

POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e
Territoriale

Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio



L'INDICATORE WHI:

Relatore: Prof. Ing. Giovanni Dotelli

Tesi di Laurea di:
Andrea VESCONI
Matricola: 770052

Anno Accademico 2012-2013

Ringraziamenti

Innanzitutto vorrei ringraziare il Prof. G. Dotelli per avermi dato la possibilità di svolgere questo studio e per il suo costante aiuto ed attenta guida necessari per poterlo concludere con successo.

Un grazie va anche al Dott. L. Zampori per i suoi preziosi consigli e contributi.

Un grazie di cuore va alla mia famiglia per avermi supportato e sopportato fino ad oggi. In generale voglio ringraziare chiunque c'è stato, chiunque c'è e che ci sarà: è anche grazie a voi se sono arrivato dove sono. Assumetevi le vostre responsabilità!

Abstract

L'obiettivo del presente studio è di proporre uno strumento che possa coniugare la performance ambientale dei prodotti alimentari e il loro potere nutriente.

Separatamente i due aspetti sono oggetto da sempre di studi e considerazioni, ma tutt'oggi manca una reale base scientifica che unisca le due tematiche.

Il risultato di questo studio è la messa a punto dell'indicatore WHI, basato su tre indici con il potere di valutare e quantificare, mediante una scala da zero (punteggio peggiore) a cinque (punteggio ottimo), gli impatti prodotti (in termini di $\text{KgCO}_2\text{eq/nutriente}$), i consumi di risorsa idrica (in termini di litri/nutriente) e l'apporto di nutrienti sani e di calorie.

L'indicatore WHI permette, dunque, di quantificare il "costo" ambientale e nutrizionale di un singolo grammo di nutriente per ciascun alimento/bevanda e, quindi, quali prodotti siano maggiormente ecosostenibili.

In seguito, sulla base dei risultati ottenuti si è deciso di valutare la performance ambientale e nutrizionale attraverso l'indicatore WHI di quattro differenti menu settimanali e tre abitudini di consumo di bevande.

I risultati rafforzano quelle che erano le indicazioni dedotte dall'indicatore: i menu costruiti con prodotti aventi alto punteggio WHI risultano i più ecosostenibili.

Indice

Indice delle figure.....	6
Indice Tabelle.....	9
1 INTRODUZIONE.....	11
1.1 Alimentazione e Ambiente	11
1.2 Mitigazione ambientale e sostenibilità alimentare	18
2 ANALISI DELLA LETTERATURA.....	20
2.1 Principali fasi e impatti	20
2.1.1 Agricoltura.....	20
2.1.2 Trasformazione e Imballaggio.....	21
2.1.3 Consumo e scarto	22
2.1.4 Trasporti.....	23
2.2 Considerazioni.....	23
2.2.1 Fase di cottura.....	24
2.2.2 Categorie d'impatto.....	24
2.2.3 Incertezza valori.....	24
2.2.4 Nutrizione	24
2.3 Banca Dati	24
3 METODOLOGIA INDICATORE WHI.....	26
3.1 Valore nutrizionale (indice <i>HEALTH</i>).....	26
3.1.1 Alimenti: valore nutrizionale e apporto energetico	26
3.1.2 Bevande: potere idratante	32
3.2 Impatto Ambientale (indice <i>IMPACT</i>).....	33
3.2.1 Impatti da produzione.....	33
3.2.2 Fase di cottura.....	34
3.2.3 Esportazioni	34
3.2.4 Calcolo e Classificazione	36
3.3 Consumo Idrico (indice <i>WATER</i>).....	37
3.3.1 Calcolo e Classificazione	37
3.4 INDICATORE <i>WHI</i>	39
4 Risultati.....	41
4.1 Proteine	41

4.1.1	Indice IMPACT	41
4.1.2	Indice WATER	45
4.1.3	Indice HEALTH	46
4.1.4	Indicatore WHI.....	47
4.2	Carboidrati.....	48
4.2.1	Indice IMPACT	48
4.2.2	Indice WATER	52
4.2.3	Indice HEALTH	52
4.2.4	Indicatore WHI.....	53
4.3	Vitamine.....	55
4.3.1	Indice IMPACT	55
4.3.2	Indice WATER	59
4.3.3	Indice HEALTH	60
4.3.4	Indicatore WHI.....	61
4.4	Bevande.....	62
4.4.1	Indice IMPACT	62
4.4.2	Indice WATER	64
4.4.3	Indice HEALTH	64
4.4.4	Indicatore WHI.....	65
5	Caso di Studio: modelli alimentari a confronto.....	67
5.1	Alimenti	67
5.2	Bevande.....	72
5.2.1	Modello Analcolico	73
5.2.2	Modello Sostenibile.....	74
5.2.3	Modello Alcolico e Analcolico	74
5.3	Risultati	75
5.3.1	Alimenti.....	75
5.3.2	Bevande.....	79
5.4	Conclusioni.....	81
6	Bibliografia.....	85

Indice delle figure

Figura 1 - Andamento produzione agricola nel periodo 1992 - 2011 secondo i dati FAO	12
Figura 2 - Principali impatti del cambiamento climatico su grano, foreste e carne al 2050 sulla base di giudizi di esperti e letteratura.	14
Figura 3 - Piramide Alimentare Italiana, redatta dal Dipartimento di Fisiopatologia Media, Università Sapienza di Roma, 2003.	16
Figura 4 - Costo ambientale di un grammo di proteina (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso) per i prodotti della pesca.	42
Figura 5 - Costo ambientale di un grammo di proteina (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso) per la carne, soia e legumi.	43
Figura 6 - Incidenza ed entità degli impatti ambientali (gCO ₂ eq/g proteina) da produzione e cottura.	43
Figura 7 - Incidenza delle esportazioni di prosciutto crudo italiano negli Stati Uniti d'America (via aereo con distanza media di 8000 km).	44
Figura 8 - Incidenza delle esportazioni di salmone affumicato norvegese in Italia (via camion EU4 o nave con distanza media 1100 km).	45
Figura 9 – Consumo idrico di un grammo di proteina (in blu) e relativo punteggio WATER (in rosso) per alcuni alimenti proteici.	46
Figura 10 - Valori dell'indicatore WHI per le principali fonti proteiche	47
Figura 11 - Costo ambientale di un grammo di carboidrati (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso) per alcuni alimenti.	49
Figura 12 -- Incidenza ed entità degli impatti ambientali (gCO ₂ eq/g carboidrati) da produzione e cottura.	49
Figura 13 - Incidenza di tre tipi di cottura sugli impatti totali (gCO ₂ eq/g carboidrati) delle patate.	50
Figura 14 - Incidenza delle esportazioni di pasta italiana in Inghilterra (via camion EU4 con distanza media di 1300 km).	51
Figura 15 - Incidenza delle esportazioni di pasta italiana in Messico (via nave e camion EU4 con distanza media 8000 km).	51
Figura 16 - Consumo idrico di un grammo di carboidrati (in blu) e relativo punteggio WATER (in rosso) per alcuni alimenti.	52
Figura 17 - Valori dell'indicatore WHI per le principali fonti di carboidrati.	54

Figura 18 - Costo ambientale di un grammo di vitamine (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso) per la frutta.....	55
Figura 19 - Costo ambientale di un grammo di vitamine (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso) per la verdura.....	56
Figura 20 - Incidenza della fase di cottura sugli impatti (gCO ₂ eq/g vitamine) delle carote, dei cavolfiori e dei broccoli.....	57
Figura 21 - Incidenza delle esportazioni di fragole spagnole in Italia (via nave e camion EU4 con distanza media 1500 km).	57
Figura 22 - - Incidenza delle esportazioni dell'ananas del Costa Rica in Italia (via nave con distanza media 8000 km).	58
Figura 23 - Incidenza delle esportazioni di agrumi e pomodorini di Sicilia nel Nord Italia (via nave e camion EU4 con distanza media 1200 km).....	59
Figura 24 - Consumo idrico di un grammo di vitamine (in blu) e relativo punteggio WATER (in rosso) per frutta e verdura.	59
Figura 25 - Valori dell'indicatore WHI per frutta e verdura	61
Figura 26 - Costo ambientale di un litro di bevanda (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso).....	62
Figura 27 - Incidenza della fase di Packaging sugli impatti totali di Acqua e Bibite Gassate.....	63
Figura 28 - Differenti contributi per il packaging tradizionale e quello sostenibile (PET riciclato e bottiglie di vetro risciacquate) in KgCO ₂	63
Figura 29 - Consumo idrico di un litro di bevanda (in blu) e relativo punteggio WATER (in rosso).	64
Figura 30 - Valori dell'indicatore WHI per le bevande	65
Figura 31 –Risultati ambientali e nutrizionali per i quattro modelli alimentari considerati.....	75
Figura 32 –Impatti ambientali massimi, minimi e medi, espressi in KgCO ₂ eq/giorno, per i quattro modelli alimentari.	77
Figura 33 – Consumi idrici massimi, minimi e medi, espressi in litri/giorno, per i quattro modelli alimentari	78
Figura 34 – Indice di sazietà massimo, minimo e medio dei quattro modelli alimentari	78
Figura 35 —Risultati ambientali e nutrizionali per i tre modelli di bevande.	79

Figura 36 - Consumi idrici (blu) e litri ingeriti (rosso) espressi in litri/giorno per i tre modelli considerati80

Indice Tabelle

Tabella 1 - Emissioni di CO ₂ associate alla produzione e distribuzione di carote fresche, surgelate e inscatolate (Foster <i>et al.</i> , 2006)	21
Tabella 2 - Emissioni di CO ₂ associate a quattro tipi di imbottigliamento: vetro, lattina e PET da 0,5 litri e 2 litri (David Amienyo, Haruna Guiba <i>et al.</i> , 2012).....	22
Tabella 4 - Esempio di valori del Fullness Factor per alcuni cibi: valori superiori al 2.5 indicano un senso di sazietà crescente.	28
Tabella 5 - Valori medi del Fullness Factor sulle principali categorie di cibi raccolti nella banca dati	28
Tabella 6 - Esempio di valori medi dell'indice NRF9.3 sulle principali categorie di alimenti presenti in banca dati	29
Tabella 7 - Esempio di valori medi del CFN delle principali categorie di alimenti presenti in banca dati	30
Tabella 8 - Classi di valori dell'indice HEALTH: valori negativi vengono approssimati a zero, valori superiori a cinque vengono arrotondati per difetto.....	31
Tabella 9 - Classi di valori dell'indice HEALTH per le bevande	32
Tabella 10 - Esempio di categorizzazione di alcuni alimenti	33
Tabella 12 - Dati sui consumi energetici e sui relativi impatti delle principali modalità di cottura (Defra, Environmental Impacts of Food Production and Consumption, 2006).....	34
Tabella 13 - Mezzi di trasporto e relativi impatti dedotti dall'inventario di SimaPro7.0	35
Tabella 14 - Classificazione dell'indice IMPACT per gli alimenti	36
Tabella 13 - Valori dell'indice HEALTH per frutta e verdura.	60
Tabella 14 – Valori dell'indice HEALTH per le bevande.....	65
Tabella 15 - Dosi settimanali raccomandate secondo le linee guide dell'INRAN.....	68
Tabella 17 - Esempio di menu sostenibile giornaliero	69
Tabella 18 - Esempio di menu vegetariano giornaliero	70
Tabella 19 - Esempio di menu bastato su proteine da carne giornaliero.....	71
Tabella 20 - Dosi settimanali raccomandate per le bevande secondo le linee guida proposte da Popkin <i>et al.</i> , 2006.....	73
Tabella 20 - Esempio di modello analcolico giornaliero	74
Tabella 21 - Esempio di modello sostenibile giornaliero	74

Tabella 22 - Esempio di modello alcolico e analcolico giornaliero75

1 INTRODUZIONE

1.1 Alimentazione e Ambiente

“L’Intergovernmental Panel on Climate Change” delle Nazioni Unite (IPCC) ha da qualche tempo reso pubblico che la temperatura del pianeta Terra è aumentata di 0,74 °C durante gli ultimi 100 anni, attribuendo la causa di questo incremento alle concentrazioni di gas serra antropogenici¹.

In particolar modo si tratterebbe di emissioni globali dei gas serra cresciute, dal periodo, con un incremento del 70% rispetto al periodo preindustriale (la CO₂, il principale gas serra prodotto dall’uomo, è cresciuta da 280 a circa 350 ppmv).

Se la relazione tra aumento di gas serra e attività antropica è oramai evidente, è più difficile stabilire e prevedere come realmente influirà sul pianeta.

Alcuni effetti sono, almeno in parte, già attribuiti al riscaldamento globale: nel rapporto del 2001, l’IPCC suggerisce² che il generale ritiro dei ghiacci continentali, l’arretramento della calotta polare artica (e quindi l’aumento del livello dei mari) e le modifiche nella distribuzione degli eventi meteorologici sono attribuibili al riscaldamento globale.

Attualmente l’IPCC ritiene che il riscaldamento a livello meteorologico si stia manifestando attraverso un aumento della frequenza e dell’intensità di eventi estremi quali alluvioni, siccità e ondate di caldo e di gelo.

L’attività agricola è responsabile della produzione dei gas serra per una quota pari al 33% del totale delle emissioni annuali nel mondo³.

Per quanto detto finora, appare evidente che tra l’agricoltura e il cambiamento climatico sussiste una complessa relazione di causa-effetto.

L’agricoltura, per mezzo dello svolgimento dell’attività stessa, produce rilevanti volumi di gas serra e al tempo stesso ne subisce i principali effetti negativi, in termini

[1] IPCC, “Radiative Forcing of Climate Change and An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios.

[2] IPCC, “Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability”.

[3] World Resources Institute, Database

di riduzione della produttività e d'incremento dei rischi legati alla sicurezza alimentare.

Gli effetti del cambiamento climatico sull'agricoltura sono riconducibili a tre macro-aree:

Produzione agricola

Prendendo in considerazione i dati FAO relativi al periodo 1992-2011 si evince come la produzione agricola, a livello globale e regionale, sia caratterizzata da un trend crescente (FAO, FAOSTAT).

A minacciare tale crescita, però, vi sono proprio quei fattori che per decenni ne sono stati i principali motori: la costante crescita demografica richiede quantità crescenti di cibo e quindi maggiori consumi di risorse e suolo che non potranno seguire lo stesso passo in quanto beni estremamente limitati.

Vanno considerati inoltre gli impatti ambientali attuali e futuri: cambiamenti climatici potrebbero mutare considerevolmente le stime produttive alimentari.

Secondo stime basate sul modello economico proposto da Mendelsohn e Schlesinger, considerando la produzione agricola come funzione della temperatura media annua e della media giornaliera delle precipitazioni annue, al 2080 si potrebbero registrare ricavi mancati per un valore di 140 miliardi/anno (in Italia circa 2,5 miliardi/anno).

Oltre al danno economico è importante fissare l'attenzione su un dato importante: la riduzione della produzione di cibo unita all'aumento demografico significa che in futuro vi saranno sempre più evidenti squilibri in fase di produzione e distribuzione dei prodotti alimentari con serie ripercussioni sulla vita di molti.

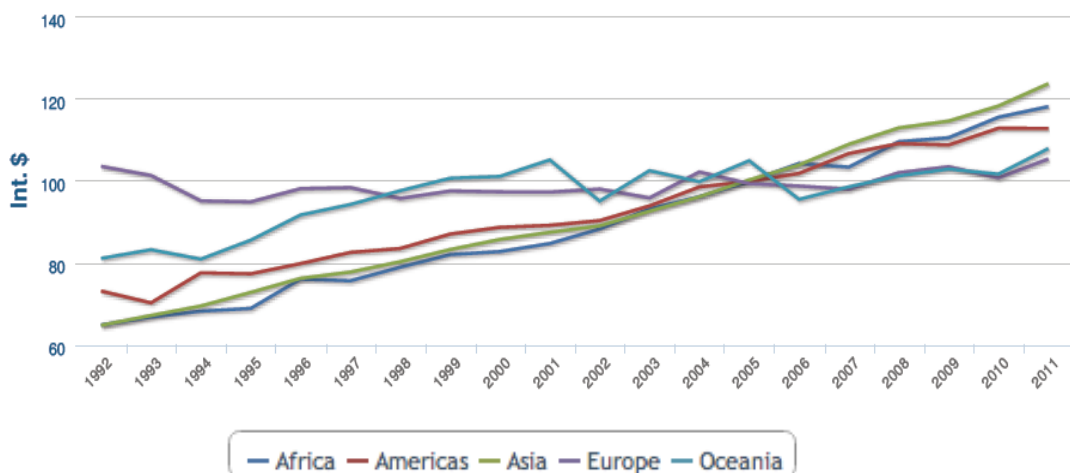


Figura 1 - Andamento produzione agricola nel periodo 1992 - 2011 secondo i dati FAO

Sicurezza della catena alimentare

Le ripercussioni attese sulla sicurezza alimentare riguardano fundamentalmente l'incremento della criticità della gestione delle risorse idriche e l'accelerazione della diffusione di malattie e contaminazioni nei prodotti agricoli e alimentari.

Si stima che fino al 2030 l'agricoltura rimarrà il settore a maggiore prelievo di risorse idriche⁴.

Si stima inoltre che attualmente circa l'80% della superficie agricola mondiale utilizzi l'apporto idrico pluviale, mentre il restante 20% si basi sull'irrigazione^[4].

Il cambiamento climatico sembra poter causare due effetti principali.

Nell'emisfero settentrionale l'aspettativa è di un incremento della portata dei fiumi e della disponibilità complessiva di acqua. Le aree tropicali e quelle semi-aride (principalmente il bacino del Mediterraneo, gli Stati Uniti orientali, il Sud Africa e parte del Brasile) subiranno, invece, un significativo declino delle loro risorse idriche⁵.

Al tempo stesso, a causa della crescita demografica, di pratiche di irrigazione inefficienti e della crescente competizione in essere per l'utilizzo della risorsa idrica, si stima che una quota compresa tra il 15% e 35% dei prelievi d'acqua per irrigazione non sarà sostenibile in futuro⁶.

Il mutamento delle condizioni climatiche sembra poter comportare una diffusione, in misura superiore rispetto ad oggi, di malattie e contaminazioni nei prodotti agricoli e alimentari.

Gli eventi estremi, come le inondazioni e gli uragani, tendono a portare con sé contaminazioni legate ad agenti chimici.

La più elevata temperatura dell'acqua e la maggiore intensità delle precipitazioni producono l'effetto di incrementare il potenziale di contaminazione dell'acqua da parte di detriti organici e sostanze chimiche; l'impiego di pesticidi, inoltre, comporta una contaminazione del suolo agricolo e delle falde.

Secondo un report dell'IPCC del 2007 (Easterling et al., 2007) i cambiamenti climatici potrebbero incrementare il numero di persone denutrite dai 40 ai 170 milioni.

[4] "Facts and Trends – Water", World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2006".

[5] "Intergovernmental Panel on Climate Change, "Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers")

[6] "Facts and Trends – Water", World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2006".

L'incertezza alimentare sarà più marcata nelle regioni subsahariane dell'Africa: si stima che al 2080 il 75% delle persone denutrite vivrà in queste aree.

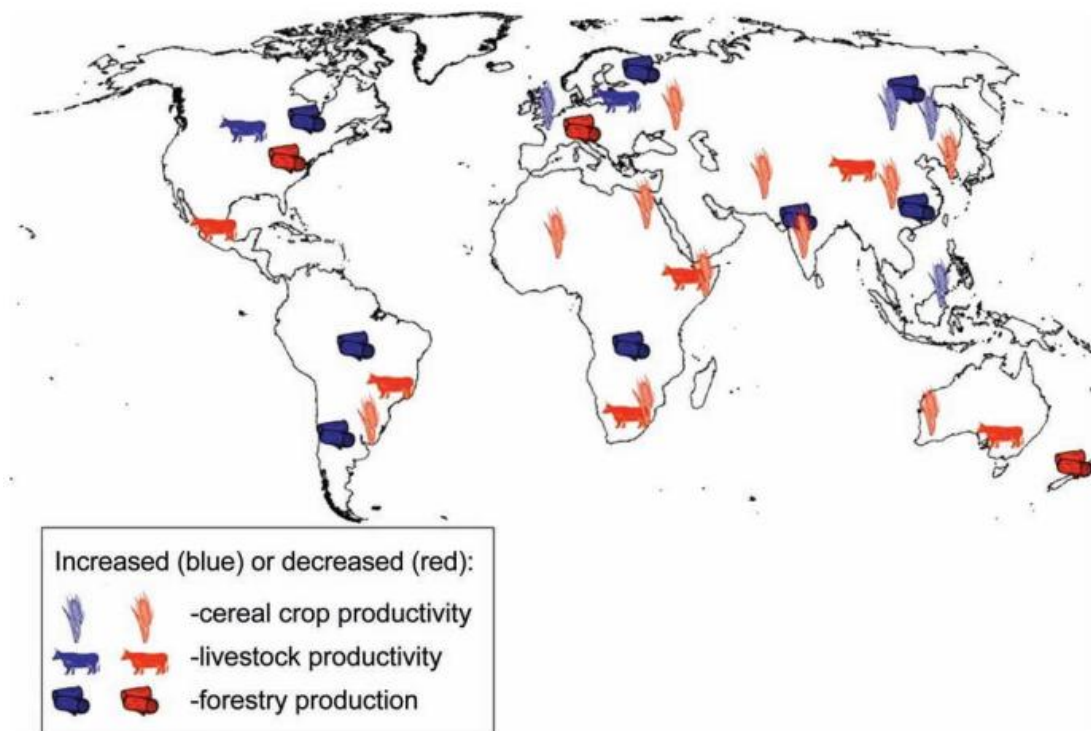


Figura 2 - Principali impatti del cambiamento climatico su grano, foreste e carne al 2050 sulla base di giudizi di esperti e letteratura.

Sicurezza sociale

Le principali situazioni di criticità sociali legate al cambiamento climatico appaiono essere riconducibili a: disponibilità e utilizzo delle risorse naturali, danni economici; aumento delle dispute territoriali; fenomeni migratori legati al peggioramento delle condizioni di vita.

Il cibo è una necessità primaria per il genere umano; quindi, poiché non si può pensare di comprimere le produzioni o i consumi, è necessario trovare modalità di produzione più sostenibili favorendo il consumo di quei cibi a minore impatto ambientale.

