



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"L'INQUINAMENTO DA PFAS IN PROVINCIA DI VICENZA.
METODI DI VALUTAZIONE ECONOMICA DEL DANNO
AMBIENTALE."**

RELATORE:

CH.MO PROF. GRECO Luciano Giovanni

LAUREANDO/A: Rigo Eleonora

MATRICOLA N. 1088900

ANNO ACCADEMICO 2016 – 2017

Indice

Ringraziamenti	3
1. Introduzione.....	4
2. La contaminazione da PFAS nelle acque	8
3. La valutazione economica del danno: metodi a confronto	12
3.1. I prezzi di mercato	13
3.2. I beni surrogati	14
3.2.1. Production-function method	14
3.2.2. Cost-based method	15
3.2.3. Travel-cost method	16
3.2.4. Hedonic pricing method	17
3.3. Le preferenze espresse	18
4. La valutazione dell'inquinamento idrico in Veneto	20
4.1. Un'applicazione dei metodi economici	21
5. Conclusioni.....	29
Bibliografia.....	31
Allegato 1	34

Ringraziamenti

Desidero ringraziare tutti coloro che mi sono stati vicini e mi hanno supportata e sopportata durante questi tre anni intensi. In particolare volgo un pensiero di ringraziamento alla mia famiglia, soprattutto ai miei genitori, che mi hanno sempre spronato ad andare avanti, aiutandomi a superare ogni ostacolo e incoraggiandomi a dare il meglio anche nei momenti di difficoltà; sono stati loro, assieme a Tia, i primi “giudici” di questa tesi.

Un ringraziamento speciale va al professore Luciano Greco, che mi ha presentato le problematiche dell’argomento approfondito e mi ha aiutata nella preparazione di questo elaborato, e al Dott. Stefano Polesello, primo scopritore e ricercatore del caso in studio, che ha dimostrato grande disponibilità nei miei confronti, fornendomi importanti risorse ed utili spunti di riflessione per la stesura di questa tesi.

Ringrazio inoltre le mie care Trec Gurls. Ci hanno unite la passione per l’economia e tanta voglia di divertirci, ma il resto lo abbiamo fatto da noi, condividendo i momenti più speciali e divertenti di questa Triennale, conquistando cubi nelle discoteche più disparate d’Europa e costruendo ricordi indelebili, consapevoli che il legame che abbiamo creato sarà sufficientemente forte e maturo da superare ogni distanza futura. Un pensiero va anche a Rava e Nicolas, che hanno sopportato in silenzio i miei momenti di stress e nervosismo.

Infine, un ringraziamento alle mie amiche di sempre Giulia, Pamela e Cristina, che ci sono sempre state e sempre ci saranno, con cui ho affrontato barriere chilometriche a cui abbiamo saputo resistere e che, nonostante non sappiano nulla dell’argomento di questa Tesi, rimangono comunque degli irrinunciabili punti di riferimento nella mia vita.

1. Introduzione

Nel 2006 furono svolte anche in Italia alcune indagini supervisionate dai promotori del progetto europeo PERFORCE, il cui scopo era quello di monitorare la presenza di perfluoroderivati nelle acque e nei sedimenti dei principali fiumi europei. I risultati evidenziarono che le acque del fiume Po contenevano la percentuale di acido perfluorootanoico (PFOA) più elevata d'Europa. Considerato il possibile rischio ambientale e sanitario portato in luce, nel 2011 fu stipulata una convenzione tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e l'Istituto di Ricerca sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IRSA) al fine di realizzare uno studio relativo alla contaminazione da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nei bacini del Po e dei principali corsi fluviali italiani. Questo progetto è stato il primo ad analizzare in modo completo la distribuzione dei composti perfluorurati nei principali bacini idrici del territorio nazionale, evidenziando anche i relativi rischi potenziali. Nel 2013, al termine di questi studi dalla durata biennale, è stato possibile identificare alcune aree critiche, nelle quali la concentrazione di queste sostanze era da ritenersi allarmante e costante a causa di *point-sources* corrispondenti agli scarichi industriali di imprese produttrici di perfluoroderivati (Farinola, 2016).

Dunque, il 04 Giugno 2013 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha segnalato mediante un protocollo la presenza anomala di sostanze perfluoroalchiliche in corpi idrici superficiali e nei punti di erogazione pubblici delle acque in provincia di Vicenza (Mazzola M., 2013). Tenendo in considerazione la vastità del territorio interessato, i numerosi e difficilmente individuabili rapporti tra acque superficiali e sotterranee e le numerose fonti di approvvigionamento acquedottistico presenti in quest'area, non è stato facile condurre analisi specifiche e complete per definire l'ingenza del danno. Mediante un'analisi a ritroso, partendo dalle reti di distribuzione contaminate e arrivando alla zona di origine, però, il MATTM ha individuato il *leakage* nella media valle dell'Agno (Comune di Trissino) e in particolare nel torrente Poscola, area in cui è situato lo stabilimento chimico Miteni S.p.A.. Nelle indagini svolte dall'IRSA-CNR, questo stabilimento è stato definito come "una fonte puntiforme di composti perfluorurati (PFBS, PFPeA, PFHxA e PFOA) nel sistema idrografico del fiume Fratta-Gorzone, anche se è stata riscontrata la presenza di altre fonti di inquinamento di PFOA nel bacino idrografico" (Polesello, et al., 2013).

In seguito a queste ricerche terminate appunto nel 2013, è stato possibile concludere che i territori interessati dal fenomeno di inquinamento comprendevano una vasta area che si estende dai Monti Lessini a Vicenza, contornando i Monti Berici e arrivando anche a Lonigo,

Noventa e Montagnana (Mazzola M., 2013). La gravità della situazione è accentuata dalla complessità idrografica della zona e dalla facilità con cui le acque superficiali e sotterranee si mescolano tra loro, causando una rapida propagazione degli agenti inquinanti anche in zone che non risultavano ancora contaminate nelle analisi del 2013.

“Tra le conseguenze dovute a un rilascio nel suolo di un contaminante, la più rilevante è senza dubbio quella legata alla possibile contaminazione della falda acquifera, sia per il valore che ha in sé la falda come risorsa idrica sia perché il deflusso idrico sotterraneo può propagare l'inquinamento a grandi distanze” (Mazzola, 2016, p. 6). Al contempo, quando il suolo e il sottosuolo entrano in contatto con elementi chimici che presentano natura difficilmente degradabile, “i processi di adsorbimento-desorbimento presenti possono rendere lentissimi i fenomeni di diluizione e di attenuazione naturale” (Mazzola, 2016, p. 6). Le caratteristiche chimico-fisiche di questi inquinanti permettono loro di propagarsi nel sottosuolo, raggiungendo le falde sotterranee e perdurando per molti anni, anche in seguito alla cessazione dell'evento che li ha generati.

A livello internazionale si sono verificati due casi simili di contaminazione da PFOA dalla portata e dalle conseguenze decisamente rilevanti: si tratta degli episodi a Little Hocking in Ohio (USA) e a Sauerland (Germania). Il primo caso, monitorato a partire dal 2004, ha coinvolto un bacino di approvvigionamento idrico nei pressi di un'azienda della DuPont che riversava nel fiume Ohio le acque reflue della produzione di materiali perfluorurati. Successivamente, nel Gennaio 2006, l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente americana (United States Environmental Protection Agency, US EPA) ha spinto le otto industrie maggior produttrici o utilizzatrici di PFOA a lanciare un formale programma di gestione per interrompere il rilascio di queste sostanze nell'ambiente entro il 2015.

In Germania, invece, la presenza dei composti perfluoroalchilici è stata scoperta nel 2006 da un gruppo di ricerca composto da D. Skutlarek ed altri autori, che avevano individuato come fonte inquinante la presenza di alcuni rifiuti industriali contaminati che in passato erano stati seppelliti da una compagnia adibita allo smaltimento dei rifiuti ed erano stati poi involontariamente sparpagliati nelle campagne da parte degli agricoltori locali (Camera dei Deputati, 2017). In questo frangente era stato applicato un trattamento con filtri utilizzando il carbone attivo, che si è rivelato efficace nella rimozione degli PFOA dall'acqua potabile; in particolare, da una concentrazione pari a 4500 ng/l osservati a Maggio 2006 è stato possibile ridurre l'inquinante a livelli inferiori a 100 ng/l (Farinola, 2016). Da un punto di vista sanitario e preventivo, questo stesso livello raggiunto è stato definito come standard qualitativo minimo da raggiungere nel lungo termine.

La legislazione italiana ha riconosciuto la nozione giuridica di danno ambientale suscettibile di risarcimento mediante la legge istitutiva del Ministero dell'Ambiente L. 349/1986 art. 18¹. Successivamente il D.Lgs. 152/2006 ha uniformato la disciplina alla disposizione comunitaria, definendo impatto ambientale "l'alterazione qualitativa e/o quantitativa, diretta ed indiretta, a breve e a lungo termine, permanente e temporanea, singola e cumulativa, positiva e negativa dell'ambiente, inteso come sistema di relazioni fra i fattori antropici, naturalistici, chimico-fisici, climatici, paesaggistici, architettonici, culturali, agricoli ed economici, in conseguenza dell'attuazione sul territorio di piani o programmi o di progetti nelle diverse fasi della loro realizzazione, gestione e dismissione, nonché di eventuali malfunzionamenti". Sulla base di questa definizione giuridica si basa la valutazione ambientale strategica (VAS), ovvero una procedura mediante la quale è possibile esaminare ex ante anche da un punto di vista ambientale e sostenibile i programmi di miglioramento e sviluppo, senza quindi dimenticare il peso e gli effetti di possibili danneggiamenti ai beni naturali che questi possono determinare.

Per quanto riguarda in modo specifico la protezione e la tutela delle acque, trattata a livello europeo nella Direttiva 2000/60/CE, la stessa Commissione Europea nel 2003 ha approvato una proposta che introduce per la prima volta obiettivi qualitativi per le acque sotterranee che devono essere rispettati dagli Stati membri e che devono essere monitorati periodicamente. Più precisamente, nell'Art. 4 si parla di costi della risorsa idrica, facendo particolare riferimento ai costi opportunità, definiti come "i costi delle mancate opportunità imposte ad altri utenti in conseguenza dello sfruttamento intensivo delle risorse al di là del loro livello di ripristino e ricambio naturale". A questo vanno aggiunti i cosiddetti costi ambientali, ovvero "i danni che l'utilizzo stesso delle risorse idriche causa all'ambiente, agli ecosistemi o ad altri utilizzatori, nonché costi legati alla alterazione o riduzione delle funzionalità degli ecosistemi acquatici o al degrado della risorsa sia per le eccessive quantità addotte sia per la minore qualità dell'acqua, tali da danneggiare [...] il benessere derivante dal valore assegnato al non-uso di una certa risorsa" (ISPRA, s.d.). Considerato che beni naturali quali l'acqua possono essere utilizzati in settori ambientali, civili, agricoli e industriali, valutarne i suddetti costi potrebbe risultare assai complesso a causa della pluralità di usi possibili.

Nonostante gli svariati casi di inquinamento idrico sia in Italia, sia in campo internazionale, manifestatisi soprattutto negli ultimi decenni, solo un numero esiguo di gruppi di ricerca si è impegnato a quantificare in termini economici le conseguenze di tali danni; infatti, i pochi

¹ "Qualunque fatto doloso o colposo in violazione di disposizioni di legge o di provvedimenti adottati in base a legge che comprometta l'ambiente, ad esso arrecando danno, alterandolo, deteriorandolo o distruggendolo in tutto o in parte, obbliga l'autore del fatto al risarcimento nei confronti dello Stato." (Comma 1)

studi si concentrano principalmente sugli usi alimentari e sulle conseguenze legate al settore sanitario. Per queste ragioni e vista la gravità del caso in studio, il presente elaborato si propone di fare un'analisi ad ampio raggio dei metodi più comunemente utilizzati per valutare in termini monetari i beni ambientali, richiamando gli approcci teorici descritti in letteratura. Successivamente, avendo illustrato la situazione delle province di Vicenza, Verona e Padova per quanto concerne l'inquinamento da PFAS ed i conseguenti rischi e danni, si cercherà di individuare nello specifico i metodi precedentemente descritti che risultano concretamente applicabili al caso in studio, fornendo esemplificazioni a questo proposito. Verranno però esclusi dall'analisi i metodi valutativi che utilizzano i tassi di morbosità e mortalità per stimare il valore economico del danno ambientale, in quanto richiedono informazioni puntuali in termini sanitari e un'accurata e ponderata attribuzione del valore monetario alla vita umana.

