem*. 61:1784–1793.
27. US EPA AQUATOX (release 3) (2009). Modeling Environmental fate and ecological effects in aquatic ecosystems, Volume 2: technical documentation. J.S.Park and R.A. Clough Eds Office of Water (4305) EPA-823-R-09-004, July 2009
28. Yamada A, Bemrah N, Veyrand B, Pollono C, et al., (2014). Perfluoroalkyl Acid Contamination and Polyunsaturated Fatty Acid Composition of French Freshwater and Marine Fishes. *J. Agric. Food Chem*. 62:7593–7603.
29. Yoo, H., Washington, J.W., Jenkins, T.M., Ellington, J.J., 2011. Quantitative determination of perfluorochemicals and fluorotelomer alcohols in plants from



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

- biosolid-amended fields using LC/MS/MS and GC/MS. *Environ. Sci. Technol.* 45, 7985–7990.
30. Zafeiraki E, Costopoulou D, Vassiliadou I, Leondiadis L, Dassenakis E, Hoogenboom RL, van Leeuwen SP, (2015). Perfluoroalkylated substances (PFASs) in home and commercially produced chicken eggs from the Netherlands and Greece. *Chemosphere* 144:2106-2112.
31. Zareitalabad P, Siemens J, Hamer M., Amelung W, (2013). Perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) in surface waters, sediments, soils and wastewater – a review on concentrations and distribution coefficients. *Chemosphere* 91: 725–732.

#### Lista delle abbreviazioni

DL-PCB = Policlorobifenili diossina-simili

LoQ = Limite di Quantificazione

PCDD = Policlorodibenzo diossine

PCDF = Policlorodibenzo furani

PFAS = sostanze perfluoroalchiliche

PFBA = acido perfluorobutanoico

PFOS = acido perfluorottansulfonico

PFOA = acido perflorottanoico

PFPeA = acido perfluoropentanoico

POPs = Contaminanti organici persistenti

TDI = Tolerable Daily Intake

Nota: I valori di contaminazione nelle matrici di interesse alimentare sono stati espressi in ng/g e non in µg/kg su base fresca per garantire una più facile lettura rispetto ai valori guida tossicologici - TDI , espressi in ng/kg peso corporeo.



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ  
 Dipartimento di Sanità Pubblica  
 Veterinaria e Sicurezza Alimentare

**Tabella 1.** Incertezze, in valore percentuale sul TDI di 150 ng/kg/ giorno per il PFOS, apportate nella stima di esposizione alimentari da metodi analitici con differenti limiti di determinazione, elaborate nell'ambito del progetto FP7 PERFOOD – Perfluorinated compounds in our diet.

Categoria Alimentare	Assunzione massima in Europa	Incertezza quale % sul TDI di 150 ng/kg/giorno per una persona di 60 kg di peso vivo (9.000 ng/giorno di PFOS)		
	g/persona/giorno	LoD 1 ng/g	LoD 0.1 ng/g	LoD 0.05 ng/g
1 Cereali	316	3,5	0,3	0,1
2 Dolci	82	0,9	0,4	0,2
3 Vegetali	332	3,7	0,4	0,2
4 Patate/tuberi	195	2,2	0,2	0,1
5 Frutta	438	4,9	0,5	0,2
6 Carne	233	2,6	0,3	0,1
7 Pesce	45	0,5	< 0,1	<0,1
8 Uova	38	0,4	< 0,1	<0,1
9 Latte e derivati	391	4,3	0,4	0,2
10 Olii e Grassi	71	0,8	<0,1	<0,1
11 Altro	50	0,6	<0,1	<0,1
12+13 acqua e bevande	1469	16,3	1,6	0,8
14 Vino e alcolici	319	3,5	0,3	0,1
SOMMA	3.979 (a)	44,2	4,2	2,1

a) la massimizzazione dei consumi non è realistica nella popolazione generale, in quanto ad alti consumi ad esempio nella carne, di solito fa riscontro una riduzione dei consumi per le altre categorie alimentari. Tuttavia, tale simulazione rende evidente le incertezze nelle stime di esposizione alimentare causate dall'adozione di metodi analitici con Limiti di Determinazione (LoD) differenti.



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ'  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare

**Tabella 2.** Potenziali criticità per esposizione alimentare a PFOS, legate al consumo di risorsa ittica di cattura e di uova da allevamenti familiari, laddove gli alti consumi delle singole derrate non siano tra di loro in competizione. Valori di contaminazione riferiti allo scenario peggiore, considerando il limite di performance per il PFOS nelle acque ad uso potabile di 30 ng/L. Stime di consumo ricavate dal database SCAI-INRAN, riferite ai soli consumatori, maschi e femmine, per la regione del Nord Est Italia, P95.

età (anni)	alimento	Consumi g/kg pv/giorno P95	PFOS ng/g	Intake ng/kg/giorno P95	TDI ng/kg/giorno	Intake/ TDI
0 - 2	acqua	42,9	0,03	1,3	150	0,009
>2 < 9		36,4	0,03	1,1	150	0,007
18 - 65		18,8	0,03	0,56	150	0,004
0 - 2	uova	1,99	21	41,8	150	0,279
>2 < 9		1,93	21	40,5	150	0,270
18 - 65		1,03	21	21,6	150	0,144
0 - 2	pesce	4,45	58	258	150	1,762
>2 < 9		4,81	58	279	150	1,860
18 - 65		2,39	58	139	150	0,924

Dipartimento di Sanità Pubblica  
Veterinaria e Sicurezza Alimentare  
Il Direttore  
Dr. Umberto Agrimi