Considerando per esempio la dieta nordamericana, si osserva che essa è caratterizzata da un consumo notevole di carne (rossa e ricca di grassi) e da un crescente consumo di dolci e alimenti contenenti alte concentrazioni di zuccheri e grassi.

Secondo il Dipartimento dell'Agricoltura in USA, il consumatore medio americano preferisce ingerire quelle tipologie di alimenti a più alto contenuto calorico (secondo il National Centre Health Statistics, circa il 62% degli americani è oggi in sovrappeso, rispetto al 46% degli anni Ottanta).

Oltre ad essere una dieta evidentemente scorretta per la salute umana, lo è anche per il pianeta: produrre carne (specialmente rossa) ha costi in termini di risorse naturali molto elevati^{7 8}, cibi ricchi di zuccheri aggiunti raffinati richiedono processi industriali specifici e notevolmente impattanti.

Secondo una rielaborazione condotta da "The European House-Ambrosetti" su dati del Dipartimento dell'Agricoltura USA, ciascun individuo che si nutre seguendo la dieta nordamericana ha, ogni giorno, un'impronta ecologica di 26,8 m² sversando quotidianamente circa 5,5 kg di CO₂.

Per fare un confronto possiamo prendere in considerazione un secondo modello di dieta molto diffusa, quella mediterranea.

Tale dieta, basata prevalentemente sul consumo di carboidrati, frutta e verdura, è riconosciuta da molti nutrizionisti come una delle migliori diete da seguire per aumentare il benessere fisico e prevenire svariati tipi di malattie.

Optare per la dieta mediterranea giova anche al pianeta: un individuo che si nutre seguendo questo modello ha, ogni giorno, un'impronta ecologica di 12,3 m² e immette nell'atmosfera circa 2,2 kg di CO₂.

Le abitudini alimentari, specialmente nel mondo occidentale, si sono via via arricchite di cibi ad alto contenuto di proteine, grassi saturi e zuccheri raffinati fino a superare l'apporto giornaliero consigliato.

L'elevata disponibilità di cibo e lo stile di vita sedentario stanno portando a un crescente squilibrio tra calorie assunte e dispendio energetico, che si manifesta con un aumento di peso generalizzato della popolazione.

Le attuali tendenze mostrano come molto spesso si consumino pochi tipi di alimenti e sempre meno acqua in favore di bibite zuccherate e gassate.

[7] Barilla, Doppia Piramide alimentare 2012

[8] 1 kg di carne rossa richiede circa 15.500 litri di acqua e rilascia circa 26 kg di CO₂

Con l'obiettivo di informare la popolazione e promuovere comportamenti alimentari più equilibrati, il Ministero della Salute italiano ha commissionato uno studio con il compito di elaborare un modello di dieta di riferimento, coerente sia con lo stile di vita attuale sia con la tradizione alimentare italiana⁹.

I risultati di questo studio hanno portato ad individuare la piramide settimanale dello stile di vita

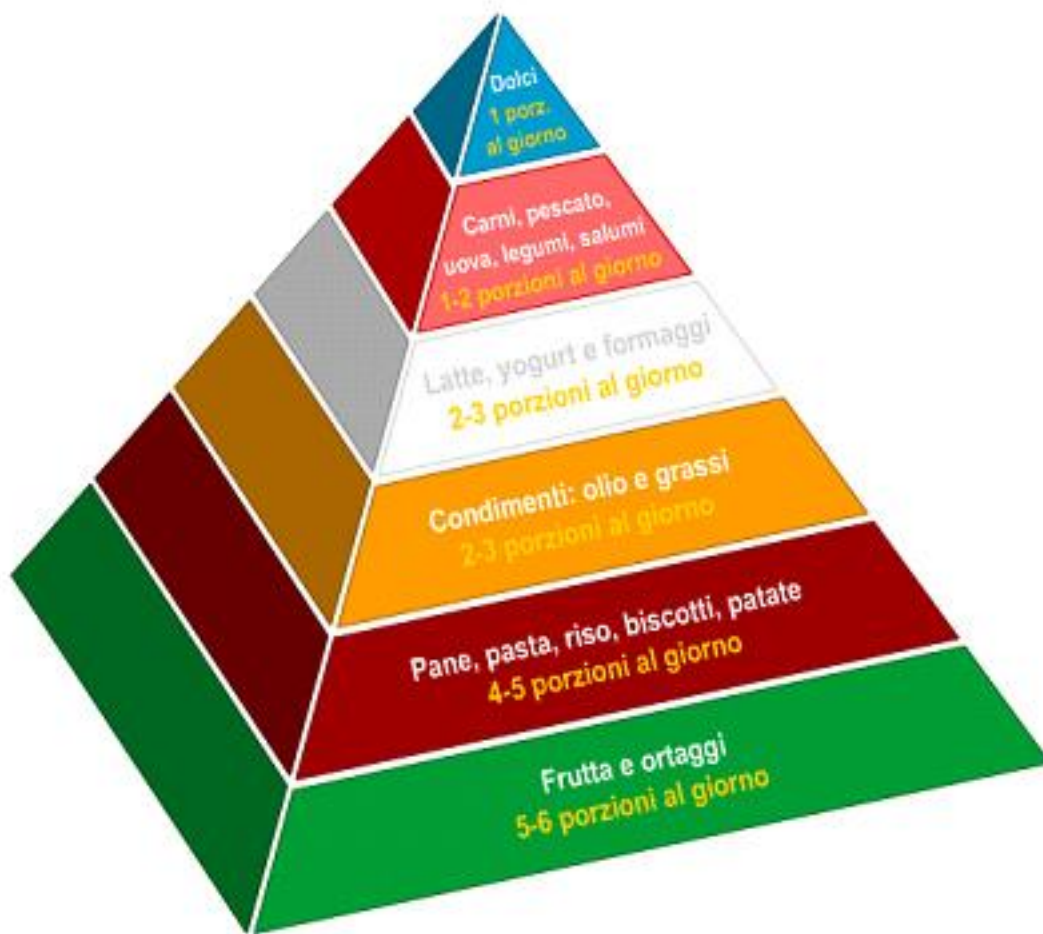


Figura 3 - Piramide Alimentare Italiana, redatta dal Dipartimento di Fisiopatologia Media, Università Sapienza di Roma, 2003.

La frutta e gli ortaggi, la base della piramide, hanno un ridotto contenuto calorico e al contempo forniscono molti dei nutrienti indispensabili per la vita.

Il contenuto di proteine e grassi è molto ridotto, mentre l'apporto di carboidrati consiste in zuccheri semplici facilmente utilizzabili.

^[9] Piramide Alimentare Italiana: guida settimanale per uno stile di vita salutare, Sezione di Scienza dell'Alimentazione, Dipartimento di Fisiopatologia Medica, Università Sapienza di Roma, 2003

Molti ortaggi, inoltre, hanno un elevato contenuto di fibra che, oltre a regolarizzare la funzione intestinale, contribuisce al raggiungimento del senso di sazietà riducendo al contempo il bisogno di consumare cibi ad elevata densità energetica.

I cereali e le patate occupano il secondo livello della piramide: elevati contenuti di amido e carboidrati e quantità di grassi quasi irrilevanti fanno di questi alimenti una parte fondamentale di una dieta sana ed equilibrata.

Al terzo livello della piramide vi sono i condimenti; premesso che il loro uso andrebbe sempre limitato, è doveroso fare un distinguo: l'olio extra vergine, ad esempio, è ricco di vitamina E e di sostanze che aiutano a proteggere l'organismo.

Nel quarto livello si trovano il latte e i suoi derivati, yogurt e formaggi: il latte è composto per il 90% da acqua in cui sono disperse tracce di proteine di alto valore biologico, grassi e zuccheri facilmente digeribili e rappresenta la fonte principale di calcio.

Sebbene il consumo di carne e pesce sia fondamentale in quanto fornisce proteine di elevata qualità, si trovano al quinto livello della piramide il che suggerisce di limitarne l'assimilazione.

I valori di grassi saturi nella carne sono molto variabili: possono essere quasi nulli (carne bianca: pollo e tacchino) o vicini al 30% (carni rosse ed insaccati).

Il pesce contiene proteine di elevato valore biologico e quantità di grassi mediamente più contenuti (alcuni crostacei e salmone possono raggiungere il 10%).

I legumi sono gli alimenti vegetali a più alto contenuto proteico e presentano anche un elevato contenuto di fibra.

Nel sesto ed ultimo livello della piramide si collocano i dolci, come lo zucchero e il miele, che andrebbero limitati il più possibile perché estremamente energetici e decisamente poveri di micro e macro nutrienti necessari per il sostentamento.

1.2 Mitigazione ambientale e sostenibilità alimentare

Appurata l'esistenza di un forte legame *causa-effetto* che sussiste tra alimentazione, industria alimentare e cambiamenti climatici¹⁰ è doveroso chiedersi quali possono essere gli strumenti per mitigare i danni ambientali e proporre una gamma di prodotti più sostenibili.

Progresso tecnologico

Secondo uno studio condotto dall'Università dell'Essex (Pretty et al., 2003) sono fondamentalmente tre gli ambiti tecnologici relativi all' agricoltura che possono contrastare gli impatti e gli sprechi:

- Uso efficiente della risorsa idrica,
- Incremento della salute e fertilità dei terreni,
- Riduzione dell'uso di pesticidi.

L'IPCC con la direttiva¹¹ del 1996 ha introdotto il concetto di BAT, un concetto centrale nel mondo della regolazione degli impianti industriali della Comunità Europea.

BAT è l'acronimo per Best Technologies Available e comprende tutte quelle misure volte a migliorare un processo industriale al fine di aumentarne l'efficienza e ridurre gli impatti.

Gestione dell'uso del suolo e del patrimonio forestale

Occorre prendere atto dei probabili effetti del cambiamento climatico rilocalizzando ove utile le coltivazioni al fine di attutirne gli inevitabili danni, ridurre l'incidenza che il settore zootecnico ha sulle aree coltivate ed, infine, salvaguardare in modo più severo il patrimonio forestale¹².

[10] Nel protocollo di negoziazione di Copenhagen per la prima volta sono stati definiti e tracciati specifici obiettivi di riduzione dell'impatto ambientale da parte del settore agroalimentare

[11] Direttiva 96/61/EC , BAT (Best Technologies Available)

[12] In diverse aree del Mondo si abbattano alberi per produrre estratti vegetali (ad esempio l'olio di palma dell'Indonesia) producendo notevoli quantità di gas ad effetto serra.

Politiche di comunicazione e stile di vita ecosostenibile

Al fine di incoraggiare sempre più persone ad adottare abitudini alimentari più sane e sostenibili è necessario sfruttare politiche comunicative semplici ed efficaci.

L'uso di indicatori, come la Carbon Footprint e la Water Footprint, e sistemi di *ecolabels*, può indirizzare il consumatore verso scelte migliori ed orientare le aziende verso catene produttive più ecologiche

Con questo studio è mia intenzione proporre un nuovo indicatore ambientale che possa tradurre in modo semplice e intuitivo il reale impatto di ogni alimento e bevanda valutandone la performance ambientale (domanda idrica e gas serra prodotti) e nutrizionale.

Il consumatore potrà pertanto scegliere cibi sani, utili al suo sostentamento e al contempo ecosostenibili.

La concorrenza tra aziende potrebbe così concentrarsi proprio sul tema ambientale: adottando tecnologie *ecofriendly*, disincentivando sprechi di risorse e promuovendo catene produttive più efficienti le aziende otterrebbero un netto vantaggio competitivo.

2 ANALISI DELLA LETTERATURA

Per costruire un indicatore realmente valido ed efficace si è preferito partire da un'attenta analisi della letteratura scientifica in merito agli impatti riconducibili ai cibi e alle bevande.

Tutti gli studi presi in considerazione si basano sulla metodologia LCA (*Life Cycle Assessment*), che valuta l'insieme delle interazioni tra l'ambiente e il prodotto lungo tutto il suo ciclo di vita ("dalla culla alla tomba", dalle materie prime per realizzarlo al suo consumo) adoperando delle specifiche categorie di impatto come il **Global Warming Potential** (GWP), **Acidification Potential** (AP) o l'**Ozone Depletion Potential** (ODP).

2.1 Principali fasi e impatti

Il consumo di alimenti influisce sull'ambiente con modalità differenti e relative al ciclo di vita del cibo stesso.

Vediamo nel dettaglio quali sono le principali fasi impattanti.

2.1.1 Agricoltura

Aspetti cruciali di tale fase sono la coltivazione delle risorse e la produzione di pesticidi e fertilizzanti.

Per frutta e ortaggi questa fase è praticamente l'unico responsabile dei gas serra prodotti.

Nel caso dei derivati dei cereali e del pane (Andersson and T. Ohlsson, 1999), la coltivazione dei cereali e l'uso dei pesticidi hanno un'incidenza in termini di GWP del 35-45% per processi industriali e superiori al 50% per preparazioni domestiche.

In termini di consumo elettrico e termico, l'agricoltura ha un'incidenza ridotta, pari a circa il 10-15%.

Per produrre carne (Leinonen *et al.*, 2012) sono necessari grandissimi quantitativi di mangimi, ovvero di colture appositamente dedicate che hanno un'incidenza elevatissima sia sugli impatti (tra il 70 e 80%) sia sui consumi energetici (60-70%).

Secondo uno studio (Aubin *et al.*, 2009) condotto su pesci d'allevamento, la produzione e gestione del mangime ha un'incidenza del 40% sui costi energetici.

2.1.1.1 Uso di fertilizzanti

Nelle odierne pratiche di coltivazione, l'uso di fertilizzanti rende l'agricoltura tra i maggiori responsabili dell'eutrofizzazione delle acque.

Secondo uno studio condotto sull'impronta di azoto lungo il ciclo di vita di un alimento (Allison M., Leach, James N.Galloway, Albert Bleeker, 2011) la produzione agricola causa quasi il 65% degli sversamenti totali di nitrati e solfati.

2.1.2 Trasformazione e Imballaggio

Nella stragrande maggioranza dei casi, cibi e bevande sono sottoposti a un processo di lavorazione (la pasta, ad esempio, è un derivato della lavorazione del grano) e imballaggio (confezionamento in cartone, vetro o plastica).

In termini ambientali, i costi di queste fasi diventano via via sempre più decisivi laddove il prodotto finito si discosta maggiormente da quello grezzo.

Prendiamo in considerazione il caso di 1 kg di carote e tre tipi di prodotto finito: carote fresche da mercato, carote surgelate e carote in scatola.

Tabella 1 - Emissioni di CO₂ associate alla produzione e distribuzione di carote fresche, surgelate e inscatolate (Foster *et al.*, DEFRA report 2006)

	GWP totale [kgCO₂/kg]	GWP trasformazione [kgCO₂/kg]	Incidenza [%]
Carote fresche	0,29	0,027	10
Carote surgelate	1,01	0,65	66
Carote in scatola	0,65	0,57	90

Il settore delle bevande è probabilmente quello che ha processi di trasformazione e confezionamento più consistenti.

Secondo uno studio inglese sul consumo di bibite gassate in Gran Bretagna (David Amienyo Haruna Gujba *et al.*, 2012) l'imbottigliamento rappresenta il responsabile principale degli impatti ambientali prodotti: l'entità è variabile con il materiale e la capacità richiesta, ma la sua incidenza è sempre superiore al 50%.

Tabella 2 - Emissioni di CO₂ associate a quattro tipi di imbottigliamento: vetro, lattina e PET da 0,5 litri e 2 litri (David Amienyo, Haruna Guiba *et al.*, 2012)

	GWP totale [kgCO₂/l]	GWP imbottigliamento [kgCO₂/l]	[%]
Bottiglia di vetro (0,75 L)	0,55	0,41	75
Lattina (0,33 L)	0,31	0,25	80
Bottiglia in PET (0,5 L)	0,29	0,17	60
Bottiglia in PET (2 L)	0,15	0,74	50

L'imballaggio, in linguaggio tecnico *packaging*, assume nell'intero processo un ruolo molto importante in quanto non solo richiede un forte consumo di beni limitati (petrolio e alberi), ma restituisce anche un grande quantitativo di rifiuti che causano ulteriori danni all'ambiente, specialmente se non trattati in modo efficiente.

2.1.3 Consumo e scarto

A differenza delle precedenti fasi, manovrate da precise regole di mercato, nei processi di cottura, conservazione e smaltimento entrano in gioco le abitudini e i comportamenti individuali.

In un report del 2006, il DEFRA (Defra, Environmental Impacts of Food Production and Consumption, 2006) presenta le stime dei consumi ed impatti relativi al consumo e scarto del cibo.

2.1.3.1 Cottura

Gli impatti relativi al consumo dipendono principalmente dal tipo e dalla durata di cottura.

Se per alcune categorie di alimenti tale fase è trascurabile (frutta e parte della verdura perché consumate crude, carne e pesce su fiamma, ma con contributi irrilevanti), per altre può incidere considerevolmente.

Probabilmente i cereali e le patate sono gli alimenti che maggiormente risentono della fase di cottura: devono sempre essere cotti portando ad ebollizione generalmente molti litri di acqua per diversi minuti.

Andrebbe anche considerato il fatto che quasi sempre si associa ad un cereale cotto, la pasta per esempio, un sugo o un condimento che a loro volta richiederanno di essere cotti incrementando ulteriormente i consumi.

2.1.3.2 Rifiuti

Secondo il Rapporto Rifiuti Urbani del 2012 dell' ISRPA, nel 2010 il valore pro capite riferito all'UE 27 è di 503 kg di rifiuti per abitante annui (dal 2009 al 2010 in Italia si sono prodotte circa 32 tonnellate di rifiuti).

Si stima che circa il 35% dei rifiuti domestici sia di matrice organica e il 25% riconducibile a *packaging* alimentare (Pretty *et al.*, 2005).

Smaltire i rifiuti ha un costo economico¹³, ma anche uno ambientale: circa la metà dei rifiuti è destinata alla discarica (il danno è principalmente di natura "paesaggistica"), mentre la metà restante viene riconvertita, incenerita o usata per produrre energia producendo così ulteriori emissioni.

2.1.4 Trasporti

Come qualsiasi altro prodotto, cibi e bevande richiedono una discreta quantità di mezzi di trasporto per mettere in collegamento le varie unità produttive.

Servono mezzi per lavorare la terra (mezzi agricoli, camion per i fertilizzanti, ecc.), per rifornire i centri di distribuzione e, infine, per acquistare i beni.

Dagli studi presi in considerazione, gli impatti dei trasporti non sembrano essere mai realmente incisivi.

Considerando uno studio condotto su alcune coltivazioni nel Sud Italia (M. Cellura *et al.*, 2012) anche per spostamenti superiori ai 2000 km via camion, i trasporti incidono meno del 2% sugli impatti totali.

Anche nel caso di cibi da esportazione come l'ananas del Costa Rica (Wesley W. Ingwersen, 2012) e il cacao del Ghana (Augustine Ntiomoah, George Afrane, 2008), il trasporto via aereo, per il primo, e via nave, per il secondo, hanno un'incidenza rispettivamente del 15% e del 5%.

2.2 Considerazioni

Prima di passare alla presentazione e alla descrizione della parte operativa e metodologica è doveroso evidenziare alcune considerazioni sui dati raccolti in letteratura.

[13] In Italia si aggira sui 145 € per persona all'anno (Fonte: ISPRA)

2.2.1 Fase di cottura

In molti studi la fase di consumo, intesa come unione di cottura e produzione di rifiuti, è trascurata, per due motivi: contributi di lieve entità oppure perché troppo soggetta a variabilità.

Per confrontare gli impatti dei vari alimenti si è preferito procedere calcolando tutti i possibili impatti usando come dati di riferimento quelli proposti dal DEFRA

2.2.2 Categorie d'impatto

Ogni articolo analizzato propone una vasta gamma di indicatori di impatto, per semplicità e chiarezza si è preferito concentrare l'attenzione su due in particolare: il GWP e la Water Footprint.

2.2.3 Incertezza valori

Esistono tantissime variabili in gioco: errore di misura o di calcolo, errore nei dati di input, eterogeneità dei processi produttivi, e la vastissima gamma di pratiche agricole e zootecniche rendono qualsiasi dato finale affetto da un certo grado di errore.

Per avere un certo margine di sicurezza si è preferito, laddove possibile, considerare più studi sullo stesso alimento e optare per valori medi.

2.2.4 Nutrizione

In tutti gli studi analizzati non viene mai condotta una valutazione nutrizionale.

Nella maggiorana dei casi si tratta di studi comparativi tra diverse pratiche agricole, processi di lavorazione o tipi di *packaging*.

Riuscire ad affiancare alla valutazione ambientale quella nutrizionale in modo efficace e completo rappresenta proprio il cuore di questo studio.

2.3 Banca Dati

Per poter costruire un indicatore affidabile, è stata realizzata una banca dati per gli alimenti e bevande.

Per ogni prodotto sono state estrapolate diverse informazioni:

- Valori nutritivi e densità energetica (per 100g),
- Aspetti tecnici: metodi e tecnologie impiegate,
- Confini del sistema e unità funzionale di riferimento,
- Categorie di impatto, consumi idrici e produzione di rifiuti

- Software adoperato per l'analisi LCA.

I valori d'impatto sono stati direttamente dedotti da più di sessanta articoli scientifici per un totale di 115 alimenti e 8 bevande.

I consumi idrici sono stati estrapolati direttamente dai database della *Water Footprint Network*¹⁴, mentre i valori nutrizionali da quello dell'*Agricultural Research Service dell'USDA*¹⁵.

¹⁴ www.waterfootprint.org

¹⁵ www.ars.usda.gov

3 METODOLOGIA INDICATORE WHI

Il calcolo dell'indicatore **WHI** si basa sulla valutazione di tre criteri:

- Valore nutrizionale: indice HEALTH,
- Impatto ambientale: indice IMPACT,
- Consumo di risorsa idrica: indice WATER.

3.1 Valore nutrizionale (indice *HEALTH*)

3.1.1 Alimenti: valore nutrizionale e apporto energetico

Obiettivo primario degli alimenti è quello di fornire all'uomo i nutrienti di cui necessita per vivere.

Tuttavia gli alimenti non sono provvisti in modo omogeneo di micro e macro nutrienti: in realtà, come già osservato nel primo capitolo (1.1 Ambiente e Alimentazione), per nutrirsi in modo sano occorrerebbe consumare tanti cibi diversi (verdure, frutta e cereali prima in primo luogo).