2. La contaminazione da PFAS nelle acque

Dal 2013 le province di Vicenza, Verona e Padova sono soggette a un fenomeno di inquinamento delle acque dovuto alla presenza di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS); si tratta di sostanze chimiche di sintesi utilizzate a livello industriale nella produzione di materiali quali tessuti, tappeti, carta e rivestimenti per contenitori di alimenti, al fine di renderli resistenti all'acqua e ai grassi e il cui impiego è stato largamente diffuso negli ultimi sei decenni (Azienda ULSS8, s.d.). A questi composti fluorurati appartengono il perfluorottano sulfonato (PFOS) e l'acido perfluorooctanoico (PFOA), entrambi riconosciuti come sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche (PBT).

Secondo l'OCSE, in Europa, Stati Uniti e Giappone la produzione di PFOS fino all'anno 2000 ammontava in via approssimativa a 4500 tonnellate all'anno, impiegate per il 50% nei trattamenti superficiali e per il 30% nei trattamenti di impermeabilizzazione e rivestimento della carta. I rifiuti derivati dalla produzione di queste sostanze corrispondono invece a 26500 tonnellate, di cui si stima che il 90% (circa 23850 tonnellate) si trovino nell'ambiente in forma solida, circa 500 tonnellate siano disperse nell'aria e le restanti quantità nelle acque. Tuttavia, è importante considerare anche le fonti indirette di produzione di PFAS e di conseguente rilascio nell'ambiente. Vi sono infatti alcuni precursori dei PFOA, quali i PFCA (acidi perfluoroalchilcarbossilici) che sono presenti sotto forma di residui in prodotti che contengono PFOA oppure come involontari intermediari di produzione (Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD, 2002).

Per quanto riguarda le caratteristiche chimico-fisiche, sia PFOS, sia PFOA presentano alta solubilità e bassi coefficienti di ritardo, implicando un elevato grado di mobilità che genera estesi *plume* di contaminazione, ovvero parti di acquifero sotterraneo o corpo idrico che trasportano le sostanze contaminanti. Queste sostanze tossiche, infatti, passano inalterate attraverso gli strati del sottosuolo e non vengono attenuate dai microrganismi presenti nel terreno, che normalmente attraverso processi chimico-fisici e biologici riescono a ridurre la concentrazione degli inquinanti agendo da filtro naturale (Marangon & Tempesta, 2004).

Inoltre, nelle analisi svolte dal CNR, in particolare dal gruppo di lavoro del Dott. Polesello, si evidenzia che “i composti perfluorurati, in particolare PFOA e PFOS, sono ormai diffusi in tutte le parti del globo (compresi i poli), a causa della loro persistenza, determinata dall'elevata stabilità chimica” (Camera dei Deputati, 2017, p. 6). Il principale mezzo di trasporto e assunzione è proprio l'acqua e questi stessi composti si accumulano negli organismi che si trovano al vertice della catena trofica, uomo compreso. Questi infatti hanno

la proprietà di bioaccumulo nei tessuti degli organismi e di aumento di concentrazione lungo la catena alimentare, definita biomagnificazione, con una particolare affinità con le proteine che porta a un accumulo prevalentemente nel sangue, nei reni e nel fegato, riscontrando tracce anche nel latte materno; inoltre, il tempo di dimezzamento previsto nel corpo umano può variare tra i 2 ed i 9 anni (Camera dei Deputati, 2017).

Per questo motivo, la Commissione Europea ha inserito il PFOS nella lista delle sostanze inquinanti prioritarie presente nella Direttiva 2013/39/UE, con un *Environmental Quality Standard* (EQS) di 0.65 ng/l nelle acque dolci. Il PFOA invece non presenta parametri di qualità ambientale stabiliti dalla Commissione Europea, sebbene possa “causare effetti severi ed irreversibili sull’ambiente e sulla salute umana” (Farinola, 2016). Tuttavia, questa sostanza è riconosciuta come cancerogena e tossica per la riproduzione dall’Annex VI della *European Regulation* (EC) n.ro 1272/2008 ed inoltre è stata classificata tra le sostanze a rischio molto alto (*Substances of Very High Concern – SVHC*) nell’ambito del regolamento REACH (dall’acronimo *Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals*) approvato nel 2006 dal Parlamento Europeo e dal Consiglio. Inoltre, alcuni studi svolti dall’Agenzia di Sicurezza Tedesca (Bundesinstitut für Risikobewertung) hanno evidenziato che l’eliminazione delle sostanze perfluoroalchiliche da parte del corpo umano avviene in modo estremamente lento, infatti gli uomini eliminano il 10 per cento l’anno, le donne il 17 per cento e i bambini il 20 per cento (Farinola, 2016).

Tutte le restrizioni normative delineate dalla Commissione Europea e poi adeguate dagli Stati Membri hanno portato le imprese utilizzatrici di PFOA e PFOS a ridurre le quantità, cercando di coprire la loro necessità di questo genere di sostanze mediante l’adozione di altri composti perfluoroalchilici che presentano una composizione chimica più semplice e che sono quindi meno pericolosi per l’ambiente e per l’uomo. Ne è un esempio il perfluoro butano sulfonato (PFBS o PFBA). Durante i prelievi più recenti nel bacino Fratta Gorzone e nel fiume Brenta, infatti, il PFBS è il composto ritrovato in modo dominante, le cui concentrazioni nelle acque superficiali raggiungono l’ordine di µg/L. Questo composto, assieme a PFOA, PFPeA (acido perfluoro pentanoico) e PFHxA (acido perfluoro esanoico), è stato rinvenuto con livelli di concentrazione allarmanti anche alla foce del Brenta (Polesello, et al., 2013).

Questo comporta una situazione di allarme anche per le acque marine, infatti i due fiumi appartenenti al territorio italiano che costituiscono le maggiori fonti di PFAS sono il Brenta e il Po, entrambi sfocianti nel Mar Adriatico. Nel dettaglio, il fiume Brenta poco prima di sfociare nell’Adriatico riceve le acque da due affluenti: il fiume Bacchiglione, che risulta solo lievemente inquinato, e il canale Fratta Gorzone, nel quale sono convogliate le acque di

scarico di una fabbrica produttrice di intermedi fluorurati e dei distretti tessili e conciari che caratterizzano la provincia di Vicenza. Di conseguenza, anche nelle rive adriatiche in prossimità delle foci sono presenti concentrazioni significative di sostanze perfluoroalchiliche, con una stima di 7.3 tonnellate di PFAS portati fino al mare ogni anno; in particolare, i livelli di PFOS prelevati nelle acque del Mar Adriatico sono superiori ai limiti stabiliti dalla normativa europea e per questo motivo la preoccupazione per gli ecosistemi marini non è da trascurare (Valsecchi, et al., 2014).

Riportando i risultati delle analisi svolte da ARPAV e dal gruppo di lavoro coordinato dal CNR-IRSA (Dott. Polesello e Dott. Valsecchi), al 30 Settembre 2013 vi erano 21 Comuni² nelle province di Vicenza, Verona e Padova che riscontravano valori di contaminazione nelle acque maggiori o uguali a 100 ng/l. In particolare, le zone adiacenti la sorgente presentavano valori di concentrazione di PFAS superiori a 24.590 ng/l e l'area sorgente vera e propria registrava valori addirittura maggiori a 68.600ng/l.

Nell'Allegato 1 è stata riportata una tabella contenente i valori più significativi e degni di nota di tutte le sostanze perfluoroalchiliche riscontrate nei diversi campioni analizzati dall'ARPA Veneto durante le sue indagini, dando particolare evidenza alle concentrazioni di PFOA, PFOS e PFBA. In particolare, si è scelto di selezionare i campioni nei quali sono stati ritrovati valori di PFOA e PFOS maggiori di 50 mg/l.

Le analisi effettuate in seguito alla segnalazione del MATTM hanno riguardato i corsi d'acqua Petrone, Guà e Fratta, mentre è stato impossibile effettuare prelievi nel torrente Poscola in quanto in secca. I risultati hanno individuato un'area interessata maggiore di 150 km², conferendo al fenomeno una valenza a scala europea. Inoltre, viste le caratteristiche elevatamente idrodisperse e dal momento che la presenza dell'inquinante è stata rilevata anche in pozzi a 50 km di distanza dalla sorgente, i meccanismi di propagazione delle sostanze non sono unicamente quelli della semplice dispersione idrica sotterranea, ma ve ne devono essere altri non ancora chiari ai ricercatori. A facilitare la rapida diffusione della contaminazione concorrono anche la presenza di grandi masse idriche in movimento, la dispersione geometrica e i rapporti tra acque superficiali e sotterranee; in aggiunta, la veloce dinamica del corso d'acqua ha permesso la diffusione anche nelle aree ritenute potenzialmente non interessate alla propagazione diretta.

² Cologna Veneta (VR), Pressana (VR), Zimella (VR), Alonte (VI), Altavilla Vicentina (VI), Brendola (VI), Creazzo (VI), Lonigo (VI), Montebello Vicentino (VI), Montecchio Maggiore (VI), Montorso Vicentino (VI), Noventa Vicentina (VI), Orgiano (VI), Sarego (VI), Sovizzo (VI), Trissino (VI), Vicenza (VI), Zermeghedo (VI), Barbana (PD), Montagnana (PD) e Urbana (PD)

Infatti, studi idrogeologici disponibili negli archivi di ARPAV hanno evidenziato che il deflusso superficiale si articola di numerosi corsi d'acqua principali e secondari, che si diramano in una capillare rete irrigua e di bonifica sviluppata su tutto il territorio; inoltre la zona centrale della Provincia vicentina vanta la presenza di risorgive. Per quanto riguarda il deflusso sotterraneo, invece, la zona settentrionale e quella meridionale presentano differenti caratteristiche del sottosuolo: a nord si è registrato un grado di permeabilità piuttosto elevato, compreso tra 10^{-3} e 10^{-4} m/s, e una velocità di deflusso dell'ordine della decina di metri al giorno; a sud purtroppo gli studi sono stati eseguiti in modo meno approfondito a causa della presenza di diversi litotipi variamente distribuiti, producendo risultati insufficienti al caso in studio (Mazzola M., 2013).

L'Istituto di Ricerca sull'Acqua (IRSA), occupandosi di questo caso, ha analizzato i bacini contaminati seguendo un doppio approccio: da un lato sono state evidenziate le tracce di PFAS nelle acque superficiali dovute alle attuali emissioni di tali sostanze in natura; dall'altro, è stata effettuata un'analisi più in profondità, i cui risultati sono determinati dagli PFAS prodotti da aziende tessili e conciarie ormai una trentina di anni fa. Purtroppo non ci sono azioni migliorative attuabili nei casi di contaminazione del deflusso sotterraneo, dal momento che questa risulta aggravata dal fatto che il ricambio di queste acque è molto più lento rispetto a quelle superficiali. Inoltre, da questi stessi bacini viene prelevata l'acqua per molte altre attività, dall'uso potabile a quello irriguo in agricoltura, dall'alimentazione di cicli produttivi all'abbeveramento di bestiame. Di conseguenza, una contaminazione così territorialmente vasta comporta una rilevante dimensione temporale del fenomeno tuttora stimata a scala pluridecennale, ammesso che i danni non siano irreversibili e che anche le acque più profonde possano riacquistare una qualità elevata.

Un problema ambientale di così ampia portata comporta effetti disparati in diversi ambiti economici e civili, a seconda di quali usi vengono presi in considerazione fra le numerose funzioni attribuibili alla risorsa idrica. Osservando il fenomeno in chiave economica è quindi opportuno inquadrare il problema in una cornice generale che permetta di tenere a mente i diversi utilizzi dell'acqua e il valore monetario corrispondente a ognuno di questi.