Al momento dell'acquisto, però, le nostre scelte sono condizionate anche da altri motivi che difficilmente possono essere descritti in linguaggio matematico: esiste, infatti, una fortissima componente emozionale legata alle abitudini, cultura e stile di vita.

3.1.1.1 *Fullness Factor, NRF9.3 e CFN*

Per descrivere la *performance* nutrizionale degli alimenti si è scelto un criterio che tenesse conto del senso di sazietà intrinseco ad ogni alimento.

Per quantificare il senso di sazietà si è adoperato il **Fullness Factor**, una rielaborazione matematica del già esistente Indice di Sazietà, descritto nel 1995 da Holt *et al.*, finalizzato allo stesso obiettivo

La **Nutrition Data**¹⁶, un noto sito web dedicato alla nutrizione, ha brevettato questo metodo di calcolo: i suoi creatori hanno modellato l'indice di sazietà con un'analisi multivariata in cui sono stati riutilizzati tutti i profili nutrizionali degli alimenti testati nello studio dell'indice di sazietà.

[16] www.nutritiondata.self.com

Da quanto riscontrato, c'è una buona correlazione tra i valori d'indice di sazietà e la densità calorica dei cibi.

Dal modello sviluppato, la Nutriton Data è stata in grado di creare un'equazione per convertire il profilo nutrizionale di un alimento nell'indice di sazietà previsto, che è stato chiamato appunto Fullness Factor.

Si tratta di un indice normalizzato in modo che tutti i valori risultanti rientrino nell'intervallo tra zero (punteggio minore) e cinque (punteggio massimo).

$$FF = \max\left(0.5, \min\left(5.0, \frac{41.7}{CAL^{0.7}} + 0.05 * PR + 6.17 * DF^3 - 7.25 * 10^{-6} * TF^3 + 0.617\right)\right)$$

dove:

FF: Fullness Factor, normalizzato tra zero e cinque,

CAL: contenuto calorico per 100g ,

PR: grammi di proteine per 100g,

DF: grammi di fibre per 100g,

TF: grassi totali per 100g.

Si tratta di un valore adimensionale, il che significa che non dipende dalla quantità di cibo assunta e che è possibile confrontare qualsiasi alimento.

L'intuizione è che i cibi con buoni valori di fibre e proteine fornirebbero un alto livello di sazietà senza appesantire con grassi superflui, mentre i cibi lavorati, ricchi di zuccheri o grassi saturi (dolci, formaggi, ecc) tenderebbero ad uno squilibrio verso l'apporto energetico.

La teoria trova riscontro nei risultati numerici: gli alimenti che contengono grandi quantità di grassi o zuccheri hanno un basso FF (compreso tra 0,5 e 2) ed è molto facile infatti eccedere nella loro assunzione; alimenti che contengono grandi quantità d'acqua, fibre e/o proteine hanno invece FF più alti (da 2,5 a 5).

Tabella 3 - Esempio di valori del Fullness Factor per alcuni cibi: valori superiori al 2.5 indicano un senso di sazietà crescente.

ALIMENTO	FF
Anguria	4.6
Carote	3.8
Bistecca di Manzo	3.2
Patate	2.5
Pane Bianco	1.8
Patatine	1.2

Sulla base della banca dati si evince che frutta e verdura ottengono mediamente i valori di sazietà più alti, seguiti da carni bianche e pesce, cereali, carni rosse, insaccati e derivati del latte e infine zuccheri e grassi.

Tabella 4 - Valori medi del Fullness Factor sulle principali categorie di cibi raccolti nella banca dati

ALIMENTO	FF
Frutta e verdura	3.5-5
Carne, uova, pesce	2.0-3.5
Cereali	1.5-2.5
Derivati del latte	1.0-2.0
Insaccati	0-1.5
Dolci e condimenti	< 1.0

Saziare non può essere però l'unico criterio su cui si poggia l'intera valutazione: occorre, infatti, individuare quali siano i cibi che meglio riescono a rispondere al bisogno di nutrienti come proteine, vitamine e sali minerali.

Pertanto sono stati introdotti due indici nutrizionali con lo scopo di correggere (positivamente e negativamente) il punteggio ottenuto con il Fullness Factor.

Il **Nutrient Rich Food Index**, o NRF9.3, (A. Drewnowski, 2006) si basa sul confronto tra nove nutrienti considerati utili (proteine, fibre, vitamine A, C, E, calcio, magnesio, potassio e ferro) e tre la cui assunzione occorre limitare (grassi saturi, sale e zuccheri aggiunti):

$$NRF9.3 = 100 * \left(\sum_{i=1}^9 \frac{i}{RDA_j} - \sum_j^3 \frac{j}{RDA_j} \right)$$

dove:

i: ammontare (per 100g) dei nove nutrienti utili

j: ammontare (per 100g) dei tre nutrienti da limitare

RDA: Recommended Daily Allowance o dose giornaliera raccomandata¹⁷

L’NRF9.3 ammette valori positivi e negativi senza alcun limite: l’indice negativo corrisponde ad un apporto maggiore di nutrienti dannosi, mentre valori positivi indicano un crescente apporto di vitamine, proteine e sali minerali.

Anche in questo caso è utile riferirsi alla banca dati ed esaminare come gli alimenti considerati si comportino.

Tabella 5 - Esempio di valori medi dell’indice NRF9.3 sulle principali categorie di alimenti presenti in banca dati

ALIMENTO	NRF9.3
Verdura	85-110
Cereali	65-100
Pesce	50-90
Frutta	45-75
Carne	35-70
Derivati del latte	30-60
Carni lavorate	-15-15
Grassi e zuccheri	< 0

Per tener conto delle indicazioni dedotte dall’NRF9.3 si è deciso di aggiungere all’FF un *bonus* per i cibi particolarmente sani e un *malus* per quelli considerati dannosi¹⁸

Il **Calories for Nutrient**, o CFN, (A. Drewnowski, 2006) quantifica la relazione tra contenuto energetico e di nutrienti, misurando il costo, in termini di calorie, dell’assunzione del quantitativo energetico di un dato alimento secondo la seguente formula:

[17] Nel presente studio si considerano i valori di RDA proposti dalla FAO.

[18] Per valori dell’NRF9.3. superiori a 80 si aggiunge un bonus di +0.25, mentre per quelli negativi un malus di -0.5

$$CFN = \frac{ED}{\left(\sum_{i=1}^{13} \frac{RDA_i}{13} \right)}$$

dove:

ED: contenuto energetico (Kcal) per 100g,

i: ammontare (per 100g) dei tredici nutrienti: proteine, vitamina A, C, B-12, B-6, ferro, zinco, folati, tiamina, riboflavina, niacina e magnesio,

Valori bassi del CFN, anche inferiori all'unità, indicano un modesto contenuto energetico e al contempo un alto valore nutrizionale (ad esempio gran parte delle verdure), mentre valori crescenti coincidono con costi energetici sempre più marcati o riduzione di nutrienti.

Adoperando i dati raccolti nella banca dati si intuisce che gli alimenti particolarmente ricchi di nutrienti e/o con una bassa densità energetica, otterranno punteggi prossimi allo zero, mentre cibi *poveri* di nutrienti avranno punteggi crescenti.

Tabella 6 - Esempio di valori medi del CFN delle principali categorie di alimenti presenti in banca dati

ALIMENTO	CFN
Verdure	0-5
Pesce	5-10
Carne e Frutta	10-25
Cereali	20-50
Derivati del latte e carne lavorata	25-60
Grassi e zuccheri	> 100

Se si confrontano i valori medi dell'NRF9.3 e del CFN, si nota come l'unica vera discrepanza sia nel giudizio dei cereali: il primo li premia, mentre il secondo li penalizza notevolmente.

La ragione di questa importante differenza sta nel fatto che l'NRF9.3 fa un confronto tra nutrienti utili e dannosi, di cui i cereali sono privi, mentre il CFN rapporta i nutrienti presenti con la densità energetica che nel caso di alcuni cereali è notevole.

Come nel caso dell’NRF9.3, gli alimenti con un basso punteggio¹⁹ CFN ottengono un bonus al proprio punteggio nutrizionale.

3.1.1.2 Conclusioni

Sapendo i valori nutrizionali di un alimento è possibile calcolarne il senso di sazietà, mediante il Fullness Factor, e la qualità nutrizionale mediante l’NRF9.3 e CFN.

Ottenuti i valori dei tre indici è possibile calcolare la performance nutrizionale mediante la seguente formula:

$$HEALTH = FF + NRF9.3 + CFN$$

Se matematicamente parlando l’indice HEALTH ammette sia valori negativi che positivi, sperimentalmente si è osservata l’assenza totale di quelli maggiori di cinque (senso di sazietà massimo e beneficiario di bonus) e negativi (senso di sazietà nullo e valore dell’NRF9.3 negativo).

Pertanto i valori accettati sono quelli compresi tra zero (punteggio minimo) e cinque (punteggio massimo).

Tabella 7 - Classi di valori dell'indice HEALTH: valori negativi vengono approssimati a zero, valori superiori a cinque vengono arrotondati per difetto

INDICE HEALTH	GIUDIZIO
0 < HEALTH < 1.0	Alimenti incapaci di saziare se non al prezzo di un altissimo contenuto calorico e di nutrienti dannosi come sale e grassi saturi.
1.1 < HEALTH < 2.0	Alimenti poco sazianti e con ridotte quantità di nutrienti.
2.1 < HEALTH < 3.0	Alimenti sazianti con nutrienti sani.
3.1 < HEALTH < 4.0	Alimenti sazianti, ricchi di nutrienti sani.
4.1 < HEALTH < 5.1	Alimenti molto sazianti ricchi di nutrienti sani

Della valutazione nutrizionale, oltre all’indice HEALTH è importante considerare quali siano i nutrienti maggiormente presenti nell’alimento in quanto permetterà di valutare le porzioni settimanali consigliate e di fare confronti con alimenti simili.

[19] Per valori di CFN minori di cinque si assegna un bonus pari a +0.25, mentre non sono previsti malus per alti valori

3.1.2 Bevande: potere idratante

Per le bevande, il calcolo dell'indice HEALTH non si basa più sul senso di sazietà, ma sulla capacità di dissetare.

Ovviamente la bevanda che meglio risponde a questo bisogno è l'acqua, il cui consumo è sempre promosso e consigliato: per questo motivo in questo studio si è scelto di considerare l'acqua come riferimento per valutare le altre bevande.

La stragrande maggioranza delle bevande oggi in commercio contiene sostanze che, oltre a frenare il potere idratante, sono dannose per la salute umana.

In questo studio si considerano tre sostanze il cui consumo andrebbe moderato: alcol, caffeina e zuccheri aggiunti.

La presenza di ognuna di queste tre sostanze penalizza²⁰ il punteggio ideale dell'indice HEALTH, ovvero quello dell'acqua, secondo tale formula:

$$HEALTH = Vr_{acqua} - A - C - Z$$

dove:

Vr_{acqua} :è il valore di riferimento dell'acqua, pari a 5.

A, C, Z : sono rispettivamente contenuto di alcol, caffeina e zuccheri

Tabella 8 - Classi di valori dell'indice HEALTH per le bevande

INDICE HEALTH	GIUDIZIO
5	Acqua e infusi
3.5	Bibite contenenti una sostanza (caffè e spremute)
2	Bibite contenenti due sostanze (bibite gassate)
0.5	Bibite contenenti tre sostanze

L'acqua, posta come bevanda di riferimento, si associa il punteggio massimo pari a cinque.

Valutando la presenza di alcol, caffeina e zuccheri, si può intuire quanto una bevanda si stia "allontanando" dal comportamento dell'acqua, riducendo la propria capacità idratante e aumentando il carico di sostanze dannose.

[20] Ciascuna delle tre sostanze conferisce una sorta di penalità alla bibita di 1.5 punti

3.2 Impatto Ambientale (indice *IMPACT*)

Per valutare l'entità degli impatti riconducibili ad un preciso alimento o bevanda sono fondamentali tre informazioni:

- La **Carbon Footprint**, espressa in kgCO_2 *equivalenti* per kg (o litro) di prodotto,
- Il principale nutriente contenuto nell'alimento
- La porzione (in grammi) settimanale consigliata del prodotto.

3.2.1 Impatti da produzione

Confrontare dal punto di vista ambientale e nutrizionale alimenti molto diversi tra loro, per esempio un kg di pomodori e un kg di carne di manzo, può essere fuorviante o inutile in quanto rispondono a bisogni fisici diversi.

Cibarsi di soli pomodori (o carne di manzo) sarebbe scorretto e dannoso, pertanto le comparazioni per individuare gli alimenti migliori hanno senso solo se condotte all'interno della stessa categoria.

L'indice *IMPACT* risponde al bisogno di stabilire quali siano le fonti di un determinato nutriente (ad esempio proteine o vitamine) meno impattanti per l'ambiente.

Tabella 9 - Esempio di categorizzazione di alcuni alimenti

ALIMENTI	CATEGORIA
Carne, uova, pesce e legumi	Proteine
Frutta e verdura	Vitamine e Fibre
Cereali	Carboidrati e Fibre
Derivati del latte	Calcio

Conoscendo i valori nutrizionali è possibile individuare il nutriente principale e quindi conoscere la categoria di appartenenza di ogni alimento e calcolare gli impatti per grammo di nutriente principale:

$$CF_{LCA} = \left(\frac{CF}{NuP} \right)$$

dove:

CF_{LCA} : rappresenta il valore corretto di Carbon Footprint, espresso in $\text{gCO}_2\text{eq./g}_{\text{nutriente}}$

CF: Carbon Footprint del prodotto lungo il suo ciclo di vita

NuP: quantità di nutriente principale (espressa in grammi) nell'alimento considerato,

3.2.2 Fase di cottura

Come già detto (capitolo **2.1.3.1. Cottura**), la fase di cottura non è sempre considerata o al più ne è presente una descrizione qualitativa.

Pertanto è stato costruito un modello basato sui dati del DEFRA²¹ che permette di quantificare gli impatti delle principali modalità di cottura.

$$CF_{Cottura} = \left(\frac{Imp. Cot.}{NuP} \right)$$

dove:

Imp.Cot.: rappresenta il contributo, in termini di gCO₂eq riconducibili alla cottura su fiamma, forno, microonde, bollitura e frittura

Secondo tale report, i consumi energetici e gli impatti annessi²² sono i seguenti:

Tabella 10 - Dati sui consumi energetici e sui relativi impatti delle principali modalità di cottura (Defra, Environmental Impacts of Food Production and Consumption, 2006)

Tipo cottura	Consumo energetico [MJ/kg]	Impatto [gCO2/kg]
Fiamma	0,29	15,37
Forno	9	477
Fritto	7,5	397,5
Bollitura	3,5	185,5
Microonde	0,8	42,4

Specificando attraverso *comando Booleano* la modalità di cottura²³, il modello restituisce il contributo che tale fase apporta agli impatti totali.

3.2.3 Esportazioni

Qualora fosse prevista un'esportazione del prodotto è possibile calcolarne l'impatto secondo la stessa logica adoperata per il calcolo della fase di cottura.

[21]Defra, Environmental Impacts of Food Production and Consumption, 2006

[22] Nella metodologia di calcolo adottata dal DEFRA, un MJ di gas equivale a 53 gCO₂

[23] L'utente deve selezionare una modalità di cottura ponendo 1 (vero) nella casella Excel riferita e lasciare zero (falso) in quelle non considerate

Occorre specificare il tipo di mezzo di trasporto adoperato e ovviamente la distanza (approssimata) che la merce deve percorrere.

Nel caso di più mezzi di trasporto bisogna considerare quello che ha percorso la distanza maggiore.

Nelle analisi condotte, non conoscendo i criteri con cui vengono scelti i mezzi di trasporto per i flussi di merce, si è preferito adottare il seguente criterio:

- Prodotti freschi:
 - trasporto via camion EU4 e nave per tratte inferiori ai 1500 km,
 - trasporto via aereo per tratte superiori ai 1500 km.
- Prodotti conservabili:
 - Trasporto via camion EU4 e nave.

In questo studio vengono considerati i seguenti mezzi di trasporto con i relativi impatti dedotti dall'inventario di SimaPro7.0.

Tabella 11 - Mezzi di trasporto e relativi impatti dedotti dall'inventario di SimaPro7.0

MEZZO	IMPATTO (kgCO ₂ /ton*km)
Aereo	1.96
Aereo intercontinentale	1.09
Treno	0.044
Nave	0.0056
Camion EU4	0.152

Il contributo causato dalle esportazioni risulta quindi:

$$CT_{expo} = \frac{Imp.Tr.* km}{NuP}$$

dove:

Imp.Tr.: Impatti previsti secondo i dati del DEFRA,

km: distanza da percorrere.

3.2.4 Calcolo e Classificazione

Ricavati i contributi principali degli impatti è possibile calcolarne l'entità totale:

$$CF_{tot} = CF_{LCA} + CF_{cottura} + CF_{expo}$$

L'indice IMPACT, come l'HEALTH, è scalato da zero (impatti elevati) a cinque (impatti ridotti) secondo una classificazione ottenuta sulla base dei dati raccolti in banca dati.

In Tabella 14 e Tabella 15 sono riportate le classificazioni rispettivamente per cibi e bevande.

Tabella 12 - Classificazione dell'indice IMPACT per gli alimenti

IMPATTO tot [gCO ₂ eq./g _{nutr}]	INDICE IMPACT	GIUDIZIO
$CF_{tot} < 1$	5	Impatti molto sostenibili
$1 < CF_{tot} < 10$	4	Impatti sostenibili
$10 < CF_{tot} < 25$	3	Impatti medi
$25 < CF_{tot} < 50$	2	Impatti alti
$50 < CF_{tot} < 100$	1	Impatti insostenibili
$CF_{tot} > 100$	0	Impatti gravemente insostenibili

Tabella 15 – Classificazione dell'indice IMPACT per le bevande

IMPATTO tot [gCO ₂ eq./ g _{nutr}]	INDICE IMPACT	GIUDIZIO
$CF_{tot} < 0,25$	5	Impatti molto sostenibili
$0,25 < CF_{tot} < 1$	4	Impatti sostenibili
$1 < CF_{tot} < 2$	3	Impatti medi
$2 < CF_{tot} < 3$	2	Impatti alti
$3 < CF_{tot} < 4,5$	1	Impatti insostenibili
$CF_{tot} > 4,5$	0	Impatti gravemente insostenibili

3.3 Consumo Idrico (indice *WATER*)

L'agricoltura usa circa il 70% delle risorse mondiali di acqua dolce, e in molti paesi in via di sviluppo sfiora addirittura il 90%²⁴.

Limitarne i consumi oltremisura risulta ovviamente una strada impraticabile, tuttavia esistono dei margini di miglioramento che devono essere presi in considerazione.

Nel 2002 l'UNESCO ha introdotto il concetto di "impronta idrica" o **Water Footprint** come alternativa ai tradizionali indicatori di uso dell'acqua.

L'idea di base è che, oltre al consumo di acqua "reale", sia necessario calcolare anche il consumo di acqua "virtuale", ovvero l'acqua utilizzata lungo l'intero processo di produzione.

L'impronta idrica viene misurata solitamente in m³ per tonnellata di prodotto.

Focalizzando l'attenzione sul consumo di un kg di carne, la Water Footprint risulta la somma di contributi diretti, come la cottura, e indiretti, come la fase agricola della produzione di mangime per il sostentamento del bestiame.

Il calcolo della Water Footprint si basa sull'analisi di tre contributi:

- *Green Water*: consumo di acqua precipitata e immagazzinata temporalmente nel suolo e vegetazione (per l'agricoltura tale risorsa non può essere totalmente sfruttata perchè soggetta a naturale evaporazione e per la stagionalità delle colture).
- *Blue Water*: consumo di acqua dolce in falda o bacini idrici (fiumi e laghi) al netto dei *dmv*²⁵.
- *Grey Water*: quantità di risorsa idrica necessaria a smaltire il carico d'inquinanti prodotti lungo l'intero processo.

3.3.1 Calcolo e Classificazione

Le impronte idriche legate agli alimenti e bevande raccolte nella banca dati sono state dedotte direttamente dai dati forniti dall'UNESCO (Mekonnen et al., 2012).

[24] *Fonte*: Osservatorio Kyoto News, Speciale Acqua, 2008

[25] Per *dmv* si intendono i volumi minimi di acqua che devono essere preservati per garantire la sopravvivenza delle biocenosi acquatiche

In questo studio si è preferito non considerare i contributi di *green water* in quanto è difficile interpretare la frazione di questa risorsa che realmente potrebbe essere consumata lungo il processo produttivo.

$$WP_{tot} = \frac{(WP_{blue} + WP_{grey})}{NuP}$$

dove:

WP_{tot} : consumo totale di risorsa definita come litri per grammo di nutriente per settimana,

WP_{blue} : consumo acqua dolce,

WP_{grey} : acqua inquinata.

Come per l'indice IMPACT, anche per i consumi di acqua si è optato per una classificazione, desunta dai valori collezionati, e successiva assegnazione di un punteggio da zero (consumi elevati) a cinque (consumi ridotti).

In Tabella 16 e 17 sono riportate le classificazioni rispettivamente per cibi e bevande.

Tabella 16 - Classificazione indice WATER per gli alimenti

CONSUMO tot [Litri/g _{nutriente}]	INDICE WATER	GIUDIZIO
$WP_{tot} < 1$	5	Consumi molto sostenibili
$1 < WP_{tot} < 2.5$	4	Consumi sostenibili
$2.5 < WP_{tot} < 5$	3	Consumi medi
$5 < WP_{tot} < 9$	2	Consumi elevati
$9 < WP_{tot} < 15$	1	Consumi insostenibili
$WP_{tot} > 15$	0	Consumi gravemente insostenibili

Tabella 17 – Classificazione indice WATER per le bevande

CONSUMO tot [Litri/g _{nutriente}]	INDICE WATER	GIUDIZIO
$WP_{tot} < 1$	5	Consumi molto sostenibili
$1 < WP_{tot} < 5$	4	Consumi sostenibili
$5 < WP_{tot} < 10$	3	Consumi medi
$10 < WP_{tot} < 15$	2	Consumi elevati
$15 < WP_{tot} < 30$	1	Consumi insostenibili
$WP_{tot} > 30$	0	Consumi gravemente insostenibili

3.4 INDICATORE WHI

Obiettivo della valutazione dei tre indici precedenti, è quello di compattare e riassumere le informazioni dedotte in un unico indicatore, chiamato WHI (dalle iniziali dei tre indici, WATER, HEALTH e IMPACT).

Una volta osservati e analizzati i tre indici è dunque possibile calcolare l'indicatore WHI come valore medio dei contributi:

$$WHI = \frac{WATER + HEALTH + IMPACT}{3}$$

WHI è, dunque, normalizzato come i tre precedenti indici tra zero e cinque²⁶: ad ogni valore corrisponde un giudizio sulla validità nutrizionale e ambientale di alimenti e bevande.

[26] Il valore di WHI viene arrotondato all'intero più vicino

Tabella 18 - Classificazione dell'Indicatore WHI

VALORE WHI	GIUDIZIO
5	Impatti ambientali e consumi idrici estremamente sostenibili; fortemente raccomandato dal punto di vista nutrizionale
4	Impatti ambientali e consumi idrici sostenibili; raccomandato dal punto di vista nutrizionale
3	Impatti ambientali e consumi idrici medi; raccomandato dal punto di vista nutrizionale
2	Impatti ambientali e consumi idrici elevati, si consiglia un consumo moderato
1	Impatti ambientali e consumi idrici insostenibili; sconsigliato dal punto di vista nutrizionale
0	Impatti ambientali e consumi idrici gravemente insostenibili; fortemente sconsigliato dal punto di vista nutrizionale

4 Risultati

In questo capitolo sono riportati i principali risultati ottenuti dall'analisi di quattro categorie:

- Proteine: carne rossa, bianca, uova, insaccati, pesce, molluschi e legumi
- Carboidrati: cereali, pasta e patate
- Vitamine: frutta e verdura
- Bevande: acqua, infusi, caffè, alcolici, spremute, succhi e bibite gassate.

4.1 Proteine

4.1.1 Indice IMPACT

Dalle analisi condotte si osserva che la maggior parte dei prodotti della pesca (Figura 4), assieme alla soia e alla carne bianca, sono le fonti di proteine più ecosostenibili mentre la carne rossa e gli insaccati si collocano all'estremo opposto (Figura 5).

4.1.1.1 Prodotti della pesca

Gli impatti risultano particolarmente eterogenei in quanto esistono diversi metodi di produzione (Aubin et al., 2009)

- Pesca in mare
 - con reti (da circuizione o da imbrocco),
 - a strascico,
 - con palangari.
- Acquaculture

Nel caso di pesca in mare, inoltre, occorre considerare gli impatti legati alla distanza da percorrere per raggiungere le aree di pesca e la densità stessa degli stock (Aubin et al., 2009)

Le cozze, ad esempio, hanno un basso impatto proprio perché allevate e non necessitano di mangimi o di dispendi energetici particolarmente gravosi per la loro raccolta (punteggio pari a 4).

Discorso opposto vale per l'aragosta: in questo caso i metodi di produzione richiedono l'uso di trappole e imbarcazioni in quantità non indifferente provocando altissimi impatti (punteggio pari a 0).

Le aringhe ed il tonno, invece, sono penalizzati dalle lavorazioni necessarie per essere confezionati sott'olio (punteggio pari a 2), mentre il congelamento sembra avere un'influenza variabile: nel caso di sgombri e gamberi è particolarmente

impattante (punteggio pari a 1), nel caso di salmone e merluzzo è poco incisiva (punteggio pari a 3).

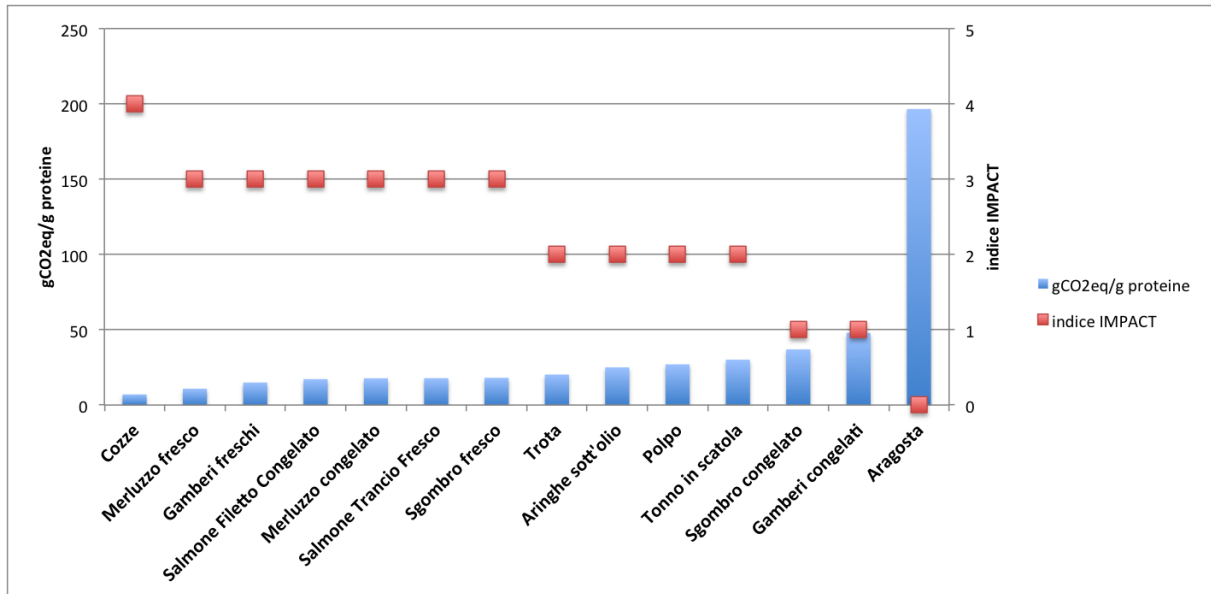


Figura 4 - Costo ambientale di un grammo di proteina (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso) per i prodotti della pesca.

4.1.1.2 Carne, soia e legumi

La soia, con i suoi impatti modesti ed un ottimo punteggio IMPACT, è la migliore fonte vegetale di proteine ed è preferibile a diverse fonti proteiche di origine animale. Nella produzione di carne si osserva una notevole eterogeneità dei risultati, ancora una volta fortemente influenzata dai diversi sistemi produttivi.

La carne bianca risulta essere la fonte meno impattante (punteggio pari a 3), seguita dalla carne rossa di maiale e vitello (punteggio pari a 2) e uova.

A chiudere la classifica vi è la carne di manzo e la carne lavorata (insaccati) a causa dei forti consumi di risorse necessari per l'allevamento del bestiame.

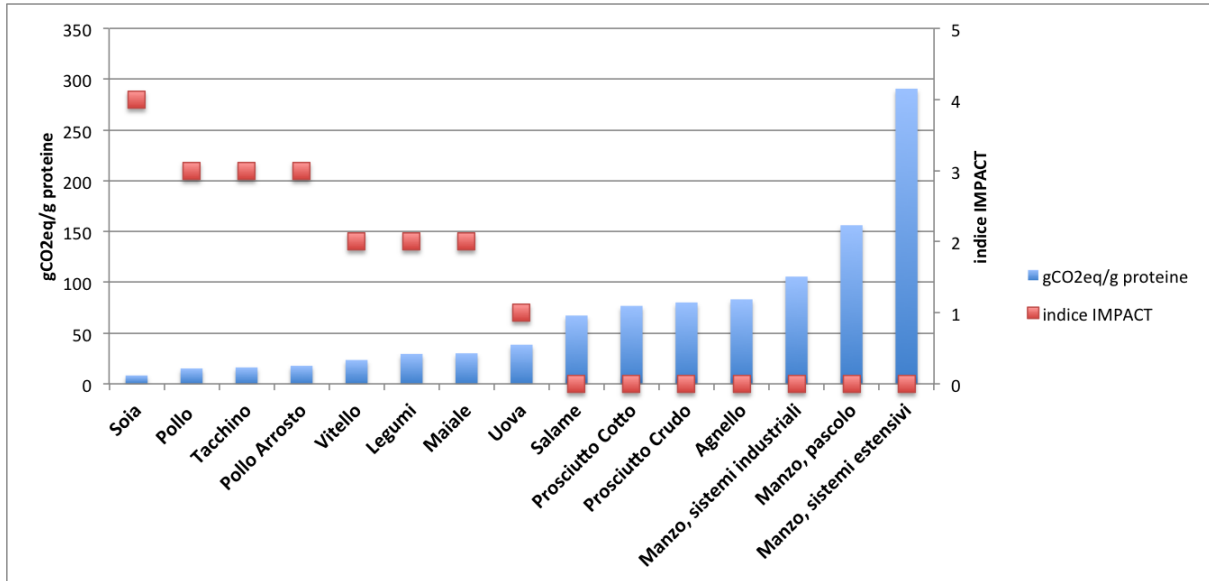


Figura 5 - Costo ambientale di un grammo di proteina (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso) per la carne, soia e legumi.

L'altra fonte vegetale, rappresentata dai legumi (ceci, lenticchie, fagioli, ecc), pur basandosi su sistemi produttivi non particolarmente impattanti, ottiene un punteggio decisamente inferiore alla soia a causa del modesto contenuto proteico.

4.1.1.3 Cottura

Gli impatti imputabili alla fase di cottura sono molto eterogenei: se i contributi da cottura a microonde e su fiamma sono trascurabili (non superano mai il 5%), quelli da forno e bollitura possono incidere particolarmente sugli impatti (l'incidenza per i legumi sfiora il 40%).

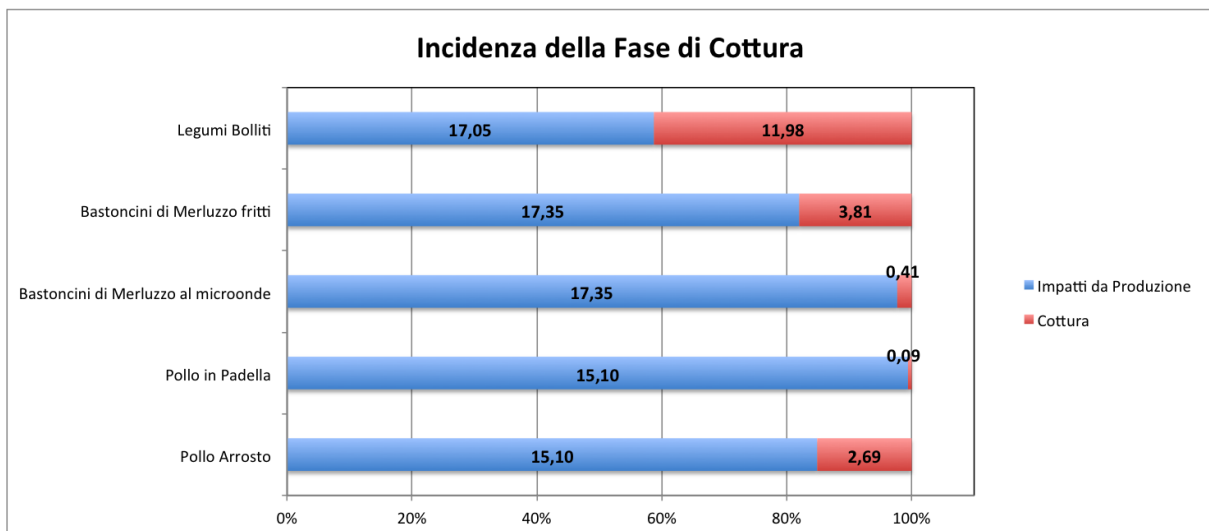


Figura 6 - Incidenza ed entità degli impatti ambientali (gCO₂eq/g proteina) da produzione e cottura.

4.1.1.4 Esportazioni

Le eccellenze enogastronomiche sono spesso oggetto d'importanti esportazioni anche intercontinentali.

Secondo i dati pubblicati dal Consorzio di Parma, il prosciutto crudo è il prodotto della salumeria italiana più esportato nel mondo²⁷.

L'export vale più di 200 milioni di euro, più di quanto realizzato dagli altri salumi messi assieme, con un'incidenza sul fatturato del 28%.

I paesi che importano maggiormente questo prodotto sono Stati Uniti d'America, Giappone e Australia.

Come si può osservare in Figura 6, consumare un etto di prosciutto crudo italiano a New York²⁸ ha un costo ambientale maggiorato del 9% (circa 7.5 gCO₂eq./g proteina).

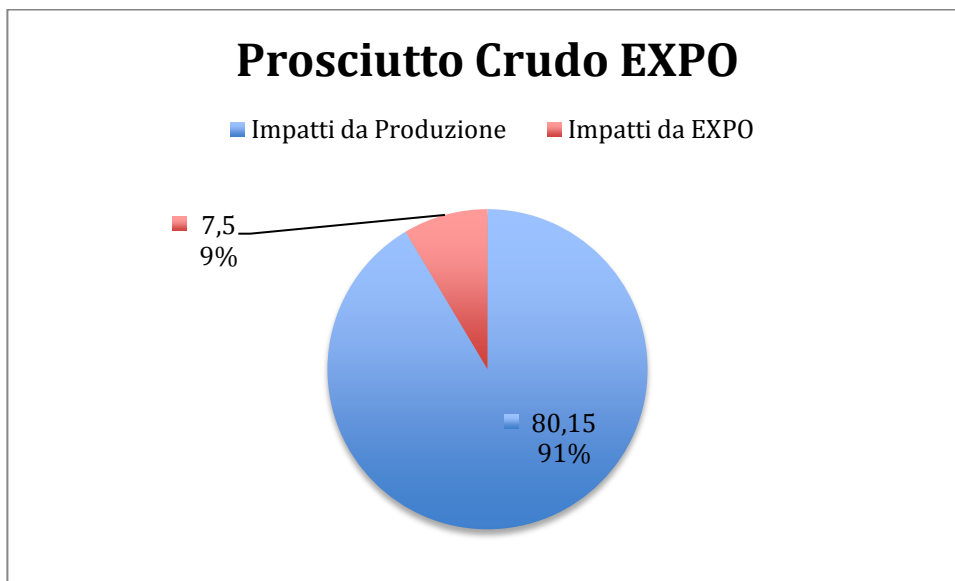


Figura 7 - Incidenza delle esportazioni di prosciutto crudo italiano negli Stati Uniti d'America (via aereo con distanza media di 8000 km).

Le esportazioni di salmone affumicato norvegese, invece, interessano quasi esclusivamente il continente europeo a causa della forte concorrenza scozzese e dell'Alaska²⁹.

[27] Fonte: Comunicato del 16/05/2013 del Consorzio Prosciutto di Parma, www.prosciuttodiparma.com

[28] Ipotizzando un trasporto principale via nave e camion EU4 e una distanza approssimativa di 7500km.

[29] Fonte: Norwegian Seafood Council, www.en.seafood.no/

Considerato un trasporto via camion EU4 di circa 1000 km, si osserva che l'incidenza dell'esportazione è pari al 6%.

Rispetto al caso del prosciutto crudo sono diminuite notevolmente le distanze da percorrere, ma si tende a sfruttare maggiormente mezzi su strada come camion EU4 che, a parità di merce trasportata e distanza percorsa, sono più impattanti.

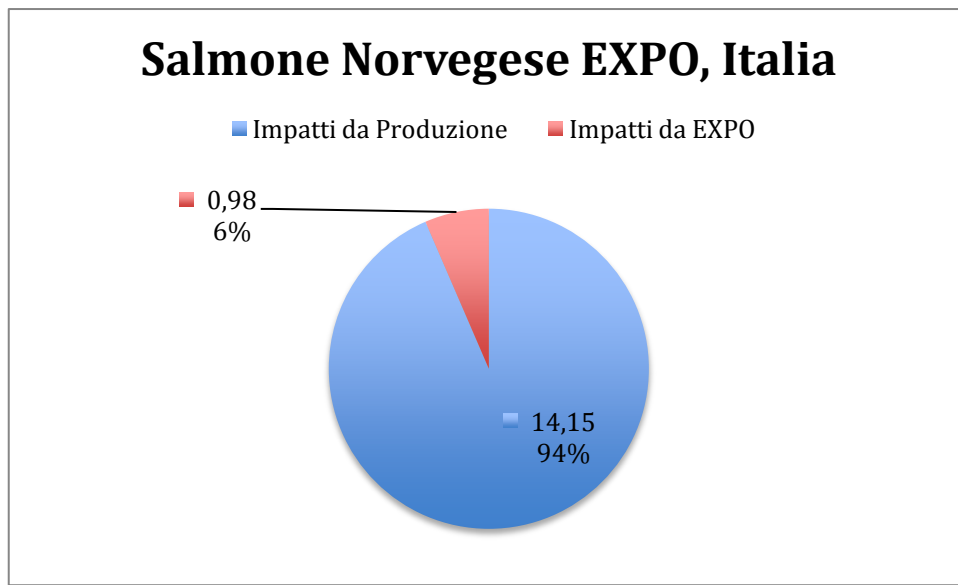


Figura 8 - Incidenza delle esportazioni di salmone affumicato norvegese in Italia (via camion EU4 o nave con distanza media 1100 km).

4.1.2 Indice WATER

I dati sui consumi idrici sono abbastanza allineati con quelli appena esposti e relativi agli impatti ambientali.

I prodotti della pesca e la soia ottengono i punteggi più alti in assoluto grazie ai consumi inferiori al litro per grammo di proteine.

Passando alla carne, si osserva che i consumi di acqua crescono notevolmente con le dimensioni dell'animale allevato: la carne bianca (pollo e tacchino), assieme alle uova e la carne di maiale, ottiene un buon punteggio, mentre per la carne rossa e gli insaccati si osserva un drastico aumento e quindi il punteggio minimo.

Anche in questo caso i legumi sono penalizzati non tanto dai reali bisogni di risorse, bensì dal contenuto modesto di proteine.

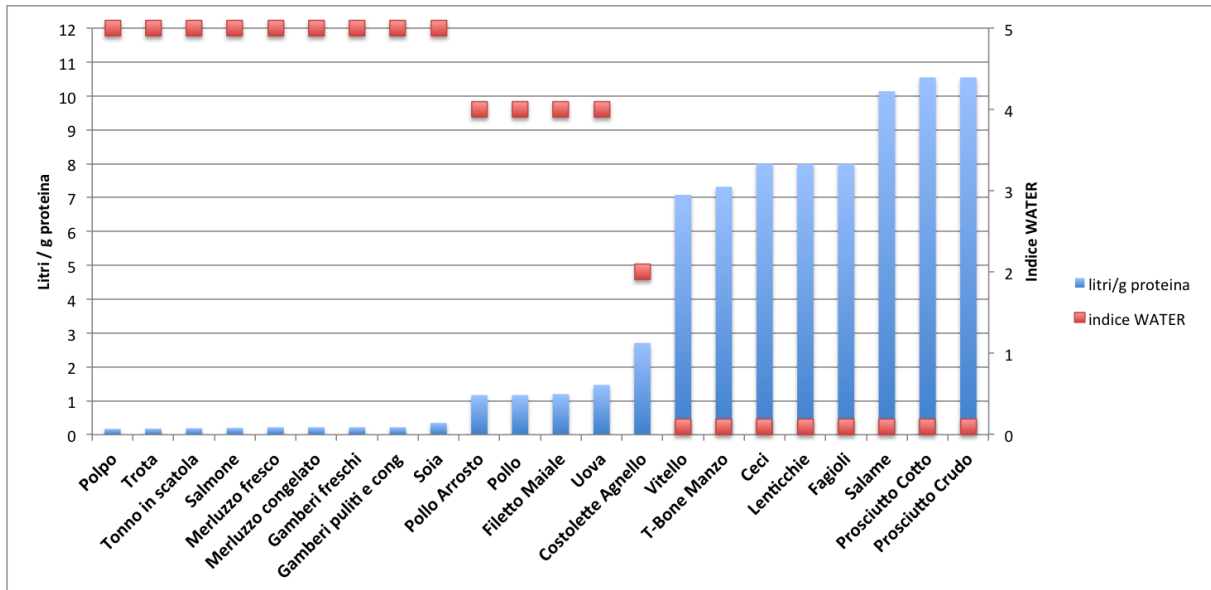


Figura 9 – Consumo idrico di un grammo di proteina (in blu) e relativo punteggio WATER (in rosso) per alcuni alimenti proteici.

4.1.3 Indice HEALTH

Come si evince in Tabella 19, i prodotti della pesca e la carne bianca sono gli alimenti più sazianti e ricchi di nutrienti utili al benessere e ottengono un punteggio medio poco superiore a 3.

Anche i legumi, la soia e la carne rossa, con un punteggio medio lievemente superiore al valore soglia di 2.5, sono indicati dal punto di vista nutrizionale, mentre gli insaccati sono penalizzati per l'alto contenuto di grassi e sale, ottenendo un punteggio medio inferiore a 2.

Tabella 19 - Valori medi dell'indice HEALTH per le principali fonti di proteine

ALIMENTO	INDICE HEALTH
Pesce e molluschi	3.4
Carne bianca	3.2
Soia e legumi	2.8
Carne rossa	2.6
Insaccati	1.8

Entrando più nel dettaglio, alcuni alimenti sono particolarmente indicati: il polpo e la trota, ad esempio, oltre ad avere una forte capacità saziante, hanno un altissimo valore nutrizionale, come confermato dall'indice NRF9.3³⁰.

Anche i legumi ottengono un punteggio NRF9.3 superiore a ottanta, il che conferma la loro valenza nutritiva.

Al contrario, la carne di agnello e gli insaccati, in particolare il salame, sono penalizzati dall'indice NRF9.3³¹ in quanto fonti proteiche meno sazianti e più ricche di nutrienti dannosi come sale e grassi saturi.

4.1.4 Indicatore WHI

In Figura 10 sono riassunte dall'indicatore WHI. le informazioni dedotte dai tre indici esposti in precedenza.