3. La valutazione economica del danno: metodi a confronto

Come hanno affermato Pearce e Turner (1990), il valore economico di una caratteristica ambientale è dato dall'interazione tra questa e le preferenze di individui e imprese, rispettivamente nelle loro curve di utilità o funzioni di produzione; in questo caso i cambiamenti ambientali qualitativi o quantitativi possono essere valutati in termini economici mediante un paragone con altri valori di mercato. Infatti, il bene ambientale può non avere un prezzo di mercato oppure il suo prezzo può non riflettere l'insieme delle utilità fornite dal bene; di conseguenza, si ritiene che il suo valore economico possa essere misurato mediante la quantità di moneta che è in grado di fornire un'utilità pari a quella prodotta dal bene ambientale. Questo metodo permette una valutazione ex ante delle diverse alternative che possono essere attuate a seconda del valore economico generato dalle decisioni degli individui, ma rende possibile anche una corretta determinazione ex post degli impatti dei cambiamenti ambientali sul benessere degli individui, in modo da definire adeguatamente le eventuali compensazioni ai danni (Dosi, 2001).

Per considerare il benessere apportato da un bene ambientale si fa riferimento al suo valore economico totale (VET), che racchiude i cosiddetti valori di uso e di non uso, soppesandoli in base alla relativa importanza che hanno. Gli *use values* (detti anche usi attivi) si riferiscono all'utilità che si può trarre dall'utilizzo vero e proprio del bene; questo può essere definito di consumo qualora l'utilizzo del bene naturale comporti una riduzione qualitativa o quantitativa delle disponibilità presenti in natura; nel caso contrario, invece, i benefici relativi al suo impiego non escludono la possibilità di trarre ulteriore utilità dallo stesso bene. L'uso attivo di una risorsa naturale può inoltre essere definito diretto o indiretto: nel primo caso si intendono i benefici direttamente ottenuti dal bene ambientale, come quelli relativi ai prodotti ottenuti dalla coltivazione della terra, alla pesca, alla caccia o semplicemente al benessere ottenuto con una camminata in campagna. L'uso attivo si definisce invece indiretto in riferimento all'interazione naturale tra diversi sistemi e processi ecologici", in particolare quando il funzionamento economico di un ecosistema influenza la produttività di un sistema adiacente (Barbier, *Environmental Project Evaluation in Developing Countries: Valuing the Environment as Input*, 1998, p.5. In: Dosi, 2001, p.10).

Gli usi passivi, o *non-use values*, consistono invece nell'utilità e nel benessere spirituale ottenuti dalla mera esistenza del bene; questi sono valori strettamente personali e sono legati alle preferenze individuali, alla responsabilità nei confronti delle generazioni future e al

rispetto per le altre specie viventi, in una visione non antropocentrica dell'ambiente. Oltre al valore d'esistenza, bisogna considerare anche il valore d'opzione delle risorse naturali, ovvero l'utilità che deriva da un potenziale uso personale del bene che comporta la volontà di preservarne determinate caratteristiche (Dosi, 2001). Trattandosi di una possibilità relativa al futuro, questo valore è difficilmente quantificabile in quanto tiene conto di un indefinito grado di incertezza sia per quanto concerne la probabilità o meno che l'individuo faccia uso della risorsa in oggetto, sia per quanto riguarda la capacità delle generazioni future di custodire con altrettanta cura e parsimonia tale bene naturale.

Dal momento che la valutazione dei beni e dei servizi ambientali comprendono la totalità delle utilità che essi forniscono, compresi i benefici non direttamente riconosciuti dal mercato, gli approcci che potrebbero essere utilizzati si dividono principalmente in tre categorie: utilizzare il prezzo di mercato, utilizzare i prezzi di mercato dei beni surrogati e chiedere direttamente agli individui interessati quali sono le loro preferenze.

3.1. I prezzi di mercato

Il metodo sicuramente più affidabile è quello che si basa su valori di mercato già esistenti per un determinato bene ambientale; quando questi non sono distorti, ovvero qualora esista un mercato di tipo concorrenziale in cui i prezzi riflettano correttamente le preferenze sociali, è possibile utilizzarli direttamente per calcolare il valore economico dei cambiamenti ambientali marginali (Dosi, 2001).

Nel caso in studio, il valore di mercato dell'acqua è di fatto inesistente, dal momento che si tratta di una risorsa a costo zero per gli utilizzatori; questo comporta il rischio di un pericoloso ed illimitato sfruttamento da parte di individui ed imprese, poiché possono beneficiare di ciò che implica l'utilizzo del bene senza doversi sobbarcare i costi delle esternalità negative che producono. In particolare, l'acqua dei fiumi può essere inquinata dagli scarichi delle industrie che in tal modo si sgravano sia del costo privato dei depuratori o della gestione dei rifiuti, sia del costo sociale corrispondente ai danni che causano ad altre attività economiche (come imprese ittiche o turistiche) o a tutte quelle persone che vivono o si bagnano con quelle acque. Queste condizioni portano a fenomeni noti come *market failures*, che necessitano dell'intervento dello Stato o di enti pubblici preposti al fine di determinare un *shadow price* per il bene in questione in modo tale da limitarne, o per lo meno regolamentarle, l'uso.

In alternativa, l'utilizzo del prezzo di mercato dell'acqua in bottiglia rappresenta una sottostima in quanto tiene in considerazione soltanto l'uso potabile della risorsa idrica, limitando i valori d'uso e di non uso ad essa attribuiti.

3.2. I beni surrogati

Quando i beni ambientali non hanno un mercato di riferimento, è possibile desumere il loro valore utilizzando i prezzi di mercato di beni ad essi correlati. Si tratta ad esempio di beni complementari necessari per godere dei benefici derivati dall'ambiente, oppure di beni sostituti che possono ridurre o evitare gli impatti del cambiamento ambientale nel benessere degli individui. Questo approccio è affidabile solo nel caso in cui il valore delle risorse naturali sia esplicitamente riconducibile a comportamenti e beni che hanno un mercato di riferimento e di conseguenza non può essere utilizzato per i cosiddetti *non-use values* di una risorsa, ovvero quanto questa può produrre benefici per il solo fatto di esistere.

Nel caso dell'inquinamento idrico, il valore economico di un peggioramento della qualità dell'acqua può essere misurato mediante il danno monetario subito dalle attività produttive che utilizzano questa fonte come input, in seguito alla perdita di produttività della risorsa o alla necessità di acquistare dei sostituti, qualora esistano (Marangon & Tempesta, 2004). Calcolando la variazione di profitto registrata da queste imprese è infatti possibile quantificare il valore d'uso delle risorse idriche non contaminate, soprattutto per quanto riguarda attività agricole o produttrici di beni alimentari.

Questo approccio, inoltre, permette di quantificare i danni subiti dai consumatori sia in modo diretto, sia in modo indiretto. Con questa distinzione effettuata da Pearce and Turner, si intende definire come diretti i metodi che utilizzano vere e proprie curve di domanda costruite attraverso *willingness to pay* (WTP) e *willingness to accept* (WTA) e che mirano a una valutazione meramente monetaria; appartengono a questa categoria i metodi dei costi di trasporto e del prezzo edonico. I metodi indiretti sono invece quelli che non misurano direttamente le preferenze individuali, ma ipotizzano una serie di possibili relazioni di azione-reazione tra il caso di inquinamento studiato e le diverse conseguenze; solo in seguito vengono analizzate le preferenze relative a ogni possibilità riscontrata, come avviene nei metodi della funzione di produzione e in quelli basati sul costo (Dosi, 2001).

3.2.1. Production-function method

Spesso i beni o le caratteristiche di un ecosistema sono parte integrante dei processi produttive delle imprese, in quanto cambiamenti ambientali possono significativamente influenzare la quantità o la qualità degli output prodotti e di conseguenza i loro prezzi. Quando i prodotti di un ecosistema possono essere considerati come veri e propri input di una funzione di produzione, si applica il metodo della produttività al fine di attribuire un valore economico a

questi beni. Per esempio, “la qualità dell’acqua influenza la produttività delle colture agricole irrigate o i costi per purificare l’acqua potabile municipale”³ (King & Mazzotta, 2000).

Questo approccio viene largamente applicato nei territori ricchi di imprese che utilizzano le risorse naturali locali per alimentare i loro processi produttivi e, dal momento che il Veneto risponde a queste caratteristiche, è possibile tenere in considerazione questo approccio, seppur richieda informazioni dettagliate e numerose.

Come ha esemplificato Dosi C. (2001), se la qualità ambientale fosse inserita tra gli input di una funzione di produzione, certamente questa avrebbe un apporto positivo al valore degli output, in quanto un aumento dell’inquinamento idrico tende a diminuire i livelli dei prodotti finiti. D’altra parte, però, vi sono alcune problematiche da considerare quando si applica questo approccio. Innanzitutto, i prezzi degli output potrebbero essere distorti a causa di fallimenti del mercato che portano a sovrastimare o sottostimare il valore da attribuire al bene ambientale; inoltre questo può essere accentuato dal rischio di considerare più volte le stesse variabili in gioco, soprattutto nel caso di risorse multiuso. Infine, non sempre questo metodo permette di considerare gli aspetti intertemporali della risorsa naturale, a cui invece dovrebbe essere data molta rilevanza.

3.2.2. Cost-based method

A seconda della natura dei cambiamenti ambientali, degli effetti di questi cambiamenti, della capacità degli individui di reagire ad essi e della natura delle reazioni, si possono distinguere diverse tecniche valutative da applicare nelle circostanze in cui una variazione dell’ambiente non influisce solo nelle caratteristiche degli output di un’impresa, ma anche in altri costi relativi alla stessa.

Quando è tecnicamente possibile ripristinare l’ambiente al suo stato originario, il *Restoration Cost Approach* considera i costi necessari per ridurre i danni ambientali provocati dall’inquinatore e per riportare la qualità dei corpi idrici o i livelli di inquinanti in essi contenuti a misure nuovamente adeguate a consentire uno sviluppo ecosostenibile in senso inter e intra generazionale delle risorse idriche, o più precisamente alla situazione immediatamente precedente il danno avvenuto (*baseline*). In termini esemplificativi, è possibile fare riferimento ai costi di depurazione nel caso di inquinamento alle acque o ai costi di trattamento chimico o termico per la bonifica dei suoli inquinati.

³ In lingua originale: “Water quality affects the productivity of irrigated agricultural crops, or the costs of purifying municipal drinking water”.

Se il ripristino delle condizioni ambientali non è attuabile, gli individui sono costretti ad acquistare beni o servizi artificiali che possano sostituire i beni naturali compromessi in modo irreversibile; la stima delle spese che devono essere affrontate a questo proposito rappresenta il costo di sostituzione e può essere calcolato quando le spese in questione vengono affrontate solo ed unicamente con lo scopo di reagire ai cambiamenti ambientali, senza che queste apportino altri benefici. Utilizzando la disponibilità a pagare per evitare le conseguenze negative di questi cambiamenti (anche se solo ipotetiche), è possibile attribuire un valore economico all'aumento o diminuzione della qualità ambientale sulla base della variazione delle spese di prevenzione. Nel caso dell'inquinamento idrico, l'Averting Behaviour Approach tiene in considerazione ad esempio i costi sostenuti per acquistare l'acqua in bottiglia, oppure l'energia e il tempo necessari a bollire l'acqua prima di utilizzarla, o ancora gli investimenti in attrezzature per il trattamento delle acque (Dosi, 2001).

Quando l'unica soluzione alle problematiche ambientali è quella di traslocare, si parla di Relocation Cost Approach con riferimento alla ricostruzione e alla stima delle spese necessarie a spostare una famiglia o un'attività economica in un altro luogo in cui la qualità dell'ambiente è comparabile a quella precedente al danno. Questo metodo ha un'applicabilità fortemente limitata in quanto comporta molto facilmente sovrastime o sottostime dei costi, dal momento che il trasferimento potrebbe essere spinto anche da altri motivi (Dosi, 2001).