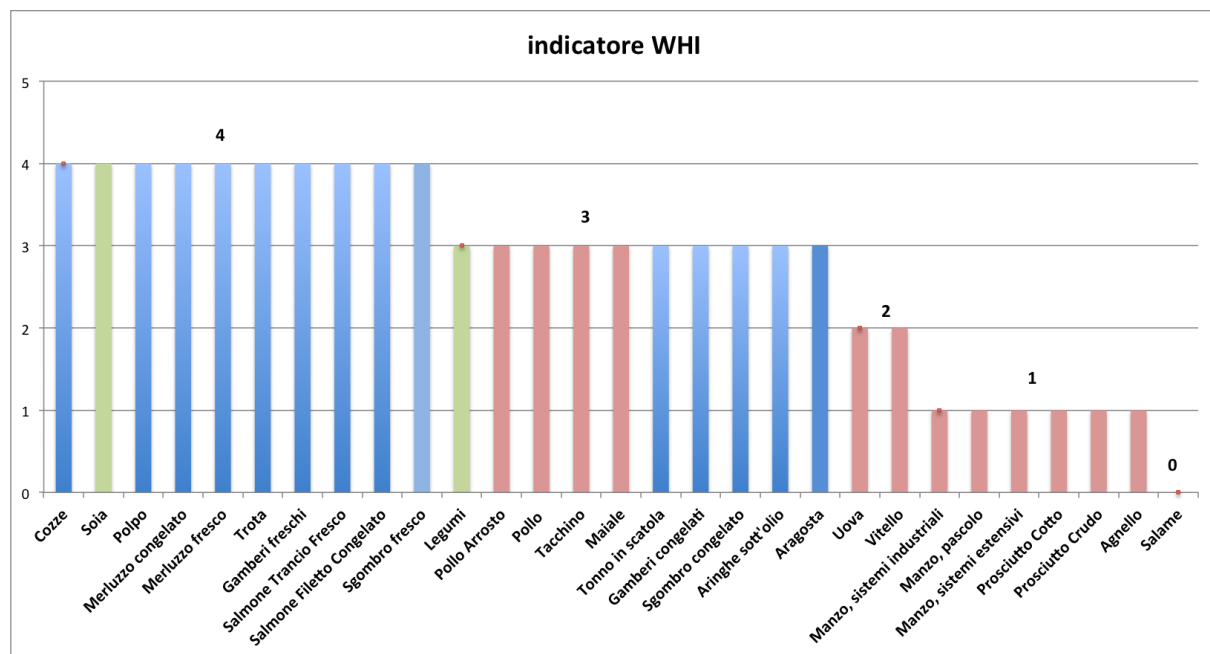


Figura 10 - Valori dell'indicatore WHI per le principali fonti proteiche

Dalle analisi condotte si evince che la maggior parte dei prodotti della pesca (soprattutto quella allevata) e la soia sono le migliori fonti proteiche disponibili.

Il buon valore nutriente dei legumi è frenato dagli alti consumi idrici e complessivamente tali alimenti ottengono un punteggio inferiore e paragonabile a quello della carne bianca e di maiale.

[30] Il polpo ottiene un punteggio NRF9.3 pari a 165.3, la trota 85.4

[31] La carne di agnello ottiene un punteggio NRF9.3 pari a -17.6, mentre il salame -65.1

I prodotti della pesca in mare, specialmente l'aragosta, e il pesce lavorato (sott'olio o congelato) sono penalizzati dagli alti impatti ambientali e ottengono anch'essi un punteggio inferiore a quello del pesce allevato.

Le uova e la carne di vitello sono decisamente penalizzate dal punto di vista ambientale e di conseguenza si dimostrano fonti proteiche poco sostenibili.

Anche la carne di manzo si dimostra essere una soluzione insostenibile per via dei notevoli consumi di risorse necessari per il sostentamento del bestiame e per gli altissimi impatti ambientali.

Come era logico attendersi, gli insaccati ottengono i punteggi più bassi in assoluto e di conseguenza risultano le fonti proteiche più insostenibili.

La causa è da ricercarsi in due fattori: da un lato il processo industriale ancora più dispendioso di risorse rispetto a quello della semplice carne, dall'altra un arricchimento di nutrienti come grassi saturi e sale che rendono questi alimenti particolarmente sconsigliati.

4.2 Carboidrati

4.2.1 Indice IMPACT

Gli impatti connessi alla produzione di cereali sono legati fondamentalmente alla fase agricola (produzione e uso di fertilizzanti e pesticidi), alla fase di lavorazione (macinazione) e di trasporto tra le varie unità produttive (K. Andersson e T. Ohlsson, 1999). Nel caso dei derivati, come biscotti o pane industriale, vi è anche una fase di packaging altrettanto impattante con un ulteriore contributo pari al 25% degli impatti totali.

Nonostante queste premesse, dalle analisi condotte emerge che i cereali e i loro derivati costituiscono una valida fonte di carboidrati grazie al loro ridotto impatto ambientale.

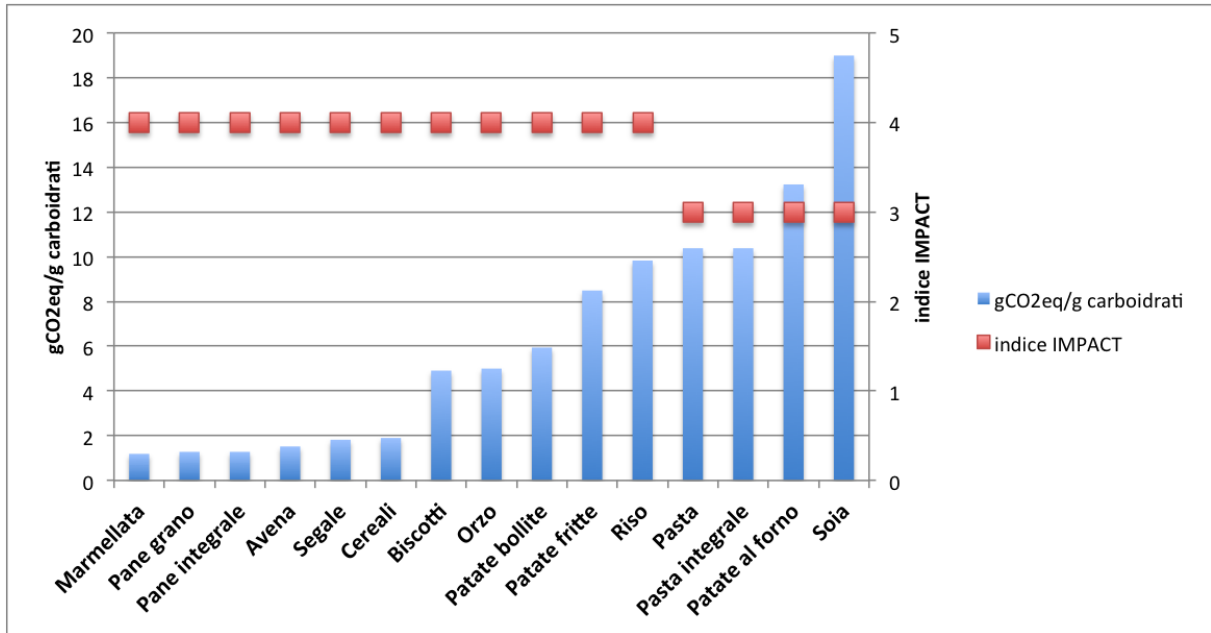


Figura 11 - Costo ambientale di un grammo di carboidrati (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso) per alcuni alimenti.

Anche se gli impatti sono contenuti, è importante considerare che una buona parte di essi è prodotta in fase di cottura: la maggior parte dei cereali infatti necessita di lunghi tempi di cottura (anche 40 minuti) mediante bollitura.

La cottura dell'orzo, ad esempio, vale il 66% degli impatti totali (circa 3 gCO₂eq/g carboidrati), seguita da quella dell'avena e segale, rispettivamente 53% e 35%.

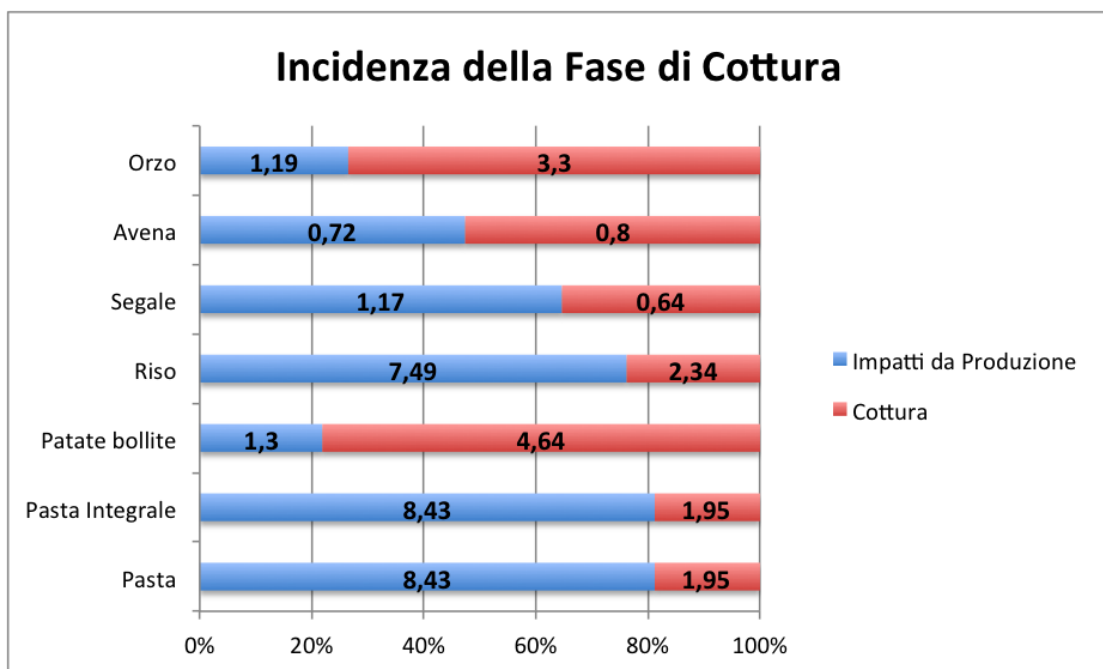


Figura 12 -- Incidenza ed entità degli impatti ambientali (gCO₂eq/g carboidrati) da produzione e cottura.

La cottura delle patate è sicuramente il caso più interessante in quanto particolarmente incisiva sulla performance ambientale di questo prodotto.

Confrontando tre tipi di cottura, bollitura, al forno e frittura, si è constatato che tutte determinano più dell'80% degli impatti e, nel caso del forno, anche un declassamento dell'indice IMPACT da 4 a 3.

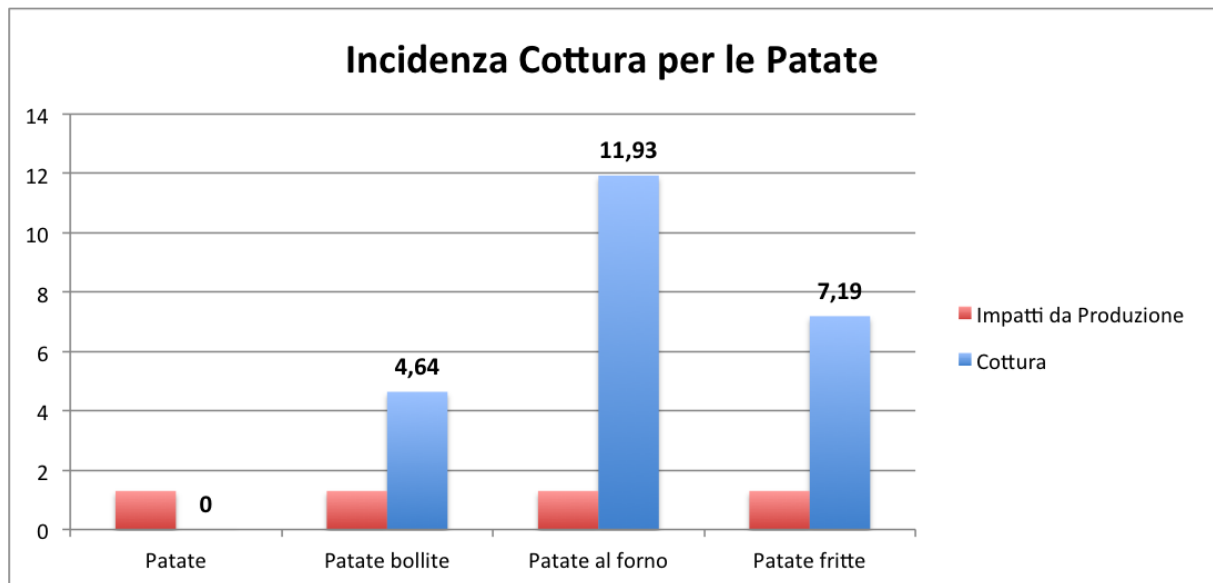


Figura 13 - Incidenza di tre tipi di cottura sugli impatti totali (gCO2eq/g carboidrati) delle patate.

4.2.1.1 Esportazioni

Secondo un'indagine della Coldiretti sui dati ISTAT³², due terzi dei volumi di pasta esportati sono destinati al mercato europeo, mentre la restante quota è ripartita tra Stati Uniti d'America e Asia.

Si considerino due possibili mercati: il primo europeo, ad esempio quello inglese, il secondo oltreoceano, come quello messicano.

[32] www.coldiretti.it

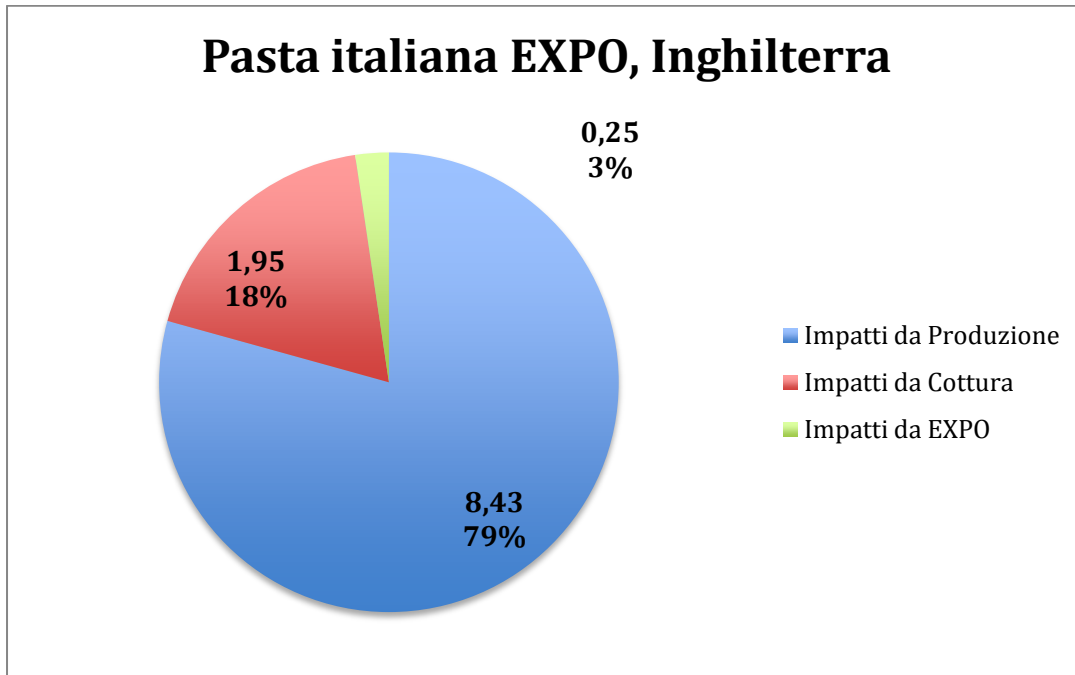


Figura 14 - Incidenza delle esportazioni di pasta italiana in Inghilterra (via camion EU4 con distanza media di 1300 km).

In entrambi i casi, illustrati in Figura 13 e 14, gli impatti prodotti dalle esportazioni sono molto contenuti (valgono circa il 3% degli impatti totali)³³.

Acquistare e consumare pasta italiana in Europa, come oltreoceano, produce impatti molto contenuti, inferiori anche a quelli relativi alla cottura.

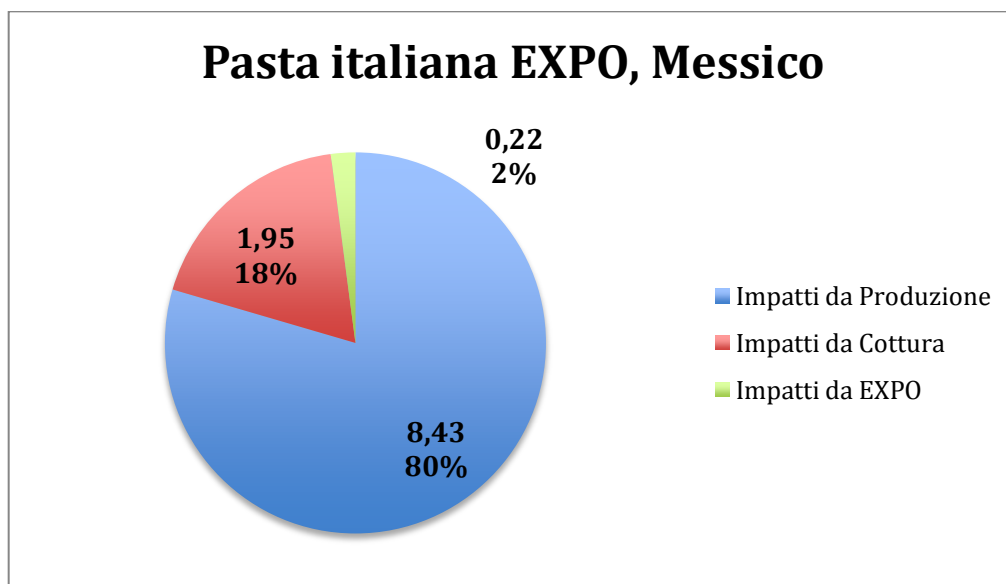


Figura 15 - Incidenza delle esportazioni di pasta italiana in Messico (via nave e camion EU4 con distanza media 8000 km).

[33] Per il mercato europeo si è ipotizzato uno spostamento medio di 1300 km mediante camion EU4; per il mercato americano, invece, 8000 km via nave e camion EU4.

4.2.2 Indice WATER

A livello generale si può dire che nessun alimento considerato in questa categoria risulta essere particolarmente incisivo per i consumi di risorsa idrica: diversi alimenti, come patate e avena, con meno di mezzo litro di acqua/g carboidrati, ottengono il punteggio massimo dell'indice WATER.

Prodotti tipici della colazione e merenda come biscotti, confetture e pane non superano il litro di acqua/g carboidrati, mentre a chiudere la graduatoria vi sono pasta e riso con consumi prossimi ai 2 litri/g carboidrati.

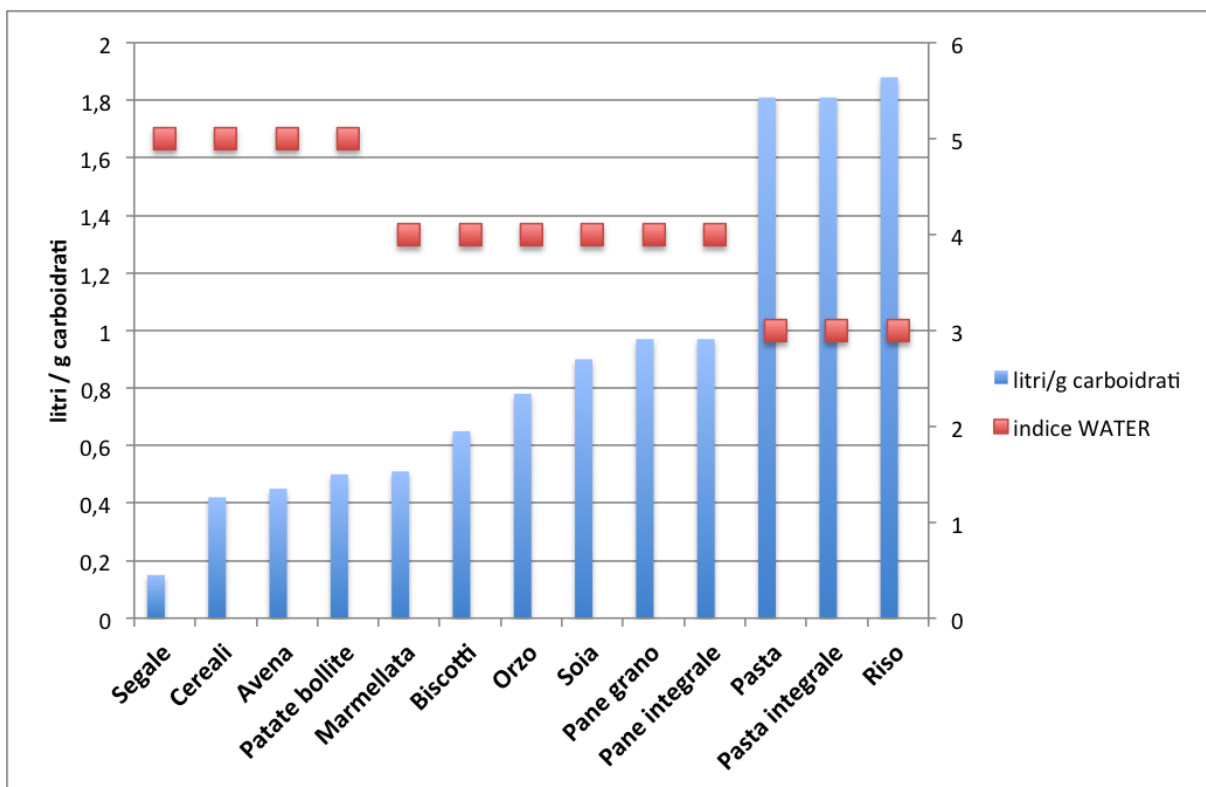


Figura 16 - Consumo idrico di un grammo di carboidrati (in blu) e relativo punteggio WATER (in rosso) per alcuni alimenti.

4.2.3 Indice HEALTH

Dal punto di vista nutrizionale i cereali più validi sono l'avena, la soia, la segale e i prodotti del grano integrale (pane e pasta).

La validità dell'avena e della segale è riconosciuta anche dagli alti valori dell'indice NRF9.3, in entrambi i casi superiori a cento.

La pasta, le patate e il riso ottengono un punteggio leggermente inferiore alla soglia saziante di 2.5, mentre le confetture e i biscotti, per i troppi zuccheri e grassi, risultano essere le fonti di carboidrati meno raccomandabili.

Tabella 20 - Valori dell'indice HEALTH per le principali fonti di carboidrati.

ALIMENTO	INDICE HEALTH
Segale	4.17
Avena	3.17
Pane e Pasta Integrali	2.5
Patate, Pasta, Riso e Orzo	2.2
Pane	1.8
Biscotti e Patate fritte	1.5
Marmellata	0.5

Osservando i risultati si può notare come l'indice HEALTH mette in evidenza le sostanziali differenze nutrizionali.

Ad esempio le patate bollite ottengono un punteggio pari a 2.5, ma, optando per la frittura il contenuto di nutrienti dannosi aumenta e di conseguenza il punteggio scende a 1.5.

Discorso analogo per quanto riguarda il grano: i prodotti ottenuti con farina integrale sono più validi degli stessi prodotti ottenuti con farina raffinata per le maggiori quantità di fibre dall'alto potere saziante.

4.2.4 Indicatore WHI

In Figura 17 sono riportati i risultati dell'indicatore WHI.

Come si può notare le informazioni dedotte dai tre indici ambientali e nutrizionali premiano i cereali meno raffinati come ad esempio la segale, l'avena e il grano integrale.

Se si opta per derivati del grano raffinato, come la pasta e il pane, si osserva una riduzione del punteggio WHI.

Effetto simile, ma più marcato, per quanto riguarda il metodo di cottura: le patate, se bollite, ottengono un punteggio pari a 4, ma, optando per una cottura in forno, il loro punteggio si riduce a 3.

Il caso estremo è rappresentato dalla frittura che rende le patate una fonte di carboidrati insostenibile.

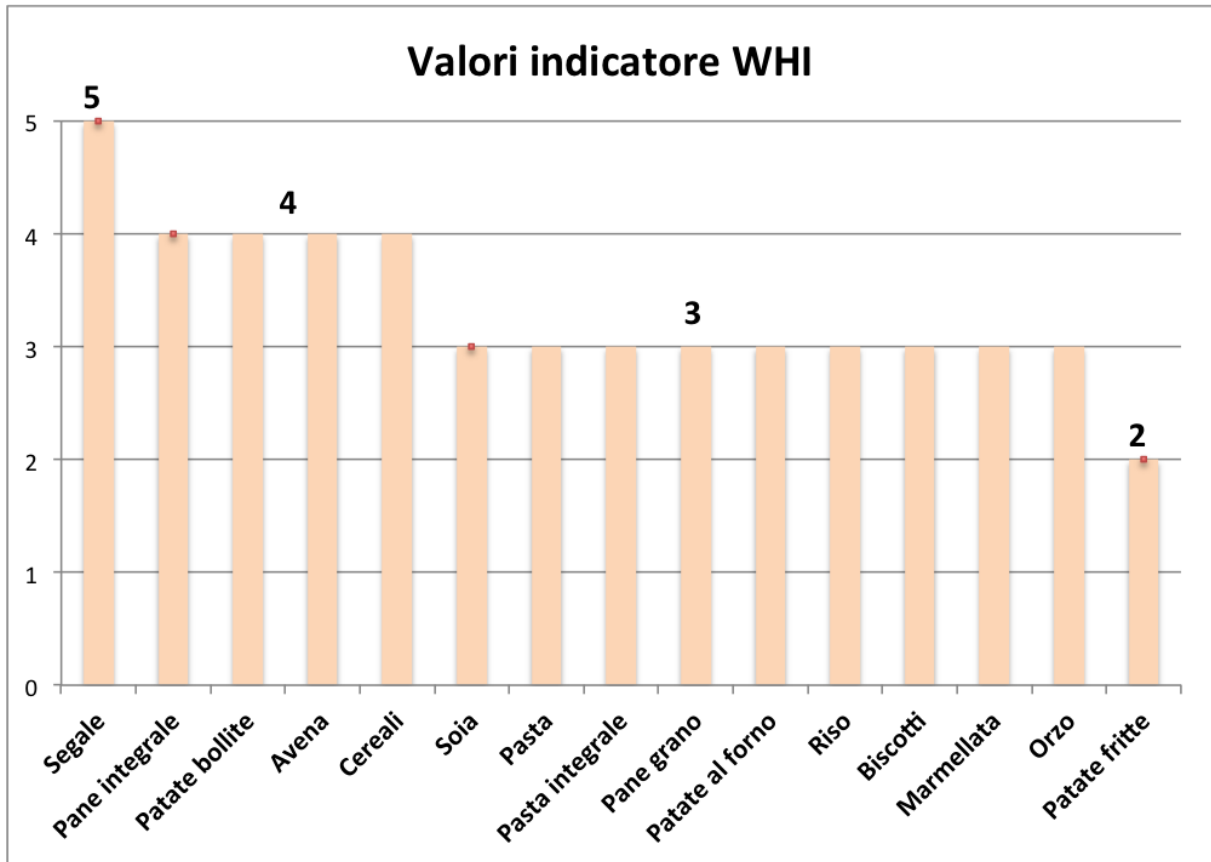


Figura 17 - Valori dell'indicatore WHI per le principali fonti di carboidrati.

4.3 Vitamine

4.3.1 Indice IMPACT

Gli impatti legati alla produzione di frutta e verdura sono normalmente legati alla produzione e uso di fertilizzanti ad alto contenuto di azoto e all'uso di combustibili di origine fossile per adoperare i macchinari agricoli.

Per la produzione di frutta e verdura vi sono differenti protocolli agricoli che spaziano da quelli mirati ad ottimizzare la produttività (metodi convenzionali) a quelli che adottano metodi e tecniche sostenibili (produzione biologica), passando per sistemi intermedi, come la produzione integrata, basata sull'uso coordinato e razionale di tutti i fattori della produzione con lo scopo di ridurre al minimo il ricorso a mezzi tecnici che hanno un impatto sull'ambiente o sulla salute dei consumatori.

Diversi studi hanno cercato di valutare questi differenti protocolli produttivi da un punto di vista ambientale (Sanjuàn *et al.*, 2003).

Sebbene i risultati di questi studi non consentano di stabilire definitivamente quale sistema produttivo sia il migliore, è possibile considerare la produzione biologica la più *eco-friendly*, mentre la produzione integrata risulta l'opzione con lo sfruttamento di risorse più efficiente (Reganold *et al.*, 2001).

In generale, la produzione di frutta, soprattutto se confrontata con altre categorie (Carlsson-Kanyama *et al.*, 2003), ha un basso impatto ambientale (Figura 17): ad esempio gli agrumi, le fragole, il kiwi e l'ananas producono meno di un grammo di CO₂eq./g vitamine.

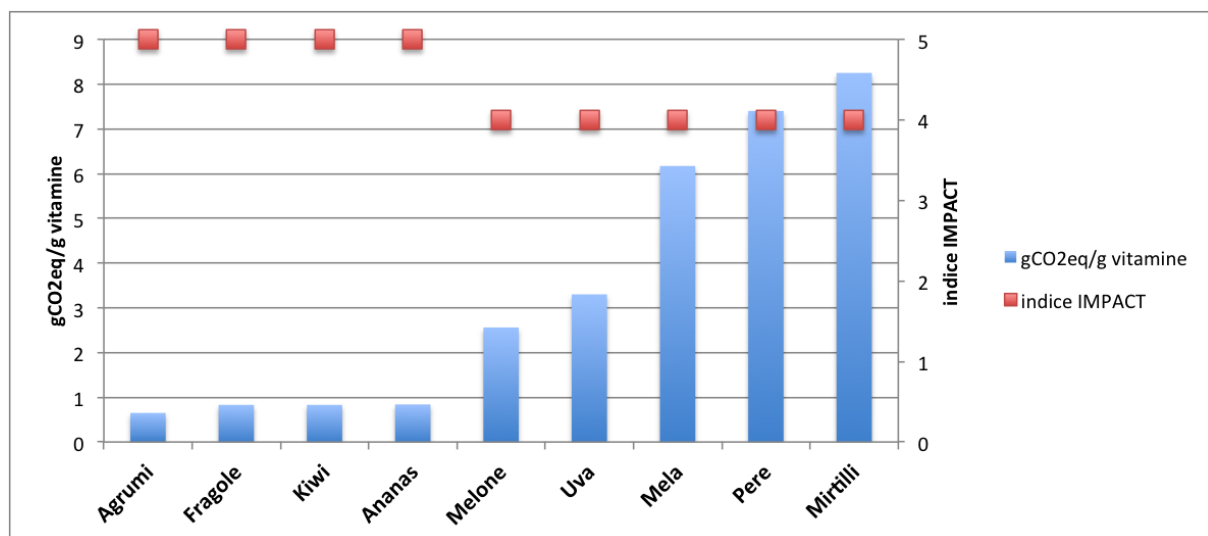


Figura 18 - Costo ambientale di un grammo di vitamine (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso) per la frutta.

Discorso analogo vale anche per gli ortaggi: in Figura 18 sono riportati diversi esempi di verdure e si può osservare come gli impatti annessi siano sostanzialmente molto contenuti (la maggior parte delle verdure considerate ha un costo ambientale inferiore ai cinque grammi di CO₂eq/g di vitamine).

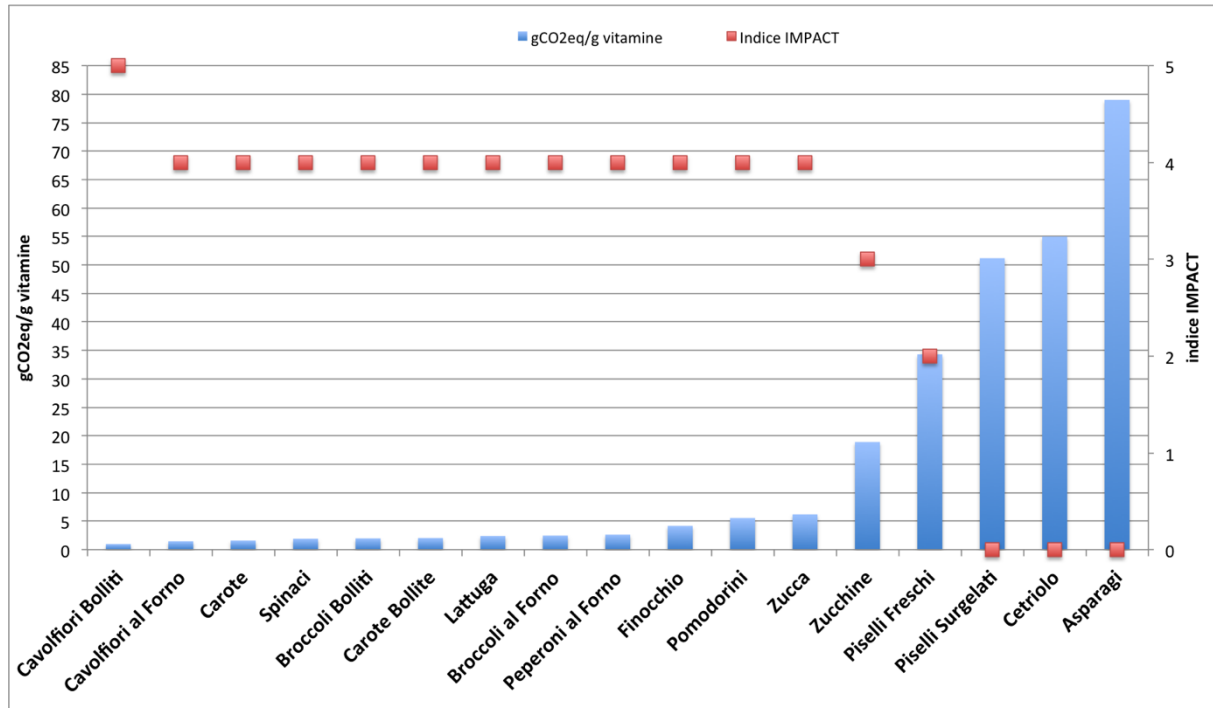


Figura 19 - Costo ambientale di un grammo di vitamine (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso) per la verdura.

Mentre per la frutta non è stata considerata la fase di cottura in quanto tipicamente è consumata cruda, per gli ortaggi risulta incisiva in diversi casi.

Se si considerano ad esempio i broccoli, i cavolfiori e le carote (Figura 19), si può osservare come varino notevolmente gli impatti in fase di cottura.

Bollire le carote corrisponde a circa 0,45 gCO₂eq./g vitamine, pari a circa il 20% degli impatti totali.

Nel caso dei cavolfiori, la cottura risulta particolarmente incisiva: sia nel caso del forno che della bollitura, la fase di cottura incide per circa il 50% e, optando per la prima soluzione, si osserva addirittura un declassamento (da 5 a 4) di questo prodotto.

Anche i broccoli sono particolarmente sensibili a questa fase: la cottura in forno corrisponde a poco meno di un grammo di CO₂eq./g vitamine (pari al 30% del totale), mentre la bollitura a 0,3 gCO₂eq./g vitamine (pari al 15% del totale).

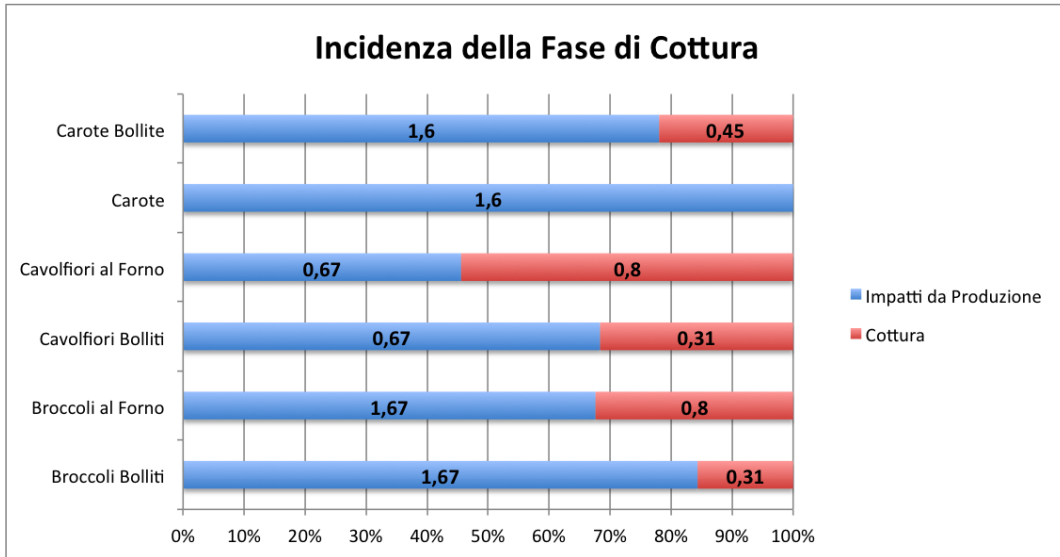


Figura 20 - Incidenza della fase di cottura sugli impatti (gCO2eq/g vitamine) delle carote, dei cavolfiori e dei broccoli.

4.3.1.1 Esportazioni

La disponibilità di frutta e verdura sulle nostre tavole è fortemente influenzata dalla stagionalità, in quanto la maturazione di questi prodotti è legata alle temperature e alla disponibilità di acqua.

Le arance, i kiwi e le mele, ad esempio, crescono e vengono raccolte durante i mesi autunnali e invernali, mentre durante quelli più caldi la produzione è interrotta.

Le fragole ed il melone, invece, maturano tra la primavera e l'estate, mentre nei mesi freddi non sono più disponibili.

Per sopperire a questa stagionalità si ricorre all'esportazione di prodotti da quei paesi in cui il clima favorisce la maturazione.

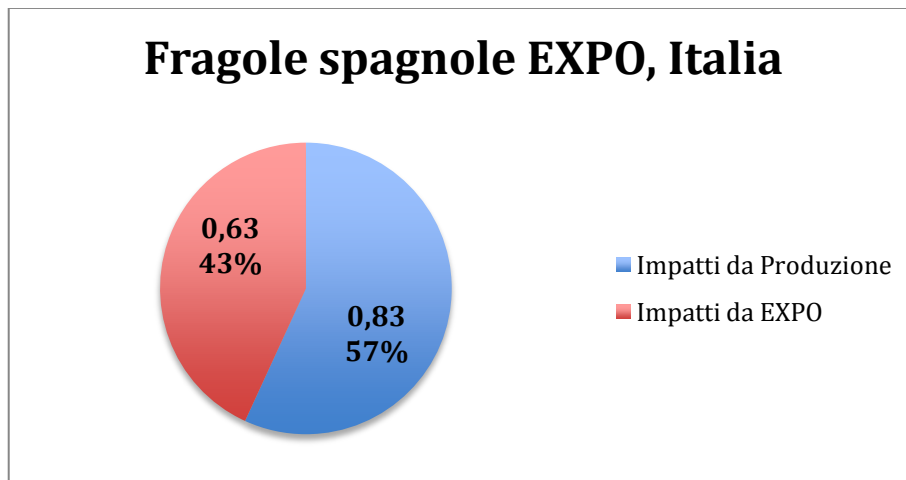


Figura 21 - Incidenza delle esportazioni di fragole spagnole in Italia (via nave e camion EU4 con distanza media 1500 km).

Dai dati riportati in Figura 21 si evince che la stagionalità, e quindi l'esportazione/importazione, incide particolarmente sugli impatti totali annessi ad un determinato frutto o ortaggio.

Discorso simile vale per tutti quei frutti considerati esotici, come l'ananas, che vengono prodotti oltreoceano e che necessariamente devono essere importati costantemente.

In questo caso (Figura 22), però, i costi ambientali legati all'esportazione sembrano essere più contenuti in quanto si adoperano mezzi di trasporto, come le navi, più sostenibili rispetto a camion o aereo.

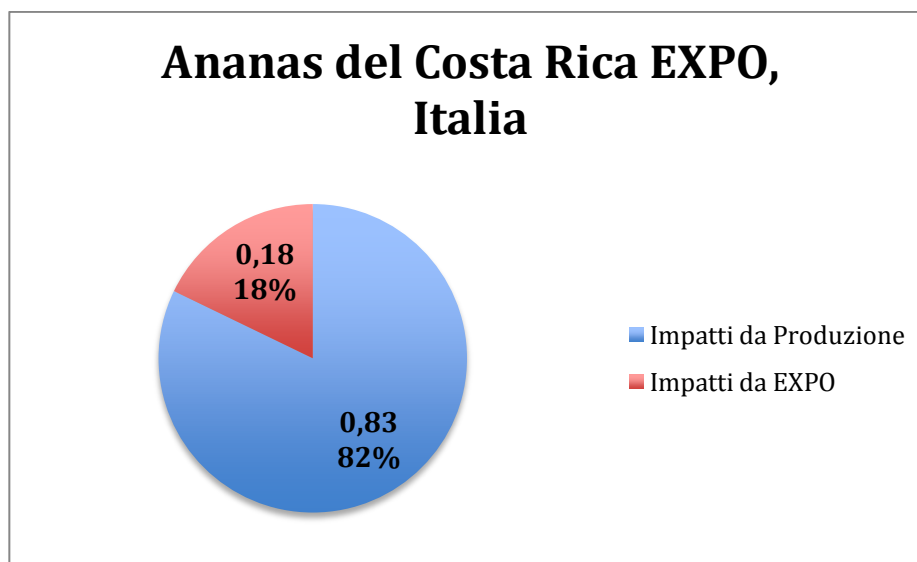


Figura 22 - - Incidenza delle esportazioni dell'ananas del Costa Rica in Italia (via nave con distanza media 8000 km).

La stagionalità non è però l'unica causa dei grossi flussi di frutta e verdura.

Alcuni prodotti, come gli agrumi o i pomodorini siciliani, sono considerati delle eccellenze e per questo motivo fortemente richiesti anche lontano dal luogo dove vengono prodotti.

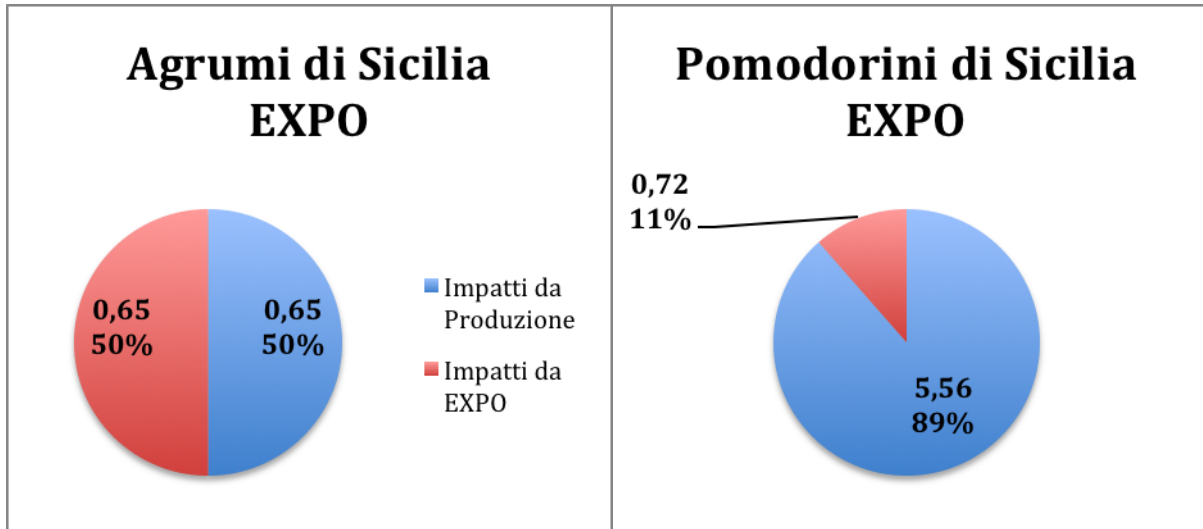


Figura 23 - Incidenza delle esportazioni di agrumi e pomodorini di Sicilia nel Nord Italia (via nave e camion EU4 con distanza media 1200 km).

Come si può intuire dai dati, l'entità e l'incidenza degli impatti da esportazione sono molto variabili da prodotto a prodotto.

Qualitativamente si può dire che non è tanto la distanza da coprire a condizionarne il valore (si pensi ad esempio al caso dell'ananas), bensì il mezzo di trasporto impiegato.