Per quanto riguarda valutazioni più strettamente correlate all'ambito sanitario, è utile ricordare il Cost of Illness Approach che considera il tasso di morbosità delle popolazioni che abitano i territori colpiti da peggioramenti della qualità ambientale, analizzando in che misura i cambiamenti ambientali possono avere ripercussioni sulla salute umana. Dal momento che risulta difficile dare un valore ai livelli di morbosità, i costi vengono stimati analizzando le relazioni tra variazioni nei tassi sopracitati e variazioni nelle spese associate alla salute (Dosi, 2001).

Nei casi più estremi, nei quali gli individui non sono in grado di reagire con azioni difensive al cambiamento ambientale, vengono utilizzati i tassi di mortalità al fine di stimare, seppure vagamente, il valore delle caratteristiche ambientali. Questo metodo, chiamato Human capital Approach, ha un'applicazione piuttosto problematica, visto il delicato passaggio di valutazione economica delle vite umane.

3.2.3. Travel-cost method

Il metodo dei costi di trasporto è generalmente impiegato per attribuire un valore al servizio ricreativo dei beni ambientali, basandosi sul fatto che il valore di un bene pubblico può essere

stimato utilizzando la disponibilità a pagare (WTP) dei consumatori, che in questo caso figurano come visitatori del sito ricreativo. L'idea alla base di questo principio è che il benessere ricevuto dalla visita a un sito naturalistico debba essere almeno tale da compensare i relativi costi; infatti anche nel caso in cui l'ingresso al sito sia gratuito, i visitatori devono comunque sostenere costi di trasporto o costi-opportunità relativi al tempo (Dosi, 2001). In questo modo è possibile esprimere il numero di visite (Q) effettuate a una risorsa naturale come una funzione dei cosiddetti costi di trasporto (TC):

$$Q = f(TC).$$

Questo approccio richiede pertanto una serie di informazioni dettagliate riguardanti il numero dei visitatori, i mezzi di trasporto utilizzati, i chilometri percorsi, la durata della visita, che possono essere raccolti mediante questionari compilabili all'ingresso dei siti ricreativi e che andranno poi analizzati al fine di stabilire il valore del servizio. Questo corrisponde al surplus del consumatore/visitatore.

Il presente metodo valutativo presenta alcuni limiti riguardanti l'impossibilità di considerare anche i valori di non uso, comportando una sottostima del valore economico totale; inoltre, poiché con uno stesso viaggio possono essere raggiunti luoghi diversi, risulta difficile distinguere in modo chiaro le componenti che formano il valore del bene.

In questo modo si può stimare il valore delle risorse naturali così come sono, mentre non è possibile confrontare il valore attribuito allo *status quo* con eventuali interventi migliorativi; d'altro canto questo approccio è applicabile nel caso in studio al fine di valutare il valore d'uso delle risorse idriche, ma solo ed esclusivamente per quanto concerne i benefici derivanti dall'uso delle acque superficiali, in quanto non è possibile attribuire ai flussi sotterranei un valore ricreativo.

3.2.4. Hedonic pricing method

Il metodo del prezzo edonico viene utilizzato prevalentemente nell'analisi dei mercati immobiliari, dal momento che si basa sull'idea che la diversità dei valori ambientali fa variare i prezzi degli immobili ad essi direttamente collegati. Di conseguenza, si ricorre a questo metodo per valutare beni ambientali intangibili, quali la qualità dell'aria o la silenziosità in un quartiere, che risultano però complementari a beni commercializzati, quali appunto le abitazioni. Il valore delle caratteristiche ambientali viene dunque dedotto dalla disponibilità degli individui a pagare per vedersi garantite determinate qualità ambientali.

Il valore di mercato di un immobile deriva infatti sia da caratteristiche intrinseche e funzionali, quali l'ubicazione, le dimensioni, i servizi, sia da caratteristiche estrinseche legate all'ambiente circostante. Dal momento che il valore dell'ambiente è capitalizzato del valore di mercato dell'immobile, vi è il problema di riuscire a stabilire quale parte di questo valore sia imputabile alla presenza bene ambientale. Per fare ciò è necessario avere a disposizione un gran numero di dati, ma anche in questo caso i valori stimati sono validi strettamente nelle condizioni del campione di dati analizzato. Talvolta è possibile ovviare a questo problema mediante modelli statistici di regressione molto articolati, con i quali è possibile costruire parametri che isolino gli effetti delle caratteristiche dell'ambiente.

Nel caso dell'inquinamento delle acque in una regione così vasta, un ulteriore limite applicativo di carattere operativo consiste nella "difficoltà di poter disporre di valori immobiliari attendibili in aree caratterizzate da una diversa qualità delle acque" (Marangon & Tempesta, 2004, p. 4).

3.3. Le preferenze espresse

Il terzo approccio valutativo si basa su questionari, sondaggi e ricerche effettuati con il fine di chiedere un'opinione diretta agli individui riguardo al valore che loro attribuiscono a determinate risorse ambientali per le quali non esiste un mercato di riferimento. In questo modo è possibile avere una visione più ampia sul valore del bene in oggetto, raccogliendo informazioni dirette riguardo diversi possibili scenari al fine di avere una chiara idea su come cambiano le preferenze degli individui al variare della qualità o della quantità delle risorse naturali. Questo approccio non differenzia i valori d'uso o di non-uso del bene, in quanto gli individui attribuiscono il valore monetario considerando il bene nella totalità dei benefici o dei costi che apporta e tenendo in considerazione anche i soggettivi valori di opzione e di esistenza.

Nel caso dell'inquinamento idrico, al fine di ottenere risultati realistici, è importante focalizzare le domande del questionario sulle tematiche specifiche più rilevanti, quali l'aumento riscontrato della bolletta dell'acqua, i costi sostenuti per acquistare l'acqua imbottigliata o l'approvvigionamento mediante autobotti e le spese necessario all'applicazione di filtri ai rubinetti domestici. Un aspetto rilevante ma di difficile stima è invece quello inerente il tempo perso per svolgere tutte queste azioni difensive; seppur sia un fattore di non poco conto, la difficoltà valutativa spesso costringe a non tenerlo in considerazione (Marangon & Tempesta, 2004).

La preparazione di un adeguato questionario, dunque, permette di stabilire la disponibilità a pagare (WTP) per evitare o ridurre le conseguenze legate alla degradazione ambientale, per tutelare la biodiversità e la qualità/quantità della risorsa idrica a livello inter e intra generazionale. La flessibilità di questo metodo permette infatti il suo utilizzo nella valutazione di qualsiasi tipo di bene (specie animali, aree naturali, tipologie di inquinamento), con la possibilità di strutturare le domande coerentemente con gli obiettivi della ricerca. D'altro canto, una limitazione di questo approccio è la difficoltà nel riconoscere le risposte sincere da quelle di protesta o strategiche, che dovrebbero essere eliminate per poter correttamente stimare i risultati.

Per concludere quanto è discusso dalla letteratura economica in merito ai metodi valutativi del bene ambientale, è necessario sottolineare che nella realtà i valutatori devono affrontare situazioni ben più complesse di quelle descritte in teoria e devono dunque analizzare in modo puntuale ogni singola funzione dell'ecosistema che è stata compromessa, in modo da definire caso per caso il metodo di stima più adatto a valorizzare ogni specificità. Tutte le componenti valutative individuate vengono poi sommate per poter calcolare in via definitiva il Valore Economico Totale.

4. La valutazione dell'inquinamento idrico in Veneto

L'entità del danno all'ambiente è pari allo scarto tra la situazione senza e quella con danno, infatti questo approccio costituisce il punto cardine per costruire un processo di analisi della risorsa ambientale. A seconda della situazione analizzata, ogni tipologia di bene può essere valutata seguendo uno specifico approccio, in base alle caratteristiche ad esso intrinseche. D'altro canto, è necessario considerare che uno stesso bene può essere utilizzato per numerosi fini molto differenti tra loro, ognuno dei quali richiede un diverso approccio valutativo. Considerando ora unicamente il caso in studio, è importante capire quali dei metodi sopraelencati si prestano meglio a valutare economicamente i danni causati dalla contaminazione di PFAS delle acque vicentine, seppur la soluzione migliore sia rappresentata dall'utilizzo integrato dei differenti approcci.

Innanzitutto, è utile ricordare che le sostanze perfluoroalchiliche possono danneggiare sia l'ambiente, sia la salute umana con differenti mezzi di contaminazione. Alcuni di questi possono essere inattesi, ad esempio l'inalazione o il contatto con oggetti contaminati; tuttavia, la modalità più frequente consiste nell'ingestione di alimenti e di acqua potabile contaminati (Farinola, 2016). La fonte principale resta comunque la risorsa idrica: l'acqua infatti, oltre ad essere estremamente dannosa quando bevuta, va anche a contaminare i sedimenti con cui entra in contatto mediante le falde naturali o mediante irrigazione artificiale. Questo accade perché spesso le acque reflue utilizzate per l'irrigazione non vengono efficacemente depurate e, per questo motivo, risultano essere il principale mezzo di contaminazione da sostanze perfluoroalchiliche all'interno del ciclo dell'acqua, comportando la diffusione dei contaminanti nei terreni e nelle altre acque, tra cui quelle potabili. Questo comporta che, in una regione il cui territorio è largamente ricoperto da coltivazioni quale è il Veneto, l'intero settore dell'agricoltura risulta compromesso, innescando un circolo vizioso che porta alla contaminazione degli animali da pascolo e dunque delle relative carni e prodotti caseari, che rimandano nuovamente al pericolo di ingestione di alimenti tossici per l'uomo. Inoltre qualunque animale si cibi di vegetali contaminati risulta potenzialmente tossico per i suoi predatori, mettendo in moto una catena alimentare che diffonde gli inquinanti in modo incontrollabile.

Oltre al rischio di contaminazione dei vegetali mediante il sottosuolo, non va dimenticata la tossicità diretta a cui è esposta la fauna ittica: questa situazione è da considerarsi problematica sia per quanto riguarda i rapporti tra gli organismi di un ecosistema, tra i quali rientra anche l'uomo, sia per le specie ittiche stesse che rischiano di essere compromesse a livello genetico.

Le specie da considerarsi a rischio non sono unicamente quelle di acqua dolce il cui habitat naturale è rappresentato dai fiumi direttamente inquinati dagli scarichi industriali, ma è necessario tenere in considerazione anche la fauna ittica che si sviluppa nelle acque lagunari e marittime, dal momento che gli inquinanti vengono trasportati dai corsi d'acqua fino alla foce. Concentrazioni allarmanti di PFAS sono infatti state rilevate nelle zone costiere attigue alle foci del Brenta e dell'Adige, come nell'area di Chioggia, con il rischio di compromettere i mercati di pesce e molluschi, caratteristici di quelle zone.

4.1. Un'applicazione dei metodi economici

Come precedentemente detto, è necessario porre attenzione durante la scelta dei metodi economici per la valutazione del bene ambientale, in quanto vi è il rischio di assumere decisioni che risultano in stime distorte, che sovrastimano o sottostimano il valore della risorsa idrica. È questo il caso delle variazioni del prezzo di mercato dell'acqua imbottigliata, che se unicamente considerate risultano limitanti, ma che possono essere comunque interessanti da analizzare.

Dal momento che il Veneto è un territorio ricco di acque minerali, il settore dell'imbottigliamento è molto sviluppato e conta 20 concessioni per operare nel settore, producendo un totale di circa 3 miliardi di litri di acqua in bottiglia ogni anno. La maggior parte di queste imprese imbottigliatrici si trova in provincia di Vicenza, in quanto le zone più ricche di fonti di acqua minerale si trovano proprio attorno al torrente Agno (San Pellegrino, s.d.). Nei pressi delle aree contaminate troviamo infatti importanti imprese di imbottigliamento, quali Acqua Nestlé Vera appartenente al gruppo San Pellegrino, Acqua San Benedetto, Acqua Lissa, Fonte Margherita, Acqua Norda e Acqua di Fonte (Venetoeconomia, s.d.). Per questo motivo, un problema di vasta portata quale quello riguardante l'inquinamento dovuto dalla presenza di PFAS nelle risorse idriche ha riversato i suoi effetti anche nel settore dell'acqua imbottigliata. Le aziende del settore hanno infatti dovuto sostenere costi finalizzati ad analizzare in modo più scrupoloso le sostanze presenti nella loro materia prima; questo, sommato a una minore disponibilità di acqua potabile almeno nel periodo immediatamente successivo alla pubblicazione delle analisi svolte dal CNR, hanno comportato un aumento dei prezzi dell'acqua in bottiglia.

Se consideriamo il mercato nazionale, per il quale viene redatto annualmente un rapporto di analisi del settore da parte di Beverfood.com, i milioni di litri imbottigliati nel 2015 ammontano a 13.840, di cui 12.500 consumati dal mercato nazionale, per un giro d'affari totale dei produttori pari a 2.750 milioni di Euro. Il confronto con il 2013, anno della

pubblicazione da parte del Ministero dell’Ambiente della comunicazione riguardante la presenza di PFAS nelle acque, evidenzia un aumento della produzione e dei consumi interni dell’acqua imbottigliata, dal momento che questo rappresenta l’alternativa difensiva più economica all’utilizzo dell’acqua di rubinetto per il consumo quotidiano.

Tabella 1 - Mercato delle acque confezionate in Italia (fonte: elaborazione propria con dati Beverfood.com)

MERCATO ITALIANO ACQUE CONFEZIONATE	Unità di misura	2013	2015
PRODUZIONE TOTALE	m.ni litri	12400,00	13840,00
GIRO D’AFFARI TOTALE DEI PRODUTTORI	m.ni euro	2360,00	2750,00
CONSUMI INTERNI	Mio litri	11250,00	12500,00
PREZZO MEDIO AL LITRO	Euro/litro	0,19	0,20

Vista l’elevata densità di imprese sia industriali sia agricole presenti nel territorio veneto, un metodo valutativo che presenta un ampio potenziale di applicazione è quello della funzione di produzione. Infatti, le risorse naturali la cui valutazione può essere realizzata mediante questo approccio sono principalmente le aree naturali che rappresentano un’attrazione per potenziali visitatori o studiosi; la fauna marina e fluviale che, oltre al valore intrinseco come parte dell’ambiente, costituisce un bene commerciabile che coinvolge e quindi compromette ogni fase dalla pesca, alla distribuzione, passando per la lavorazione; i prodotti dell’agricoltura e dell’allevamento, anch’essi regolarmente scambiati nel mercato; ma anche i servizi relativi all’approvvigionamento di acqua, come i gestori di impianti acquedottistici.

Dal momento che il danno più rilevante ha interessato, e sta tuttora interessando, il settore dell’agricoltura e dell’allevamento, è utile analizzare in modo più approfondito le conseguenze subite da questo ramo dell’economia veneta. Trattandosi di una risorsa idrica, il primo sotto-settore da considerare è quello che riguarda la pesca e l’allevamento ittico; a questo proposito, l’IRSA-CNR ha campionato le acque che si immettono nelle zone di riproduzione di pesci e molluschi dislocate nei pressi della laguna di Venezia, riscontrando valori massimi di PFOA pari a 20 ng/l. Le analisi effettuate invece nei molluschi che popolano quelle stesse acque hanno portato ai seguenti risultati: nelle cozze sono stati evidenziati 0.2-1.1 ng/g ww (wet weight) di PFOA e valori massimi di PFOS pari a 0.3, mentre nelle vongole i risultati sono stati leggermente più elevati, con 1.6-5.8 ng/g ww di PFOA e 0.3-1.6 ng/g ww di PFOS (Polesello, et al., 2013). L’inquinamento delle acque ha compromesso quindi anche il mercato di pesci e molluschi, portando conseguenze sia sui prezzi del venduto sia sulle quantità. A questo proposito, sulla base dei dati raccolti dall’Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare (ISMEA) in merito alle quantità di

pesce venduto al mercato di Chioggia, nella Tabella 2 si può notare come alcune delle specie pescate nell'alto Adriatico abbiano riscontrato un calo nelle vendite.

Tabella 2- Quantità vendute al mercato di Chioggia (fonte: elaborazione propria con dati ISMEA)

Specie	2012 Kg	2013 Kg	2014 Kg	2015 Kg	2016 Kg	2017 Kg
TOTANI	198	1096	722	857	1539	418
CAPPESANTE	100	25	23	0	6	42
MURICE SPINOSO	60614	66443	41066	24584	83398	27929
MOSCARDINO BIANCO	10138	2213	260	9	57	11
CANNOLICCHI O CAPPALUNGHE	2391	4173	0	0	0	0
ACCIUGA O ALICE	650545	541485	126	7	28	1463
SARDINA	14088	23612	11936	114916	91424	77732
GRONGO	3096	2787	3122	2416	1909	802
BOGA	6423	3908	2022	2438	1357	347
SURI O SUGARELLI	50176	62659	32358	46007	43790	9622
CEFALO DORATO O LOTREGANO	20442	55874	44889	31771	21770	5376
CEFALO O VOLPINA	86642	28571	2049	7953	16136	69902
PASSERE	4635	1376	342	175	117	123
LUCCIOPERCA	2225	1295	611	197	113	53
RICCIOLA	65	181	27	31	25	0
ROMBO CHIODATO	15617	18776	13557	12310	10202	4643
MORMORA	6909	3144	1771	879	407	230
SARAGHI	17	13	3	7	0	0
SARAGO SPARAGLIONE	28581	10581	2145	602	533	71
SOGLIOLA DEL PORRO	13940	5365	1259	1080	299	43
LANZARDO O LACERTO	2488	1764	312	1060	1394	0
ORATA	129	20	0	14	833	34
SPIGOLA O BRANZINO	29379	28573	19416	24197	26786	12360
SMERIGLIO	118	11	0	0	62	0
PALAMITA	1192	250	38	6	15	0

Un altro settore dell'allevamento che è stato pesantemente influenzato dal fenomeno riguarda i bovini. Le zone di pascolo per le mucche erano spesso localizzate attorno ai corsi d'acqua contaminati, dai quali veniva direttamente pompata l'acqua per gli abbeveratoi, implicando l'assunzione da parte dei bovini dei contaminanti disciolti. In seguito alla comunicazione di rinvenimento di PFAS nei fiumi adiacenti le aree di pascolo, è stato necessario implementare una procedura di analisi sia per quanto riguarda la salute delle mucche stesse, sia per quanto riguarda i composti accumulati nelle carni destinate al commercio. A fronte di questi controlli finalizzati a una prevenzione più accurata e puntuale, i costi di produzione per gli allevatori sono aumentati e allo stesso tempo la disponibilità di capi di bestiame da macellare e offrire al mercato alimentare si è ridotta, come è emerso dal confronto dei dati ISMEA.

Tabella 3 – Numero capi di bestiame macellati (fonte: elaborazione propria con dati ISMEA)

Bovini in Veneto	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Macellazione	726390	753903	766126	737614	697390	683724	690120	749215

Una situazione analoga ha riguardato il mercato delle carni di avicoli e soprattutto delle uova, dal momento che molti allevamenti di polli, galline e tacchini sono situati vicino alle aree contaminate e gli animali stessi vengono nutriti tramite pozzi inquinati. Nel 2015 L'Arpav ha prelevato alcune uova in un pollaio di Cologna Veneta (VR) e, in seguito ad analisi di laboratorio, sono emersi in media 21,2 µg di PFAS al loro interno; questo riscontro è risultato preponderante nelle uova provenienti da allevamenti familiari, in quanto non vi sono controlli qualitativi e sanitari sull'acqua e sui mangimi utilizzati per l'alimentazione delle galline ovaiole. Considerata l'elevata produzione annuale di uova negli allevamenti della regione veneta, quanto emerso si è rivelato in ogni caso un brutto colpo per l'economia regionale e in particolare per le piccole imprese locali che producono beni alimentari di alta qualità, legate alla tradizione come nel caso del noto mandorlato.

Tabella 4 - Produzione di uova in Veneto (fonte: elaborazione propria con dati Venetoagricoltura)

Anno	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
Uova (miliardi di pezzi)	1,99	1,93	1,98	2,00	2,13	2,11	2,05
Valore (milioni di euro)	€ 196,00	€ 205,00	€ 220,00	ND	€ 172,00	€ 173,00	€ 169,00

Per quanto concerne invece il settore agricolo, con particolare riferimento alla frutticoltura, la Direzione Prevenzione, Sicurezza Alimentare e Veterinaria della Regione del Veneto ha avviato nell'Ottobre 2016 una serie di campionamenti nella frutta di stagione, come l'uva da vino, le mele e le pere da tavola per rilevare la presenza di PFAS al loro interno. In merito all'uva, si sta effettuando l'analisi sui grappoli raccolti durante la vendemmia dello scorso anno e, in un territorio quale le province di Verona e Vicenza, dove l'economia locale è in buona parte rappresentata dalla produzione di vino, sta emergendo una forte preoccupazione per la possibilità di riscontrare la presenza di sostanze perfluoroalchiliche negli acini, in quanto queste potrebbero entrare nella catena produttiva del vino compromettendone la qualità e le quantità prodotte. Questo comporterebbe una significativa diminuzione della domanda da parte del mercato interno e estero, che porterebbe a profitti notevolmente minori e una conseguente riduzione del valore aggiunto, soprattutto per i viticoltori veronesi. Se consideriamo infatti i prezzi medi annui di vendita del vino e i litri prodotti in Veneto, è possibile calcolare le perdite attese a seconda delle variazioni nella produzione nel caso in cui sia necessario ridimensionarne le quantità al fine di monitorare tutta l'uva in entrata in ogni cantina.

Tabella 5 - Quintali di vite, litri di vino e indici dei prezzi medi del vino (fonte: elaborazione propria con dati ISTAT)

Quintali di vite da vino	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Veneto	11147832	11173359	10513150	11780836	10553503	12539458	13040364
di cui Verona	4250000	4365693	4319411	4181776	3639920	4175439	4633111
Litri di vino prodotto							
Veneto	8351281	8569322	7547104	8989282	8281418	9732567	10144754
di cui Verona	3195295	3366507	2947998	3048085	2758966	3106071	3492955
Indice del prezzo del vino (anno base 2010=100)							
Media Nazionale	100,00	114,10	133,70	152,10	138,60	136,60	134,90

Contemporaneamente a questi controlli, si è inoltre iniziata una campagna di analisi sul mais, su foraggiere utilizzate per nutrire il bestiame e su orticole quali patate, radicchio, asparagi, pomodori, cipolle e lattuga; i primi esiti ottenuti non hanno condotto a risultati eloquenti, in quanto su trenta campioni prelevati, solo tre hanno evidenziato concentrazioni di PFOA e PFOS superiori ai limiti prescritti. Sono però previste ulteriori analisi che riguarderanno campioni diversi, raccolti dopo un più ampio arco temporale, anche se la predisposizione delle piante al bioaccumulo di queste sostanze è assai inferiore a quella dei tessuti muscolari degli animali e dell'uomo (Regione del Veneto, s.d.). La Regione del Veneto prevede di concludere entrambi questi monitoraggi a Luglio 2017.

Nonostante i dati sopra riportati, è importante sottolineare che gli effetti su allevamento ed agricoltura sono classificabili come di lungo termine ed emergono solo a distanza di anni, poiché gli PFAS necessitano di tempo per risalire le catene alimentari ed accumularsi fino raggiungere concentrazioni sufficienti ad essere individuate e considerate come allarmanti. A questo proposito, nel Comunicato stampa N° 305 del 1 Marzo 2017 la Regione del Veneto ha confermato in tale data l'inizio di una campagna di campionamento e analisi svolta dall'ARPAV che terminerà a Ottobre 2017 con il proposito di monitorare i pozzi privati dai quali viene prelevata l'acqua utilizzata per l'irrigazione delle colture e l'abbeveramento degli animali. Dunque al termine di questa campagna sarà possibile disporre di dati più certi, puntuali e specifici con i quali sarà anche possibile valutare in modo più adeguato i costi ambientali relativi ai prodotti agricoli e alle carni contaminate, nonché ai prodotti correlati quali uova e latticini. Un dettaglio decisamente rilevante inerente a tutte queste analisi effettuate dal 2011 consiste nei considerevoli costi legati alle analisi, agli eventuali adeguamenti strutturali e ai costi di gestione più elevati che potrebbe essere necessario sostenere; gli agricoltori, gli allevatori e gli industriali che sono stati compromessi dal fenomeno inquinante si sono dichiarati non disposti a pagare tali spese, chiedendo alla Regione di sobbarcarsi i sopraelencati importi (Regione del Veneto, s.d.).