4.3.2 Indice WATER

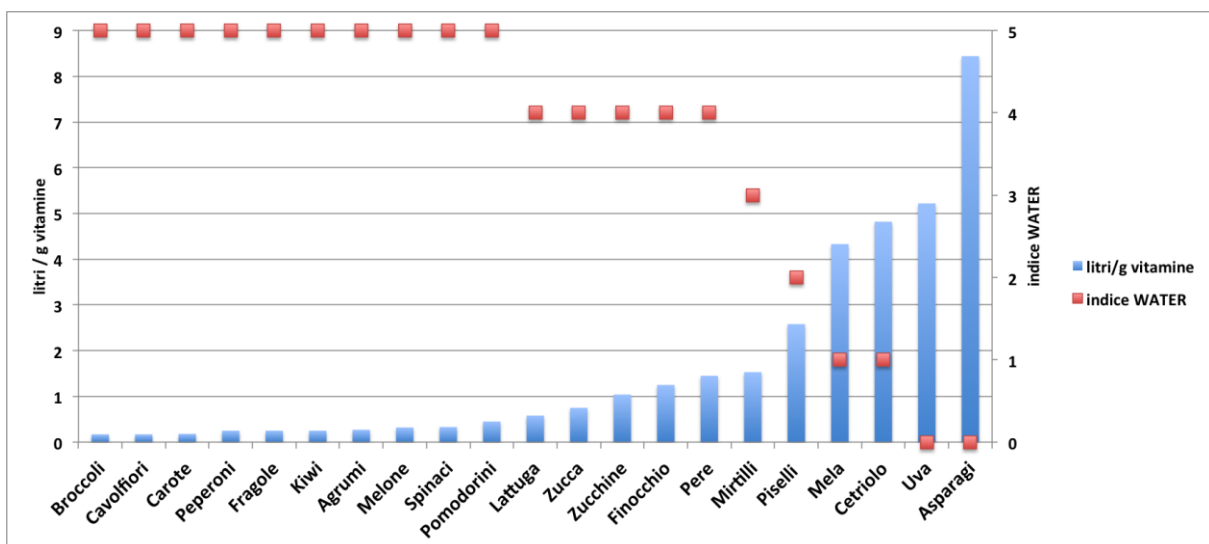


Figura 24 - Consumo idrico di un grammo di vitamine (in blu) e relativo punteggio WATER (in rosso) per frutta e verdura.

Osservando la Figura 24, si intuisce che la stragrande maggioranza di frutta e verdura ha un consumo di risorsa idrica molto contenuto (inferiore al litro per grammo

di vitamine) soprattutto se paragonato al quantitativo di nutrienti fornito da questi prodotti.

Tuttavia vi sono alcuni casi in cui i consumi di acqua sono decisamente meno sostenibili o addirittura insostenibili: gli asparagi e l'uva, per esempio, sono penalizzati dall'elevatissima domanda idrica necessaria alla loro crescita.

4.3.3 Indice HEALTH

Le buone performance ambientali di frutta e verdura trovano ulteriore conferma dal punto di vista nutrizionale.

Secondo l'indice di sazietà, il Fullness Factor, gli alimenti con elevati contenuti di proteine e/o fibre e, al contempo, una bassa densità energetica, sono da privilegiare rispetto a qualsiasi altro prodotto.

Per questo motivo ogni frutto o ortaggio considerato, grazie alla bassa densità energetica e al buon contenuto di fibre, ottiene un punteggio superiore alla soglia di sazietà.

Tabella 13 - Valori dell'indice HEALTH per frutta e verdura.

ALIMENTO	INDICE HEALTH
Verdura "verde", Pomodori, Zucca, Peperoni, Fragole e Melone	5.1
Finocchi, Carote, Piselli e Ananas	4
Frutta (Kiwi, Agrumi, Mele, Mirtilli e Pere)	3.5
Uva	3

Tutte le verdure considerate, fatta eccezione per il cetriolo e le zucchine, ottengono un punteggio NRF9.3 superiore alla soglia "bonus" di 80, che conferma l'elevata abbondanza negli ortaggi di nutrienti sani e importanti come vitamine e fibre.

Circa il 50% di questi alimenti, inoltre, ottiene un punteggio CFN inferiore alla soglia bonus, dimostrando di essere fonti di energia proporzionate rispetto ai nutrienti forniti.

Nonostante i contenuti di zuccheri decisamente più elevati, anche la frutta ottiene ottimi punteggi degli indici nutrizionali³⁴.

^[34] Fragole, melone e kiwi ottengono punteggi superiori a 80 per l'NRF9.3 e inferiori a 5 per il CFN.

4.3.4 Indicatore WHI

Il consumo di frutta e verdura, da sempre promosso per le vitamine e fibre, risulta ulteriormente incentivato dagli ottimi risultati ambientali.

La maggior parte degli ortaggi, come ad esempio cavolfiore e broccoli, ottiene il punteggio massimo anche optando per modalità di cottura particolarmente energivore.

Altre verdure, anche consumate crude come il finocchio, le carote o la lattuga, ottengono un punteggio lievemente più basso a causa dei contenuti di vitamine e fibre più ridotti.

Tuttavia si osservano alcune eccezioni: gli asparagi e i cetrioli, ad esempio, sono fortemente penalizzati sia dagli elevati volumi di acqua necessari in fase produttiva, sia dagli impatti ambientali nettamente superiori ai nutrienti forniti da questi prodotti.

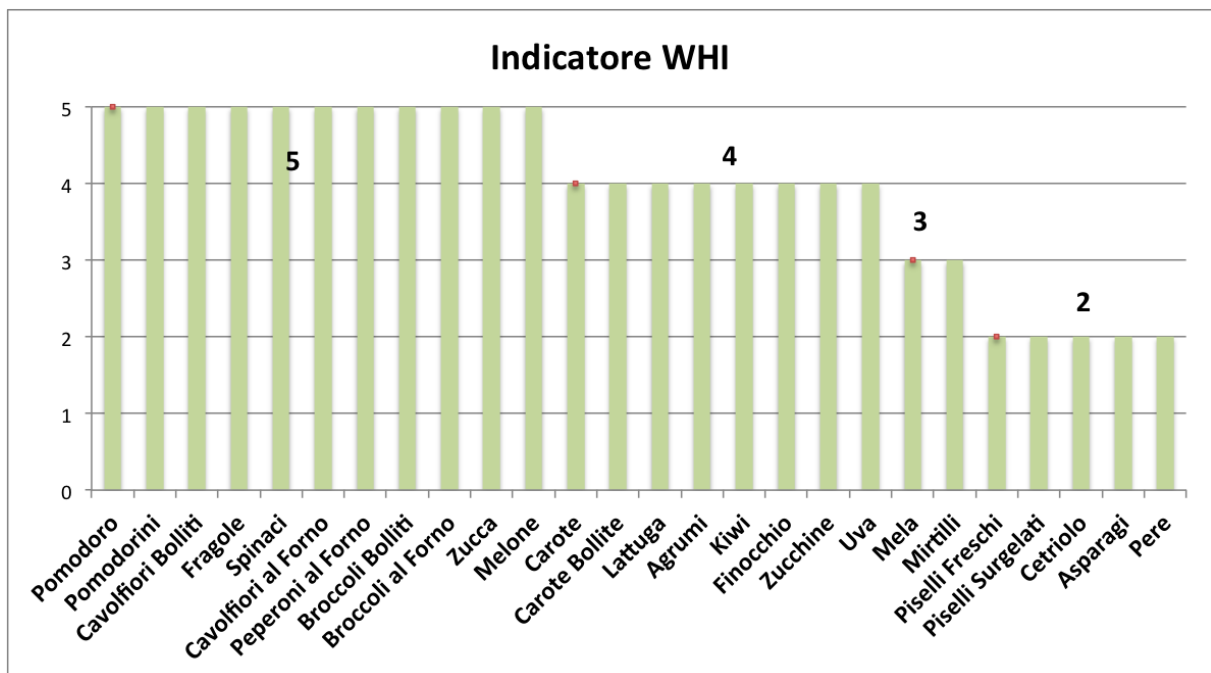


Figura 25 - Valori dell'indicatore WHI per frutta e verdura

4.4 Bevande

4.4.1 Indice IMPACT

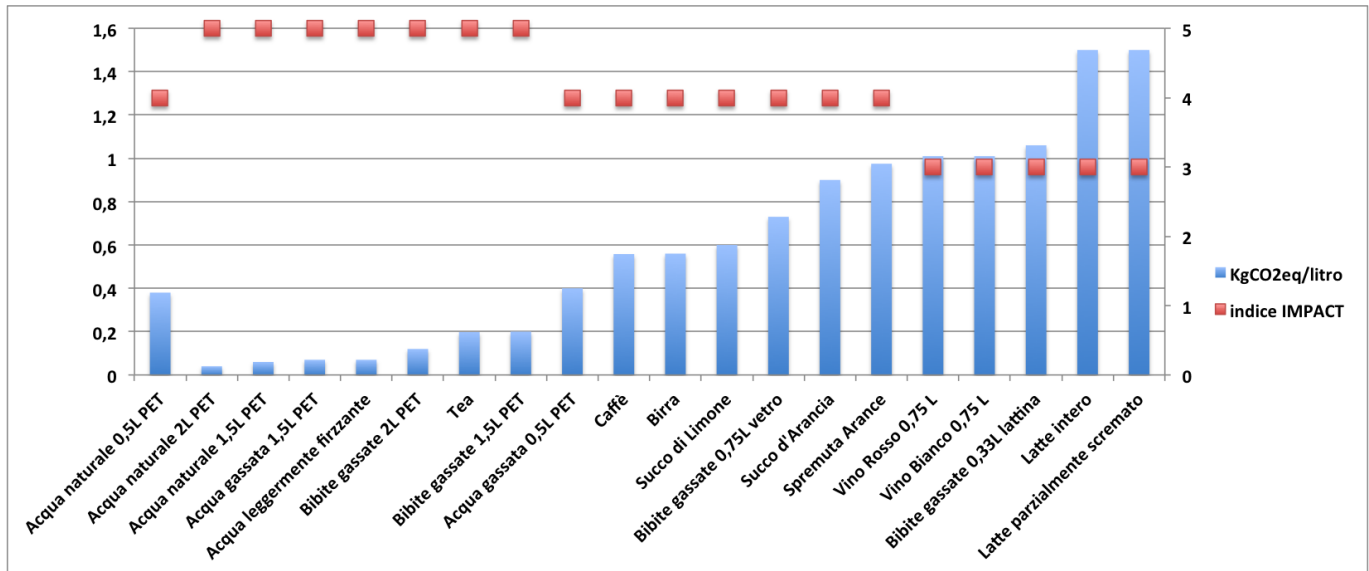


Figura 26 - Costo ambientale di un litro di bevanda (in blu) e relativo punteggio IMPACT (in rosso).

Dai risultati ottenuti si può dire che in linea generale le bevande hanno impatti ambientali in termini di CO₂ equivalente piuttosto contenuti.

Valutando gli impatti annessi alla produzione e consumo di bevande è però importante considerare il ruolo fondamentale del packaging.

Secondo uno studio sul consumo di bevande gassate (D. Amienyo, H. Gujba, *et al.*, 2012) il packaging è responsabile di circa il 50% degli impatti totali (per il PET da due litri) fino addirittura all'80% (per il PET da mezzo litro).

L'incidenza, quindi, cresce con il diminuire delle dimensioni della bottiglia che si desidera produrre: si passa da 0,024 KgCO₂eq/L per il PET da due litri di acqua (55% degli impatti totali) a impatti decuplicati, pari 0,24 KgCO₂eq/L per il PET da mezzo litro (65% degli impatti totali)³⁵.

Nel caso delle bibite gassate le tendenze sono praticamente invariate: in Figura 26 si può osservare che l'impatto di una lattina da 0,33 litri è circa otto volte quello del PET da 1,5 litri.

[35] Environmental Production Declaration of Acqua Minerale prodotta e imbottigliata da COOP.

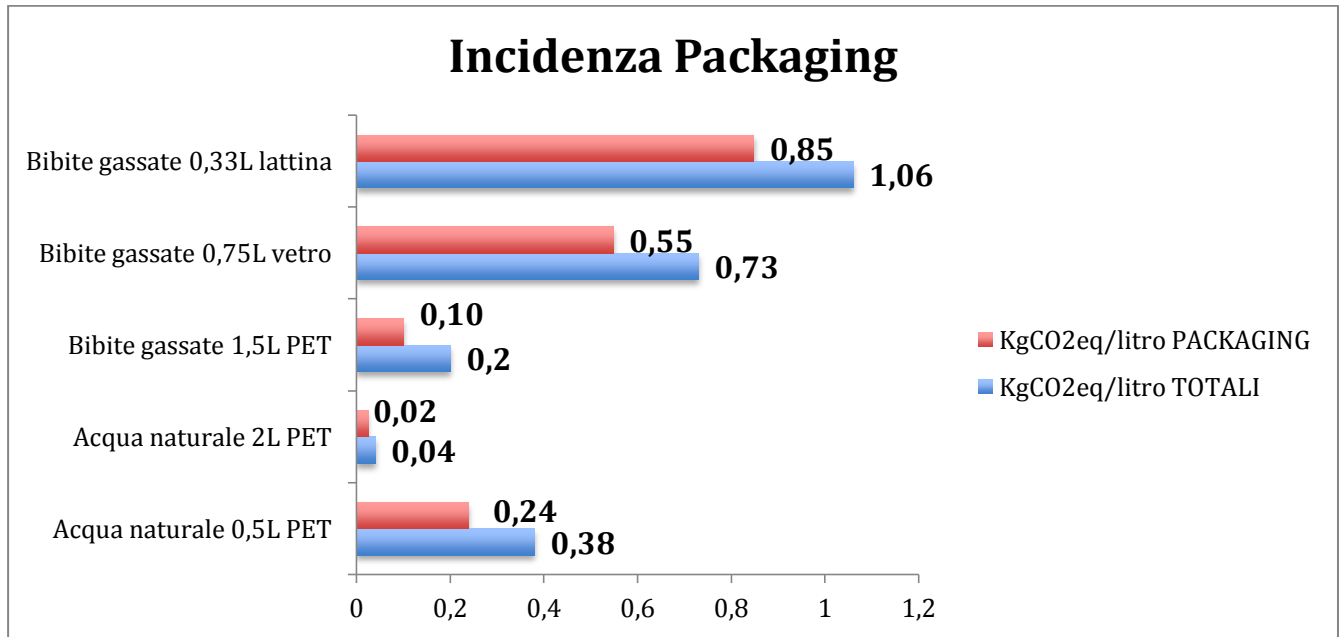


Figura 27 - Incidenza della fase di Packaging sugli impatti totali di Acqua e Bibite Gassate.

L'importanza del packaging è stata confermata anche da alcuni test che sono stati condotti sul PET e sul vetro (D. Amienyo, H. Gujba, *et al.*, 2012).

Adoperando PET riciclato al 40-60% si osserva una riduzione media di CO₂ equivalente del 35%, mentre il riuso delle bottiglie di vetro riduce le emissioni di circa due volte e mezza.

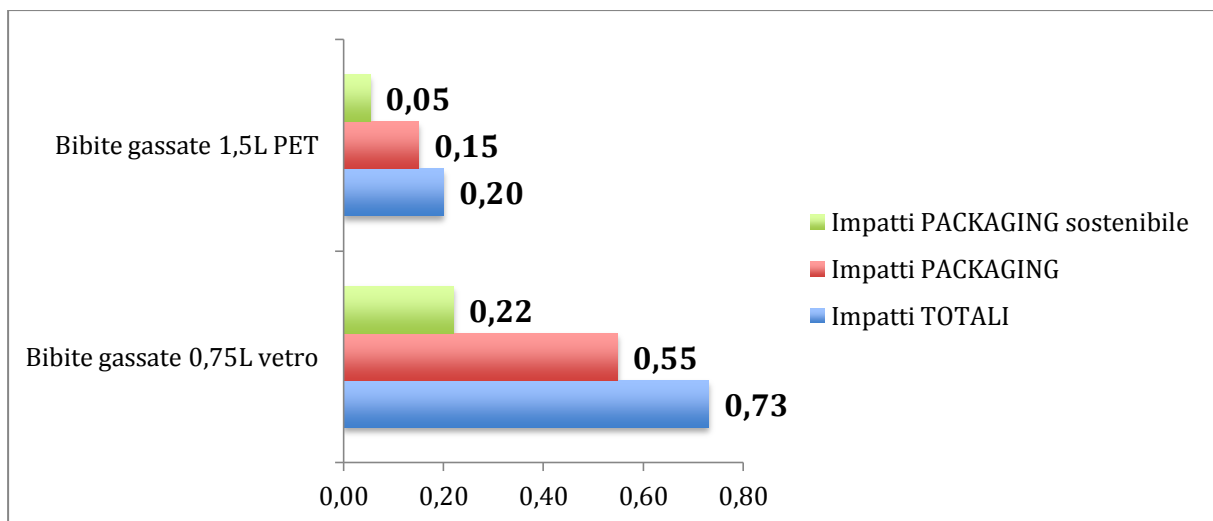


Figura 28 - Differenti contributi per il packaging tradizionale e quello sostenibile (PET riciclato e bottiglie di vetro risciacquate) in KgCO₂

4.4.2 Indice WATER

La performance ambientale delle bevande è frenata dai consumi di risorsa idrica particolarmente elevati: una bottiglia in PET di acqua da mezzo litro, ad esempio, necessita di altri otto litri³⁶.

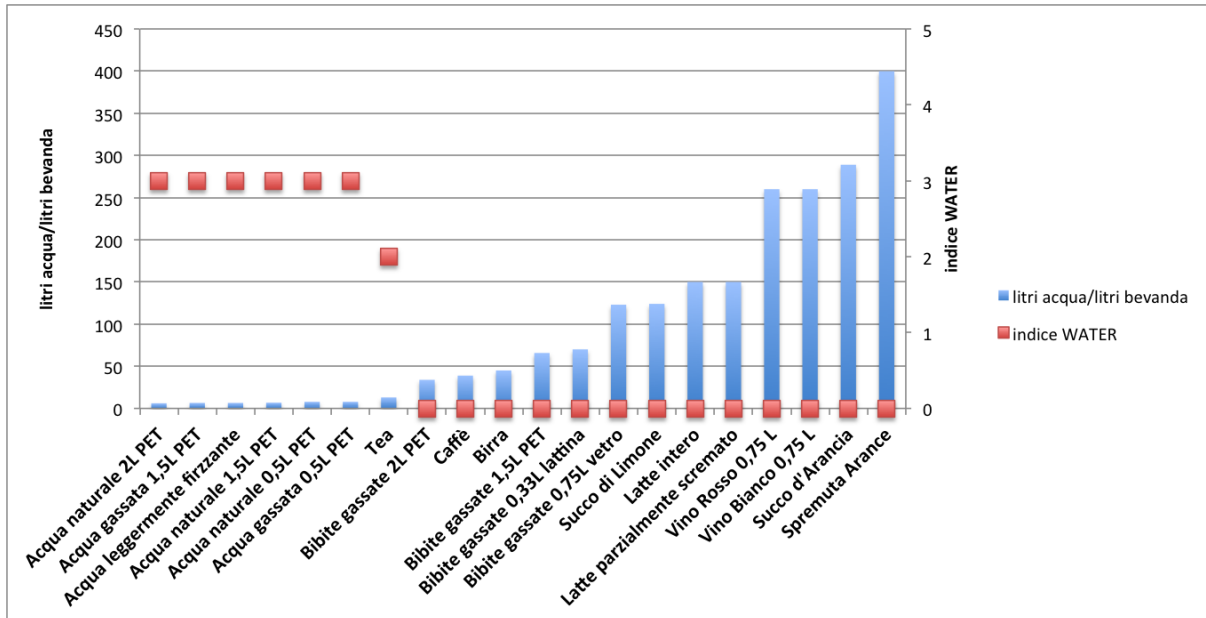


Figura 29 - Consumo idrico di un litro di bevanda (in blu) e relativo punteggio WATER (in rosso).

Quasi tutte le bevande analizzate ottengono il punteggio più basso in assoluto.

Le cause di questa evidente insostenibilità sono legate alla fase agricola che sta a monte e che è di fondamentale importanza per ottenere le materie prime necessarie alla produzione di molte bevande.

Tale fase è di fatto la principale responsabile degli alti consumi di risorsa idrica in quanto i volumi di materie necessarie sono molto elevati: per produrre un litro di vino rosso, ad esempio, servono circa un chilo e mezzo di uva con un consumo di acqua superiore ai 180 litri; un litro di spremuta d’arancia, invece, necessita di due chili e mezzo di arance con un consumo di acqua che tocca i 400 litri.

4.4.3 Indice HEALTH

Come è stato già anticipato, l’indice nutrizionale per le bevande è strutturato diversamente da quello pensato per gli alimenti.

Poiché la loro funzione è dissetare, più una bevanda si “discosta” dalle caratteristiche dell’acqua e più il suo punteggio nutrizionale sarà basso.

[36] Environmental Production Declaration of Acqua Minerale prodotta e imbottigliata da COOP.

Da un punto di vista nutrizionale, quindi, il consumo di bevande gassate, ricche di zuccheri e/o caffeina e di alcolici è da contenere a favore di bevande più sane come acqua e infusi.