Al fine di creare un vero e proprio studio con modelli statistici che considerino il fattore ambientale come input delle funzioni di produzione, infatti, la varietà e vastità di dati richiesti è davvero significativa; tuttavia è possibile fare alcune considerazioni sulla base delle esigue informazioni disponibili. In particolare, durante un incontro avvenuto il 17 Aprile 2015, la Settima Commissione Consiliare della Regione Veneto ha presentato un resoconto dei costi sostenuti dai gestori di imprese fornitrici di acqua potabile che operano nelle zone contaminate e una stima dei relativi interventi a breve termine volti a implementare tecnologie alternative per il contenimento dei contaminanti e per la potabilizzazione dei bacini idrici. Considerano i dati raccolti da quattro imprese operanti nel settore, ossia Centro Veneto Servizi (CVS), Acque del Chiampo (AdC), Acque Vicentine (AVI) e Acque Veronesi (AVR), è stato possibile calcolare che l'incidenza dei costi di gestione della prima emergenza nei mesi immediatamente successivi alla comunicazione del Ministero è pari a 869.906,82 Euro. A questi vanno sommati gli investimenti già eseguiti dalle suddette imprese e quelli ancora in corso, atti ad arginare il problema presentatosi e a riportare a livelli accettabili la qualità delle acque; questi ammontano a 4.203.726,43 Euro. Infine, è importante considerare i costi stimati per realizzare interventi a breve termine, pari a 6.450.800,00 Euro. In totale, dunque, i costi sostenuti dalle imprese che utilizzano le acque della provincia vicentina come risorsa primaria per la fornitura del servizio di approvvigionamento idrico ammontano a 11.524.433,25 Euro; nella tabella sottostante è possibile consultare il dettaglio dei costi per ogni impresa che ha contribuito alle analisi (Viveracqua, 2015).

Tabella 6- Dettaglio costi sostenuti dai gestori (fonte: Viveracqua)

DETTAGLIO	CVS	AdC	AVI	AVR
Costi di gestione emergenza	€ 125.413,44		€ 11.248,38	€ 733.245,00
Investimenti eseguiti/in corso	€ 269.749,43	€ 1.133.977,00		€ 2.800.000,00
Interventi a breve termine	€ 1.650.000,00	€ 900.000,00	€ 3.200.800,00	€ 700.000,00
TOTALE	€ 2.045.162,87	€ 2.033.977,00	€ 3.212.048,38	€ 4.233.245,00

Questa cifra già rilevante resta comunque una sottostima, dal momento che tiene in considerazione solo alcuni gestori del servizio di fornitura di acqua potabile e non considera gli interventi necessari durante le successive fasi del processo di risanamento e potabilizzazione delle falde. Un tale aumento delle spese di trasformazione e purificazione della risorsa idrica per le imprese fornitrici implica un conseguente innalzamento dei prezzi che le famiglie devono corrispondere per poter usufruire del servizio di approvvigionamento. Secondo le statistiche ISTAT svolte dal 2011 al 2015, l'indice dei prezzi al consumo per la fornitura idrica ha subito le seguenti variazioni:

Tabella 7 - Indice dei prezzi al consumo per la fornitura acqua e servizi vari connessi all'abitazione; anno base 2010=100 (fonte: elaborazione propria con dati ISTAT)

ANNO	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	MEDIA
2011	102,5	102,9	102,8	104,6	104,7	105,1	105,5	104,7	104,8	104,6	104,9	105,1	104,35
2012	106,2	106,2	107	108,8	108,8	108,7	110	109,9	109,9	110,3	110,2	110,6	108,88
2013	111,1	111,4	110,6	110,5	111	111,7	114,6	115,8	116,2	118	117,8	119,9	114,05
2014	120,3	120	121,4	122	123,9	122	118,3	117,4	117,1	117,6	117,6	117,4	119,58
2015	118,2	118,3	120	119	118,2	117,9	117,4	116,6	116,8	117,4	117,7	117,8	117,94

Un altro modo di considerare la variazione che la qualità ambientale comporta nel valore degli output di un'impresa consiste nel valutare l'impatto di una perdita del valore di immagine sociale.

o di pubblicità negativa. In seguito al caso della Miteni S.p.A., infatti, anche altre aziende produttrici che operano nel settore conciario hanno dovuto affrontare critiche e scetticismo nei confronti dei loro processi produttivi e delle sostanze che rilasciano nell'ambiente. Nei casi più gravi, una nuova immagine negativa della società potrebbe portare alla non commercializzazione dei beni prodotti, comportando rilevanti conseguenze di tipo economico all'impresa stessa. Una possibile soluzione per portare a norma di legge gli scarichi aziendali e per rilanciare l'immagine societaria consiste nell'installazione di impianti di ri-potabilizzazione dell'acqua, che consentono di purificare le acque utilizzate nella produzione industriale prima di scaricarle nell'ambiente. In questo modo è possibile smaltire le sostanze perfluoroalchiliche prodotte sotto forma di rifiuti pericolosi, affidandosi ad aziende specializzate in queste attività. Sia l'installazione di un impianto di questo tipo, sia lo smaltimento periodico dei rifiuti presentano costi parecchio elevati; dunque le società stesse dovrebbero richiedere preventivi e iniziare analisi di costi e benefici per valutare se un investimento così ingente valga la pena di essere effettuato, considerando soprattutto il guadagno che può garantire a lungo termine.

Vi sono altri casi, diversi da quelli precedentemente illustrati, in cui è possibile prendere in considerazione i mercati di beni complementari o sostituti al fine di stimare il valore della risorsa idrica contaminata. Prendendo in considerazione gli usi balneari dei corsi d'acqua, ad esempio, è possibile considerare come spesa di sostituzione il costo sostenuto per l'acquisto o l'utilizzo delle piscine; questi sono infatti beni artificiali sostitutivi di acque usate per la balneazione. L'esempio in questione è decisamente applicabile al caso del Brenta, in quanto durante la stagione estiva è usuale utilizzare le sue rive come surrogati delle più affollate spiagge dell'Adriatico.

Un'altra possibilità valutativa riguarda lo studio delle relazioni che intercorrono tra il danno ambientale e i costi sostenuti per porvi rimedio; si tratta delle spese difensive inerenti all'installazione di impianti di depurazione e di filtri purificatori, oppure alla derivazione di acqua da altre località o allo scavo di pozzi più profondi, o al trasporto tramite autobotti, o ancora all'introduzione di tecniche alternative di lavorazione agricola dei terreni. Questo approccio, tenendo in considerazione comportamenti reali ed oggettivi, consente in linea teorica di individuare la domanda di acqua potabile e dunque di salute (Marangon & Tempesta, 2004). Utilizzare il metodo delle spese difensive pone però il problema di considerare con prudenza la disponibilità a pagare dichiarata, infatti quando si tratta di sanare la qualità di un bene pubblico, quale è la risorsa idrica e in generale il bene ambientale, vi è il rischio di incorrere in fenomeni di free-riding. Soprattutto per quanto concerne le azioni di bonifica che possono essere svolte collettivamente, difatti, alcuni soggetti o imprese possono manifestare la loro volontà a partecipare e a impegnarsi economicamente, nonostante poi non si assumano le spese previste, beneficiando ugualmente degli effetti migliorativi delle azioni implementate dagli altri soggetti.

In genere, comunque, la normativa italiana preferisce determinare il danno ambientale in termini monetari sulla base di una stima dei costi di ripristino in quanto, seppur questa necessiti di un gran numero di dati e di procedimenti laboriosi per essere considerata plausibile, raccoglie al suo interno ogni possibile utilizzo del bene naturale in questione, permettendo di realizzare un'ampia analisi a trecentosessanta gradi del problema ambientale. La tipologia di valutazione da attuare può variare a seconda dei gradi di reversibilità e ripristinabilità del bene naturale e tutti gli aspetti può essere poi riassunti in un'analisi costi-benefici (Centro Studi di Estimo e di Economia Territoriale, 2014).

5. Conclusioni

Lo scopo primario di questo elaborato è di fornire una base su cui procedere per le valutazioni di tipo economico-monetario che riguardano i beni ambientali o le variazioni di qualità e quantità di questi stessi beni. Fornire uno schema di lavoro quanto meno teorico permette di sviluppare veri e propri sistemi econometrici che tengano in considerazione la variabile ambientale, che al giorno d'oggi si sta dimostrando sempre più rilevante. Il tema della salvaguardia della risorsa idrica rispetto ai fenomeni inquinanti che negli ultimi tempi si manifestano piuttosto frequentemente sta infatti assumendo importanza, anche grazie alla maggior sensibilizzazione dei cittadini. Si tratta tuttavia ancora di una novità per quanto concerne la sfera giuridica, dal momento che il legislatore non ha ancora provveduto ad inserire una chiara e definita disciplina che dia precise indicazioni sulle procedure da seguire durante la stima di un danno all'ambiente.

Da un lato, imparare a stimare economicamente il valore delle esternalità, positive o negative, generate dalle imprese permette di sensibilizzare manager e imprenditori, in modo da incentivarli ad attuare comportamenti e politiche aziendali eco-sostenibili, indipendentemente dal settore nel quale operano. D'altra parte, questa analisi può essere considerata come un punto di partenza per i ricercatori che sono coinvolti in studi e progetti riguardanti la contaminazione da PFAS nei bacini idrici italiani, con particolare riguardo per la Regione Veneto.

Tuttavia, nonostante la disponibilità dimostrata da diversi Enti ed Istituti di Ricerca per fornire i dati e i rapporti delle analisi effettuate a partire dall'anno 2011 e dei diversi studi ad esse correlati, è stato difficile e pressoché impossibile stimare concretamente il valore degli effetti che l'inquinamento da PFAS ha causato nella provincia vicentina e nelle aree limitrofe coinvolte. Per eseguire un'analisi concreta, infatti, sarebbe stato necessario disporre di particolari informazioni riguardanti le variabili economiche ed i coefficienti da utilizzare; questi dati, per loro natura, possono essere stimati in seguito a monitoraggi specifici e prolungati, richiedendo solide competenze in questo settore.

Inoltre, seppure sia già disponibile un'abbondante letteratura relativa agli aspetti teorici, metodologici e di modelli economici, i case studies reali relativi ad analisi di progetti di investimento per la riallocazione delle risorse idriche o di valutazione del danno dovuto a inquinamento dei bacini sono ancora insufficienti per poter definire una sorta di "manuale buone pratiche" (Prosperi, et al., 2010). Questo, unito alla mancanza di banche dati relative ai valori economici di determinati beni analizzati, ha reso necessario il ricorso a ricerche supplementari piuttosto laboriose che non hanno comunque portato ai risultati sperati, soprattutto in riferimento alla concreta ed effettiva quantificazione delle diverse componenti del danno analizzato.

Nel caso del danno ambientale, le informazioni economico-finanziarie fondamentali sono infatti derivate da procedimenti econometrici finalizzati alla costruzione della domanda d'uso delle risorse ambientali. Al giorno d'oggi in Italia questi procedimenti sono oggetto di studio da parte dei

ricercatori, ma non sono ancora riconosciuti come strumenti di lavoro per i periti estimatori. Questo è in parte dovuto al fatto che la legislazione italiana non ha ancora riconosciuto dal punto di vista giuridico specifiche procedure di azione a tal proposito; di conseguenza, effettuare una stima del danno ambientale è al momento limitante e conduce a valori sottostimati.

Riuscire a quantificare in termini economici un danno all'ambiente è un processo piuttosto complesso che richiede una puntuale e dettagliata ricostruzione di tutte le relazioni che intercorrono tra il bene ambientale danneggiato e chi o cosa utilizza questo stesso bene, valutando ogni conseguenza attraverso l'applicazione dei metodi più appropriati alla situazione; questo presuppone una conoscenza nel dettaglio di ogni settore coinvolto e delle relative funzioni di domanda a seconda dei quantitativi di risorsa naturale utilizzati.

In conclusione, dunque, nello specifico caso dell'inquinamento da PFAS nelle acque delle province di Vicenza e dintorni, sarà utile attendere l'introduzione di discipline da parte della giurisprudenza e di una maggiore quantità di dati disponibili, in particolare quando a Ottobre 2017 termineranno molte campagne di analisi a campioni prelevati da allevamenti e ortaggi. Con informazioni più dettagliate sarà infatti possibile approfondire il lavoro analitico introdotto in questo elaborato, giungendo a risultati numerici e previsioni di costi plausibili, che risulteranno più utili alla stesura di analisi costi-benefici atti a valutare l'effettivo impatto del caso in studio.

Bibliografia

ANON., s.d. *Enciclopediaambiente*. [Online]

Disponibile su: <<http://www.enciclopediaambiente.com>>

[Consultato il giorno 24 Aprile 2017].

ARPAV, 2016. *Inquinamento da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS). Approfondimento in merito alla produzione e gestione dei fanghi di depurazione nelle zone interessate dalla contaminazione da PFAS*. [Online]

Disponibile su: <<http://www.arpa.veneto.it/arpav/pagine-generiche/documenti/fanghi%20PFAS.pdf>>

[Consultato il giorno 5 Giugno 2017].

ARPAV, s.d. *Azienda Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto*. [Online]

Disponibile su: <<http://www.arpa.veneto.it>>

[Consultato il giorno 5 Giugno 2017].

AZIENDA ULSS8 BERICA, s.d. *Pfas - Sostanze Perfluoroalchiliche*. [Online]

Disponibile su: <<http://www.ulssvicenza.it/nodo.php/3440>>

[Consultato il giorno 24 Aprile 2017].

BARBIER, 1998. *Environmental Project Evaluation in Developing Countries: Valuing the Environment as Input*. In: DOSI, 2001, p.10.

BEVERFOOD.COM, 2016. *Bevitalia. Acque minerali, Bibite e Succhi. Annuario 2016-2017*, Milano: s.n.

CAMERA DEI DEPUTATI, 2017. *Bollettino delle giunte e delle commissioni parlamentari, 08/02/2017*.

CENTRO STUDI DI ESTIMO E DI ECONOMIA TERRITORIALE, 2014. *Il danno. Elementi giuridici, urbanistici e economico-estimativi*. Bologna, Universitas Studiorum.

DOSI, C., 2001. *Environmental values, valuation methods and natural disaster damage assessment*. Santiago: United Nations.

FARINOLA, G. M., 2016. *I composti perfluoroalchilici come inquinanti delle acque per consumo umano*, s.l.: s.n.

ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA - ISTAT, s.d. *Istat.it Agricoltura e zootecnia*.

[Online]

Disponibile su: <http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/index.jsp>

[Consultato il giorno 05 Giugno 2017].

ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE -

ISPRA, s.d. *Isprambiente* [Online]

Disponibile su: <<http://www.isprambiente.org.it>>

[Consultato il giorno 05 Giugno 2017].

ISTITUTO DI SERVIZI PER IL MERCATO AGRICOLO ALIMENTARE - ISMEA, s.d.

Analisi e studio delle filiere agroalimentari. [Online]

Disponibile su: <<http://www.ismeamercati.it/analisi-e-studio-filiere-agroalimentari>>

[Consultato il giorno 5 Giugno 2017].

KING, D. e MAZZOTTA, M., 2000. *Productivity Methods*. [Online]

Disponibile su: <<http://www.ecosystemvaluation.org/productivity.htm>>

[Consultato il giorno 05 Maggio 2017].

MARANGON, F. e TEMPESTA, T., 2004. AESTIMUM. *AESTIMUM* 44, giugno, pp. 1-24.

MAZZOLA M., S. I. C. R., 2013. *Stato dell'inquinamento da PFAS in provincia di Vicenza, Padova, Verona. Nota tecnica*. [Online]

Disponibile su: <<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/file-e-allegati/documenti/acque-interne/pfas/Nota%20Tecnica%20PFAS.pdf/view>>

[Consultato il giorno 24 Aprile 2017].

MAZZOLA, M., 2016. *Stima dei tempi di propagazione dell'inquinamento da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nelle acque sotterranee in provincia di Vicenza, Padova e Verona*. [Online]

Disponibile su: <[http://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-](http://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/pfas/NT_0516_STIMA_TEMPI_PROPAGAZIONE_PFAS_NELLA_ACQUE_SOT)

[allegati/pfas/NT_0516_STIMA_TEMPI_PROPAGAZIONE_PFAS_NELLA_ACQUE_SOT_TERRANEE_v04.pdf](http://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/pfas/NT_0516_STIMA_TEMPI_PROPAGAZIONE_PFAS_NELLA_ACQUE_SOT_TERRANEE_v04.pdf)>

[Consultato il giorno 24 Aprile 2017].

MAZZONI, M., et al., 2015. Investigating the occurrence of C8-based perfluorinated substitutes in Italian waters. *Norman Bulletin*, Marzo, pp. 5-7.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2002. *Hazard assessment of perfluorooctanesulfonate (PFOS) and its salts*. [Online]

Disponibile su: <<http://www.oecd.org/dataoecd/23/18/2382880.pdf>>

[Consultato il giorno 25 Aprile 2017].

PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO, 2006. *Regolamento (CE) n. 1907/2006*, s.l.: s.n.

[Online]

PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO, 2013. *Direttiva 2013/39/UE*. s.l.:s.n. [Online]

POLESELLO, S. et al., 2013. *Realizzazione di uno studio di valutazione del Rischio Ambientale e Sanitario associato alla contaminazione da sostanza perfluoro-alchiliche (PFAS) nel Bacino del Po e nei principali bacini fluviali italiani*, s.l.: s.n.

PROSPERI, M., GIANNOCCARO, G. e SCARDIGNO, A., 2010. *Stato dell'arte sui criteri e le metodologie di valutazione del costo opportunità della risorsa idrica: una rassegna della letteratura..* Campobasso, Società Italiana di Economia Agraria.

REGIONE DEL VENETO, s.d. *Regione del Veneto*. [Online]

Disponibile su: <<http://www.regione.veneto.it>>

[Consultato il giorno 5 Giugno 2017].

SAN PELLEGRINO, s.d. *Regione che vai, acqua che bevi: Veneto*. [Online]

Disponibile su: <<https://www.sanpellegrino-corporate.it/storiediacqua/regione-che-vai-acqua-che-bevi-veneto-la-parola-allesperto/>>

[Consultato il giorno 05 Maggio 2017].

SKUTLAREK, D., EXNER, M. e FÄRBER, H., 2016. Perfluorinated surfactants in surface and drinking waters. *Environmental Science and Pollution Research, Int.* 13, pp. 299-307.

VALSECCHI, S. et al., 2016. Deriving environmental quality standards for perfluorooctanoic acid(PFOA) and related short chain perfluorinated alkyl acids. *Journal of Hazardous Materials*, 21 Aprile.

VALSECCHI, S. et al., 2014. Occurrence and sources of perfluoroalkyl acids in Italian river basins. *Chemosphere*, 6 Agosto, pp. 126-134.

VENETOECONOMIA, s.d. *Venetoeconomia*. [Online]

Disponibile su: <<http://www.venetoeconomia.it>>

[Consultato il giorno 05 Maggio 2017].

VIVERACQUA, 2015. *Contaminazione da PFAS della falda: Stato delle azioni in corso ed interventi effettuati (Aggiornamento marzo 2015)*. Arzignano, s.n.

Allegato 1

Dati significativi alla stesura dell'elaborato, selezionati dal documento "Concentrazione di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nelle acque prelevate da ARPAV" reperibile nel sito dell'Agenzia.

Prov	Comune	Data del prelievo	Tipologia di acqua campionata	Acido Perfluoro Butanoico (ng/L) PFBA	Acido Perfluoro Pentanoico (ng/L) PFPeA	Perfluoro Butan Sulfonato (ng/L) PFBS	Acido Perfluoro Esanoico (ng/L) PFHxA	Acido Perfluoro Eptanoico (ng/L) PFHpA	Perfluoro Esan Sulfonato (ng/L) PFHxS	Acido Perfluoro Ottanoico (ng/L) PFOA	Perfluoro Ottan Solfonato (ng/L) PFOS
VI	CREAZZO	10/07/2013	SUPERFICIALI	713	337	1070	474	138	45	2790	375
VI	CREAZZO	16/07/2013	SOTTERRANEE	530	456	1165	515	112	33	2380	320
VI	CREAZZO	22/07/2013	SOTTERRANEE	1210	965	1275	605	207	68	4945	410
VI	CREAZZO	01/08/2013	SORGENTI/RISORGIVE	205	139	353	153	49	18	1535	133
VI	CREAZZO	19/11/2013	SOTTERRANEE	896	232	1145	696	208	53	4493	143
VI	CREAZZO	10/03/2014	SUPERFICIALI	191	227	462	122	58	<10	1126	162
VI	CREAZZO	02/04/2014	SORGENTI/RISORGIVE	728	434	1083	515	252	65	7940	580
VI	CREAZZO	15/04/2014	SOTTERRANEE	388	224	971	482	126	33	2427	190
VI	CREAZZO	21/05/2014	SORGENTI/RISORGIVE	326	168	688	325	69	21	1720	152
VI	CREAZZO	19/05/2015	SOTTERRANEE	1140	430	1925	811	212	98	4207	272
VI	CREAZZO	04/06/2015	SORGENTI/RISORGIVE	1010	489	2280	653	298	94	5430	698
VI	CREAZZO	25/08/2015	SOTTERRANEE	1160	665	1890	773	284	78	4437	402
VI	CREAZZO	05/11/2015	SORGENTI/RISORGIVE	842	458	2200	564	225	110	3820	573
VI	CREAZZO	14/12/2015	SORGENTI/RISORGIVE	555	256	1490	427	199	73	3097	706
VI	CREAZZO	14/03/2016	SORGENTI/RISORGIVE	603	254	1470	470	292	84	4213	564
VI	CREAZZO	30/03/2016	SOTTERRANEE	915	588	1185	649	267	71	5030	370
VI	CREAZZO	23/06/2016	SORGENTI/RISORGIVE	664	274	1395	420	164	61	3830	657
VI	CREAZZO	23/06/2016	SOTTERRANEE	1010	564	1420	599	250	65	4810	290
VI	CREAZZO	23/09/2016	SOTTERRANEE	1050	645	1265	670	388	82	5560	306
VI	CREAZZO	12/12/2016	SORGENTI/RISORGIVE	523	194	1225	312	146	48	2817	442

VI	CREAZZO	15/02/2017	SOTTERRANEE	651	242	974	351	98	51	3186	492
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	12/08/2013	SOTTERRANEE	1150	609	1960	689	326	55	5103	474
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	13/08/2013	SOTTERRANEE	560	94	759	1390	98	47	6823	521
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	29/08/2013	SOTTERRANEE	1110	730	2174	1005	438	119	12740	1565
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	02/09/2013	SOTTERRANEE	255	219	1600	308	160	35	4400	441
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	21/11/2013	SOTTERRANEE	841	231	1930	773	145	53	4087	364
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	25/11/2013	SOTTERRANEE	888	265	2555	815	247	89	8377	1036
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	09/12/2013	SOTTERRANEE	237	259	1400	492	353	96	5970	968
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	02/04/2014	SOTTERRANEE	406	196	903	272	194	42	4520	683
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	24/07/2014	SOTTERRANEE	581	307	2120	460	442	133	6170	635
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	02/09/2014	SOTTERRANEE	819	315	3555	498	319	167	6220	2045
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	02/10/2014	SOTTERRANEE	454	239	1990	512	158	41	2977	331
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	25/06/2015	SOTTERRANEE	700	210	1955	373	123	116	2543	568
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	31/08/2015	SOTTERRANEE	566	169	1080	273	81	64	2477	568
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	30/09/2015	SOTTERRANEE	905	273	1265	387	193	108	4067	780
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	25/11/2015	SOTTERRANEE	495	244	1255	382	149	62	2417	506
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	26/11/2015	SOTTERRANEE	519	136	745	250	89	51	2123	287
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	01/12/2015	SOTTERRANEE	713	209	954	284	<10	68	2220	419
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	14/12/2015	SOTTERRANEE	418	128	963	241	111	59	1657	529
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	07/03/2016	SOTTERRANEE	475	188	1251	303	185	53	2810	400
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	14/03/2016	SOTTERRANEE	1110	87	745	184	103	40	1957	422
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	23/03/2016	SOTTERRANEE	1020	217	928	287	130	67	2607	503
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	11/04/2016	SOTTERRANEE	446	126	812	200	99	45	1687	422
VI	MONTECCHIO										
VI	MAGGIORE	06/06/2016	SOTTERRANEE	1960	247	1348	413	181	142	4557	1285

VI	MONTECCHIO MAGGIORE	16/06/2016	SOTTERRANEE	649	119	818	209	84	53	2093	379
VI	MONTECCHIO MAGGIORE	23/06/2016	SOTTERRANEE	513	180	1045	301	121	42	2060	329
VI	MONTECCHIO MAGGIORE	23/09/2016	SOTTERRANEE	421	167	675	266	106	37	1837	467
VI	MONTECCHIO MAGGIORE	26/09/2016	SOTTERRANEE	672	143	688	241	116	60	2080	551
VI	MONTECCHIO MAGGIORE	05/10/2016	SOTTERRANEE	1060	184	715	265	141	64	2260	931
VI	MONTECCHIO MAGGIORE	07/10/2016	SOTTERRANEE	567	108	678	222	89	55	2170	459
VI	MONTECCHIO MAGGIORE	07/12/2016	SOTTERRANEE	1240	158	826	220	108	47	2113	453
VI	MONTECCHIO MAGGIORE	12/12/2016	SOTTERRANEE	460	127	822	152	98	35	1877	237
VI	MONTECCHIO MAGGIORE	14/12/2016	SOTTERRANEE	608	96	455	131	86	48	1793	328
VI	MONTECCHIO MAGGIORE	13/02/2017	SOTTERRANEE	1264	157	666	226	86	47	2018	369
VI	MONTECCHIO MAGGIORE	20/02/2017	SOTTERRANEE	702	136	826	210	71	45	1797	286
VI	SAREGO	12/05/2015	SOTTERRANEE	650	427	357	390	67	36	1380	103
VI	SOVIZZO	10/07/2013	SOTTERRANEE	539	286	805	410	117	34	2280	282
VI	SOVIZZO	21/11/2013	SOTTERRANEE	384	83	771	332	69	27	2173	184
VI	SOVIZZO	27/05/2015	SOTTERRANEE	425	199	1155	280	136	40	2140	145
VI	SOVIZZO	25/09/2015	SOTTERRANEE	345	200	437	150	150	55	1350	279
VI	SOVIZZO	09/12/2015	SOTTERRANEE	383	192	1046	316	137	54	2197	344
VI	SOVIZZO	14/03/2016	SOTTERRANEE	391	135	895	250	120	43	2287	251
VI	SOVIZZO	14/06/2016	SOTTERRANEE	418	168	795	262	105	43	1923	272
VI	SOVIZZO	23/09/2016	SOTTERRANEE	299	157	553	250	107	35	1757	361
VI	SOVIZZO	22/12/2016	SOTTERRANEE	314	108	676	183	82	31	1623	270
VI	SOVIZZO	15/02/2017	SOTTERRANEE	338	137	491	204	61	35	1968	248
VI	TRISSINO	04/07/2013	SOTTERRANEE	1190	552	4865	1000	588	200	16067	3460
VI	TRISSINO	19/07/2013	SOTTERRANEE	2745	1665	8000	1535	454	112	14000	710
VI	TRISSINO	12/08/2013	SOTTERRANEE	792	118	857	810	206	66	11690	997
VI	TRISSINO	28/08/2013	SOTTERRANEE	1305	830	2755	1050	414	186	12820	1920
VI	TRISSINO	02/09/2013	SOTTERRANEE	2780	1880	1135	1670	715	37	15280	905
VI	TRISSINO	10/09/2013	SOTTERRANEE	4900	2420	7245	4200	2880	498	35367	10930
VI	TRISSINO	15/10/2013	SOTTERRANEE	1460	395	2365	691	279	55	6367	676

VI	TRISSINO	17/10/2013	SOTTERRANEE	2420	756	4440	1580	1360	342	24700	2260
VI	TRISSINO	28/10/2013	SOTTERRANEE	4390	1400	6270	2620	1780	551	27933	7855
VI	TRISSINO	21/05/2014	SOTTERRANEE	1070	530	2830	1230	1280	689	20067	4665
VI	TRISSINO	22/09/2014	SOTTERRANEE	3450	783	7635	2030	524	618	15500	3485
VI	TRISSINO	22/01/2015	SOTTERRANEE	1140	161	1945	385	155	216	5113	1070
VI	TRISSINO	03/02/2015	SOTTERRANEE	1505	295	5198	1635	740	316	12500	6463
VI	TRISSINO	23/04/2015	SOTTERRANEE	711	140	1400	365	194	194	4263	737
VI	TRISSINO	28/05/2015	SOTTERRANEE	760	155	2150	326	175	150	3947	1040
VI	TRISSINO	25/06/2015	SOTTERRANEE	953	171	2700	368	178	185	4217	1320
VI	TRISSINO	29/07/2015	SOTTERRANEE	946	218	1710	346	177	101	3207	639
VI	TRISSINO	27/08/2015	SOTTERRANEE	878	245	667	266	69	35	1693	197
VI	TRISSINO	25/09/2015	SOTTERRANEE	2770	1960	719	1720	626	92	7483	345
VI	TRISSINO	30/09/2015	SOTTERRANEE	1040	660	1325	727	295	97	5340	688
VI	TRISSINO	28/10/2015	SOTTERRANEE	2630	454	6350	1000	463	557	9177	2185
VI	TRISSINO	30/11/2015	SOTTERRANEE	1140	150	3368	418	268	231	5213	1358
VI	TRISSINO	22/12/2015	SOTTERRANEE	1260	227	1965	456	255	163	4000	1115
VI	TRISSINO	29/01/2016	SOTTERRANEE	332	62	254	106	40	27	918	172
VI	TRISSINO	26/02/2016	SOTTERRANEE	4470	387	4498	738	723	316	11770	3925
VI	TRISSINO	30/03/2016	SOTTERRANEE	48900	7900	126250	16850	25300	13475	746333	208750
VI	TRISSINO	28/04/2016	SOTTERRANEE	689	127	1045	224	114	100	3273	983
VI	TRISSINO	06/06/2016	SOTTERRANEE	2080	404	1400	561	198	69	3783	384
VI	TRISSINO	24/06/2016	SOTTERRANEE	729	107	1375	192	126	91	3457	1040
VI	TRISSINO	26/07/2016	SOTTERRANEE	343	61	500	83	24	33	1022	358
VI	TRISSINO	25/08/2016	SOTTERRANEE	5090	1040	25450	1920	1620	2595	56900	18650
VI	TRISSINO	28/09/2016	SOTTERRANEE	914	285	358	281	104	23	1253	236
VI	TRISSINO	07/10/2016	SOTTERRANEE	2110	1050	549	1280	341	60	5250	198
VI	TRISSINO	27/10/2016	SOTTERRANEE	572	142	225	167	16	16	946	111
VI	TRISSINO	30/11/2016	SOTTERRANEE	1090	154	1235	285	144	71	2733	687
VI	TRISSINO	07/12/2016	SOTTERRANEE	3470	350	554	452	200	48	3403	341
VI	TRISSINO	14/12/2016	SOTTERRANEE	2760	1140	1024	1330	556	78	6683	306
VI	TRISSINO	31/01/2017	SOTTERRANEE	2910	695	756	800	158	46	3627	275
VI	TRISSINO	24/02/2017	SOTTERRANEE	1650	281	4235	412	378	207	7693	1370
VI	VICENZA	04/07/2013	SUPERFICIALI	398	229	513	288	74	26	2490	293
VI	VICENZA	22/07/2013	SOTTERRANEE	2130	1180	1715	1110	326	145	9720	575
VI	VICENZA	23/07/2013	SUPERFICIALI	740	139	377	189	60	21	1405	158

VI	VICENZA	02/08/2013	SUPERFICIALI	276	196	377	191	67	16	1970	148
VI	VICENZA	21/05/2014	SORGENTI/RISORGIVE	916	704	709	980	323	52	4983	211
VI	VICENZA	06/08/2015	SUPERFICIALI	220	118	650	158	60	24	1250	122
VI	VICENZA	05/11/2015	SORGENTI/RISORGIVE	2200	1430	1560	1220	734	96	6307	319
VI	VICENZA	02/12/2015	SUPERFICIALI	194	87	518	131	56	18	979	129
VI	VICENZA	14/12/2015	SORGENTI/RISORGIVE	1530	1090	1225	928	508	78	6110	355
VI	VICENZA	14/03/2016	SORGENTI/RISORGIVE	1720	1120	1780	1110	764	102	6893	411
VI	VICENZA	27/06/2016	SORGENTI/RISORGIVE	1400	960	1165	910	464	76	7050	295
VI	VICENZA	23/09/2016	SOTTERRANEE	1890	1230	1360	1230	831	94	8347	323
VI	VICENZA	12/12/2016	SORGENTI/RISORGIVE	1740	930	1405	959	535	68	6533	287
VI	VICENZA	15/02/2017	SOTTERRANEE	1926	1189	1298	1230	298	81	7597	374
VR	COLOGNA VENETA	02/07/2013	SCARICO PRODUT.	1030	401	17300	1000	909	176	28667	349
VR	COLOGNA VENETA	09/08/2013	SCARICO PRODUT.	5050	160	3535	746	1020	80	11190	131
VR	COLOGNA VENETA	11/09/2013	SCARICO PRODUT.	1220	176	4900	221	240	62	5370	349
VR	COLOGNA VENETA	17/10/2013	SCARICO PRODUT.	833	222	1640	238	56	32	1350	323
VR	COLOGNA VENETA	12/11/2013	SCARICO PRODUT.	393	131	1830	297	48	17	1520	115
VR	COLOGNA VENETA	08/04/2014	SCARICO PRODUT.	1440	310	2197	342	63	35	353	101
VR	COLOGNA VENETA	13/05/2015	SCARICO PRODUT.	348	244	5890	1770	46	27	255	183
VR	COLOGNA VENETA	04/06/2015	SCARICO PRODUT.	1160	343	4465	639	77	27	219	235
VR	COLOGNA VENETA	08/07/2015	SCARICO PRODUT.	2060	346	1100	135	<10	<10	309	460
VR	COLOGNA VENETA	13/10/2015	SCARICO PRODUT.	8070	327	2345	177	18	12	279	543
VR	COLOGNA VENETA	11/11/2015	SCARICO PRODUT.	2520	330	1600	176	26	48	251	612
VR	COLOGNA VENETA	24/03/2016	SCARICO PRODUT.	2280	253	1720	175	43	24	420	220
VR	COLOGNA VENETA	20/04/2016	SCARICO PRODUT.	1110	311	1995	172	38	22	400	411
VR	COLOGNA VENETA	13/07/2016	SCARICO PRODUT.	954	410	946	123	25	15	284	431
VR	COLOGNA VENETA	14/09/2016	SCARICO PRODUT.	188	165	1240	183	36	335	329	2470
VR	COLOGNA VENETA	25/01/2017	SCARICO PRODUT.	89	130	909	131	32	27	467	233
VR	SOAVE	28/01/2014	SOTTERRANEE	49	39	<10	31	21	48	1183	765
VR	SOAVE	10/06/2014	SOTTERRANEE	298	172	147	86	48	84	1347	452
VR	SOAVE	22/09/2014	SOTTERRANEE	75	59	33	23	13	73	1143	942
VR	SOAVE	09/10/2014	SOTTERRANEE	127	74	14	24	<10	29	1307	4610
VR	SOAVE	12/07/2016	SOTTERRANEE	58	54	<10	44	41	87	1620	1850
VR	SOAVE	12/07/2016	SOTTERRANEE	103	73	<10	35	30	31	1157	2780