Tabella 14 – Valori dell'indice HEALTH per le bevande

BEVANDA	INDICE HEALTH
Acqua, Spremute, Tè e Latte	5
Succhi di frutta, Vino, Caffè e Birra	3.5
Bibite gassate e zuccherate	2.0
Super alcolici	0.5

4.4.4 Indicatore WHI

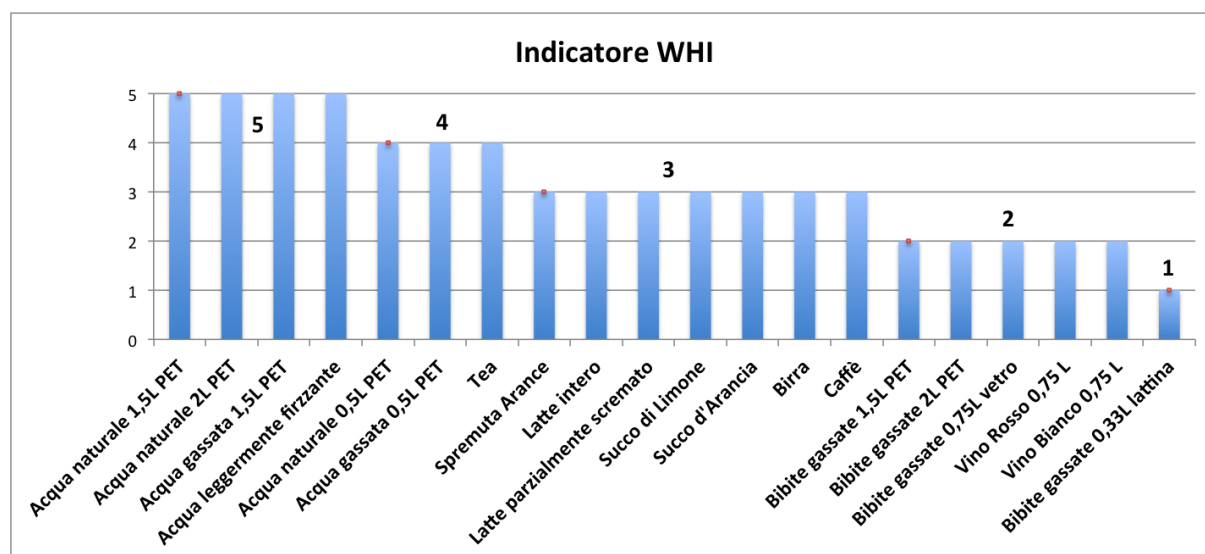


Figura 30 - Valori dell'indicatore WHI per le bevande

L'acqua è sicuramente la scelta migliore in assoluto: nonostante gli alti consumi di risorsa idrica, dal punto di vista nutrizionale e ambientale rappresenta la scelta più sostenibile.

La sostenibilità dell'acqua, però, si riduce nel momento in cui si opta per formati più piccoli (mezzo litro in PET) dove gli impatti ambientali sono notevolmente più elevati. Spremute, succhi di frutta e latte, nonostante l'ottimo punteggio nutrizionale, risentono della fase agricola che causa notevoli impatti ambientali e, soprattutto, consumi di acqua.

Man mano che la valenza nutrizionale diminuisce, anche il punteggio complessivo ne risente negativamente fino ad incontrare le bibite gassate in piccoli formati (0,33 litri in lattina) che rappresentano la scelta più insostenibile tra tutte quelle prese in considerazione.

5 Caso di Studio: modelli alimentari a confronto

L'analisi condotta ha permesso di investigare l'insieme degli alimenti e delle bevande attraverso confronti diretti tra singoli prodotti per stabilire quali siano le fonti più ecosostenibili e al contempo valide dal punto di vista nutrizionale.

Nella realtà, però, gli alimenti vengono consumati in quantità e modalità molto differenti: abitudini e stili di vita determinano, infatti, diete molto diversificate ed è quindi interessante stabilire qualitativamente e quantitativamente quali combinazioni e modelli alimentari siano da privilegiare rispetto ad altri.

5.1 Alimenti

Un'ulteriore analisi è stata basata sul confronto di quattro menu settimanali descritti in uno studio del Barilla Center for Food and Nutrition (BCFN)³⁷.

I modelli considerati sono tutti equilibrati dal punto di vista nutrizionale, ma hanno come unica profonda differenza la fonte proteica che può essere animale o vegetale:

- Menu sostenibile: le fonti proteiche sono sia animali sia vegetali, prediligendo quelle che hanno ottenuto i punteggi WHI più alti (Tabella 17).
- Menu vegetariano: le fonti proteiche sono esclusivamente di origine vegetale, unica eccezione il latte e i suoi derivati (Tabella 18).
- Menu carne: prevede un consumo più cospicuo di proteine di origine animale come la carne (sia rossa che bianca) e i derivati del latte (Tabella 19).
- Menu carne e pesce: la fonte proteica principale è di origine animale dove, però, si sostituisce il consumo di quelle meno sostenibili, come il manzo, con il pesce (Tabella 20).

Per costruire questi modelli alimentari si è deciso di fissare delle precise dosi settimanali proposte dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, in collaborazione con l'INRAN.

[37] Doppia Piramide 2012, BCFN, 2012. www.bcf.n.it

Tabella 15 - Dosi settimanali raccomandate secondo le linee guide dell'INRAN

ALIMENTI	DOSE SETTIMANALE (kg)
Pane	1.75
Pasta e riso	0.56
Prodotti da forno	0.14
Patate	0.4
Frutta	3.15
Verdura	3.5
Carne rossa	0.4
Carne bianca	0.5
Uova	0.18
Insaccati	0.1
Legumi	0.4
Pesce	0.45
Formaggi freschi	0.3
Formaggi stagionati	0.15

Tabella 16 - Esempio di menu sostenibile giornaliero

PASTO	ALIMENTO	QUANTITA' (grammi)
Colazione	Frutto (mela)	150
	Pane integrale	50
	Marmellata	20
	Latte p. scremato	100
Spuntino	Yogurt magro	170
Pranzo	Risotto con mele e parmigiano	120
	Tacchino ai ferri	100
	Ortaggi crudi (finocchio)	100
	Pane integrale	100
Spuntino	Frutto (banana)	150
Cena	Penne integrali con pomodoro e tonno	120
	Ortaggi crudi (carote e pomodori)	60
	Pane integrale	100

Tabella 17 - Esempio di menu vegetariano giornaliero

PASTO	ALIMENTO	QUANTITA' (grammi)
Colazione	Pane integrale	50
	Yogurt magro	170
	Marmellata	20
Spuntino	Yogurt magro	170
	Pane integrale	50
Pranzo	Farro con pomodori e olive	150
	Ricotta	100
	Ortaggi crudi (finocchio)	60
	Pane integrale	100
Spuntino	Frutto (kiwi)	100
Cena	Penne integrali con pomodoro e basilico	120
	Ortaggi crudi (carote)	60
	Pane integrale	100
	Melone a fette	100

Tabella 18 - Esempio di menu bastato su proteine da carne giornaliero

PASTO	ALIMENTO	QUANTITA' (grammi)
Colazione	Spremuta d'Arancia	130
	Brioche	50
Spuntino	Yogurt magro	170
	Pane integrale	50
Pranzo	Pasta con i broccoli	150
	Hamburger di manzo	100
	Spinaci	80
	Pane integrale	100
Spuntino	Frutto (kiwi)	100
Cena	Farro con pomodori e olive	150
	Ortaggi crudi (finocchi)	60
	Pane integrale	100
	Prosciutto Cotto	60

PASTO	ALIMENTO	QUANTITA' (grammi)
Colazione	Yogurt magro	170
	Pane integrale	50
	Marmellata	20
Spuntino	Yogurt magro	170
	Pane integrale	50
Pranzo	Spaghetti al pomodoro e pancetta	150
	Prosciutto cotto	60
	Ortaggi crudi (carote)	60
	Pane integrale	100
Spuntino	Frutto (kiwi)	100
	Yogurt magro	170
Cena	Risotto di mare (cozze e vongole)	140
	Ortaggi crudi (finocchi)	60
	Patate bollite	100
	Polpo	100

5.2 Bevande

Per quanto riguarda le bevande, il consumo della sola acqua sarebbe preferibile a qualsiasi altra combinazione, tuttavia sarebbe irrealistico ipotizzarlo come unico modello. Anche per le bevande, quindi, sono stati considerati tre modelli alternativi basati sulla combinazione di diverse bevande:

- Analcolico: si considerano come bevande principali l'acqua, gli infusi, le bibite gassate e i succhi/spremute di frutta.
- Sostenibile: si prediligono le bevande più sostenibili come l'acqua e gli infusi
- Alcolico e Analcolico: si considerano tutte le bevande prese in esame

Per tener conto dei diversi stili di vita si è preferito optare per diversi formati della stessa bevanda: l'acqua ad esempio viene consumata a casa tipicamente in formati

da 1,5 litri, mentre durante la giornata (in ufficio o università) in formati da mezzo litro (stesso discorso vale per le bibite gassate e quelle alcoliche).

Le dosi adottate in questo caso sono descritte dalla Piramide dell’Idratazione (Popkin *et al.*, 2006).

Tabella 19 - Dosi settimanali raccomandate per le bevande secondo le linee guida proposte da Popkin *et al.*, 2006

BEVANDE	DOSE SETTIMANALE (litro)
Acqua	7
Infusi	4.2
Latte e spremute	2.8
Succhi di frutta	2.31
Caffè	0.7
Bibite gassate	1.4
Alcol	0.33
Vino	1.4

5.2.1 Modello Analcolico

Nella prima combinazione vengono prese in considerazioni tutte le bevande eccezion fatta per quelle alcoliche.

Inoltre non esiste un criterio di scelta basato sull’imbottigliamento: le scelte proposte non tengono conto di formati più o meno sostenibili, ma solo dei più comuni e reperibili.

L’acqua, con poco più di un litro al giorno, è la bevanda principale; sono previsti anche il consumo di infusi (circa una tazza al giorno) e di bevande gassate (poco più di un bicchiere al giorno).

Tabella 20 - Esempio di modello analcolico giornaliero

BEVANDA	FORMATO	QUANTITA' (litri/giorno)
Acqua	PET 1,5 litri	0,6
	PET 0,5 litri	0,5
Tè	Tazza 0,25 litri	0,25
Caffè	Tazzina 0,025 litri	0,025
Bibite gassate	PET 1,5 litri	0,1
	Lattina 0,33 litri	0,14

5.2.2 Modello Sostenibile

Questo particolare modello predilige le bevande più ecosostenibili ed esclude quelle che hanno ottenuto i punteggi ambientali e nutrizionali più bassi.

La sostenibilità è ulteriormente garantita dalla scelta dei formati che si sono dimostrati essere meno impattanti (tipicamente il PET da 1,5 e 2 litri).

L'acqua è ancora una volta la bevanda principale (quasi un litro e mezzo al giorno) mentre diminuisce il consumo di bevande gassate (e cambia il formato acquistato) a circa due bicchieri a settimana.

Tabella 21 - Esempio di modello sostenibile giornaliero

BEVANDA	FORMATO	QUANTITA' (litri/giorno)
Acqua	PET 2 litri	0,8
	PET 0,5 litri	0,5
Tè	Tazza 0,25 litri	0,25
Bibite gassate	PET 2 litri	0,05

5.2.3 Modello Alcolico e Analcolico

L'ultimo modello considerato prevede il qualsiasi bevanda, alcolica e analcolica.

Come per il primo modello, anche in questo caso il principale criterio di scelta dei formati è quello della maggior reperibilità nei punti vendita.

Il consumo di bibite gassate è fissato a circa un bicchiere ogni due giorni, mentre per le bevande alcoliche, tipicamente vino e birra, si ipotizza un consumo di un bicchiere al giorno.

Tabella 22 - Esempio di modello alcolico e analcolico giornaliero

BEVANDA	FORMATO	QUANTITA' (litri/giorno)
Acqua	PET 1,5 litri	0,6
	PET 0,5 litri	0,5
Caffè	Tazzina 0,025 litri	0,025
Vino	Vetro 0,75 litri	0,1
Birra	Lattina 0,33 litri	0,05
Bibite gassate	PET 1,5 litri	0,1

5.3 Risultati

5.3.1 Alimenti

Conoscendo le dosi è possibile quantificare in termini ambientali gli impatti e i consumi giornalieri e settimanali collegati ai quattro differenti modelli alimentari.

In Figura 31 sono riportati i risultati medi dell'analisi condotta su sette giorni.

A parità di calorie, circa 1800 al giorno, e di nutrienti assunti, il Menu Sostenibile si conferma essere la scelta più valida (punteggio WHI 4.4), mentre la dieta basata sul Menu Carne risulta essere l'opzione meno preferibile (punteggio WHI 3.3).

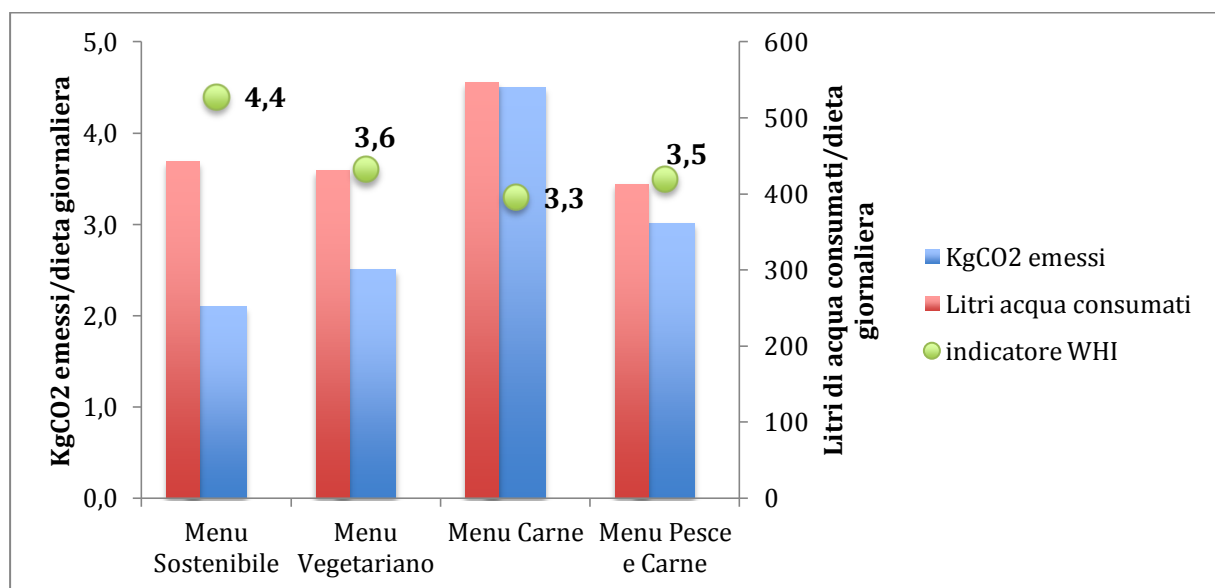


Figura 31 –Risultati ambientali e nutrizionali per i quattro modelli alimentari considerati.

Gli impatti ambientali medi stimati in $\text{KgCO}_2\text{eq/giorno}$, per il Menu Sostenibile sono i più bassi tra le quattro opzioni prese in considerazione (impatti medi circa 2.1 $\text{KgCO}_2\text{eq/giorno}$, con un massimo di 2.5 e un minimo di 1.7).

Il motivo è da ricercarsi ovviamente negli alimenti scelti per costruire questo modello: optando per i prodotti con i punteggi WHI più alti e privilegiando metodi di cottura poco impattanti, infatti, si ha garanzia di produrre impatti sostenibili e accettabili.

Il Menu Vegetariano presenta valori d'impatto lievemente superiori poiché l'unica fonte di proteine ammessa è quella vegetale che, come è stato già evidenziato, causa elevati impatti soprattutto in fase di cottura (impatti medi circa 2.6 $\text{KgCO}_2\text{eq/giorno}$, con un massimo di 2.8 e un minimo di 2.4).

Optando per una dieta basata su una cospicua fonte proteica animale, si osserva un netto incremento degli impatti in quanto, tipicamente, i processi prodotti sono più complessi e bisognosi di risorse (Audsley et al., 1997; Stehfest et al., 2009).

In riferimento a tutti i modelli considerati, il Menu Carne causa gli impatti più alti in quanto basato su un largo consumo di proteine della carne, sia bianca sia rossa.

Soprattutto quest'ultima fonte, come è stato già evidenziato, rilascia in ambiente tra i 9 e 125 KgCO_2eq per kg di carne prodotta, a seconda del processo produttivo impiegato (Nijdam Durk, T. Rood, e H. Westhoek, 2012).

Considerando una dieta basata sul Menu Carne si osservano impatti medi giornalieri pari a 4.5 $\text{KgCO}_2\text{eq/giorno}$, con un massimo e un minimo rispettivamente pari a 6.0 e 3.0 $\text{KgCO}_2\text{eq/giorno}$.

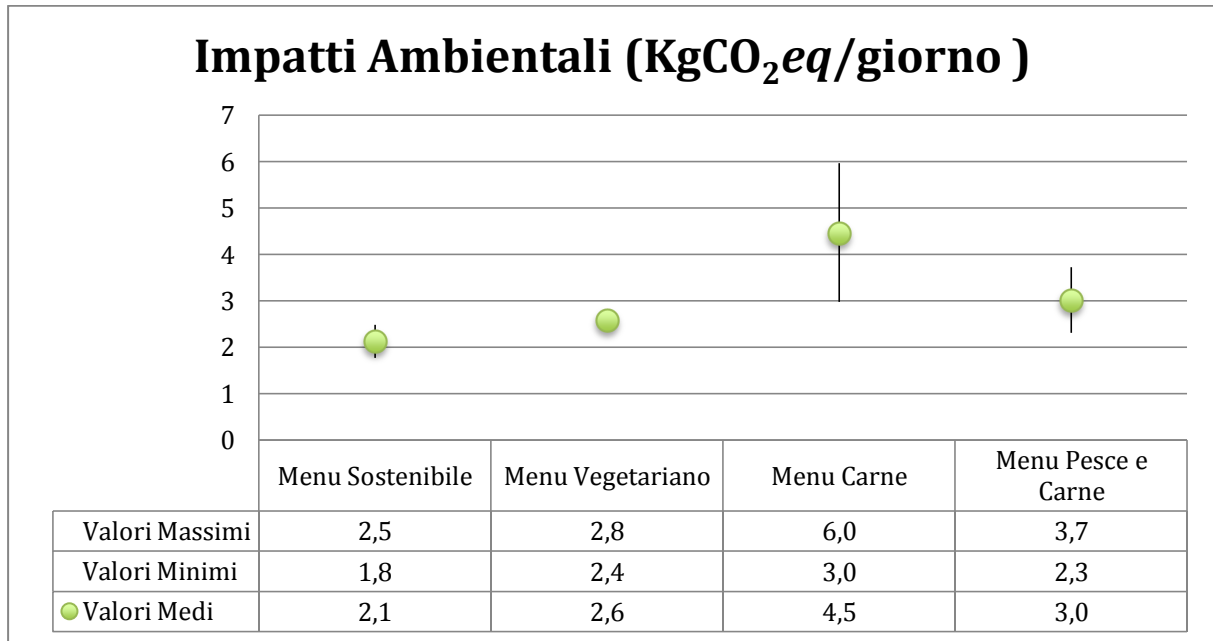


Figura 32 –Impatti ambientali massimi, minimi e medi, espressi in KgCO₂eq/giorno, per i quattro modelli alimentari.

Osservando i valori riportati in Figura 32, si osserva che il Menu Carne, a differenza di quello Sostenibile e Vegetariano, presenta una forte variabilità degli impatti totali.

Il motivo è legato essenzialmente alla scelta giornaliera della fonte di proteine di origine animale: optando per la carne bianca si ottengono impatti totali prossimi a quelli degli altri modelli, mentre, optando per insaccati o carne rossa, si registrano impatti decisamente più marcati.

Sostituendo le fonti proteiche più impattanti con i prodotti della pesca si osserva una marcata riduzione delle emissioni prodotte: il Menu Carne e Pesce registra, infatti, impatti medi pari a 3 KgCO₂eq/giorno, con un massimo e un minimo rispettivamente di 3.7 e 2.3 KgCO₂eq/giorno.

Anche in questo caso si osserva una variabilità nei risultati finali, anche se inferiore rispetto al menu di sola carne.

Spostando l'attenzione sui consumi idrici (Figura 33), non vi è una scelta nettamente migliore rispetto alle altre: tutti i menu, escluso quello basato sulla carne, presentano risultati medi compresi tra i 410 e 445 litri al giorno.

Se non vi è un modello migliore in termini assoluti, vi è però uno peggiore: il menu carne necessita, infatti, di volumi di risorsa più elevati per garantire il sostentamento del bestiame per diversi anni, con un consumo medio giornaliero che sfiora i 550 litri.

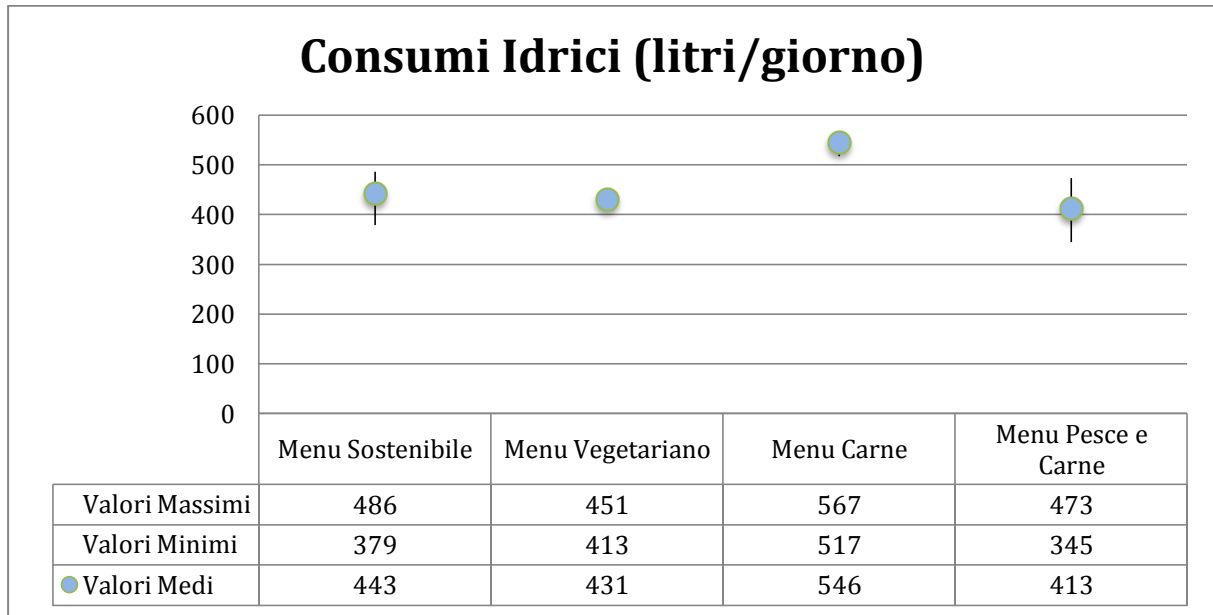


Figura 33 – Consumi idrici massimi, minimi e medi, espressi in litri/giorno, per i quattro modelli alimentari

In generale si può dire che ogni volta che si introduce all'interno di un modello alimentare la carne, soprattutto rossa, si osserva un incremento netto dei consumi di risorsa idrica.

In ultimo è doveroso focalizzare l'attenzione sulla performance nutrizionale dei modelli proposti.

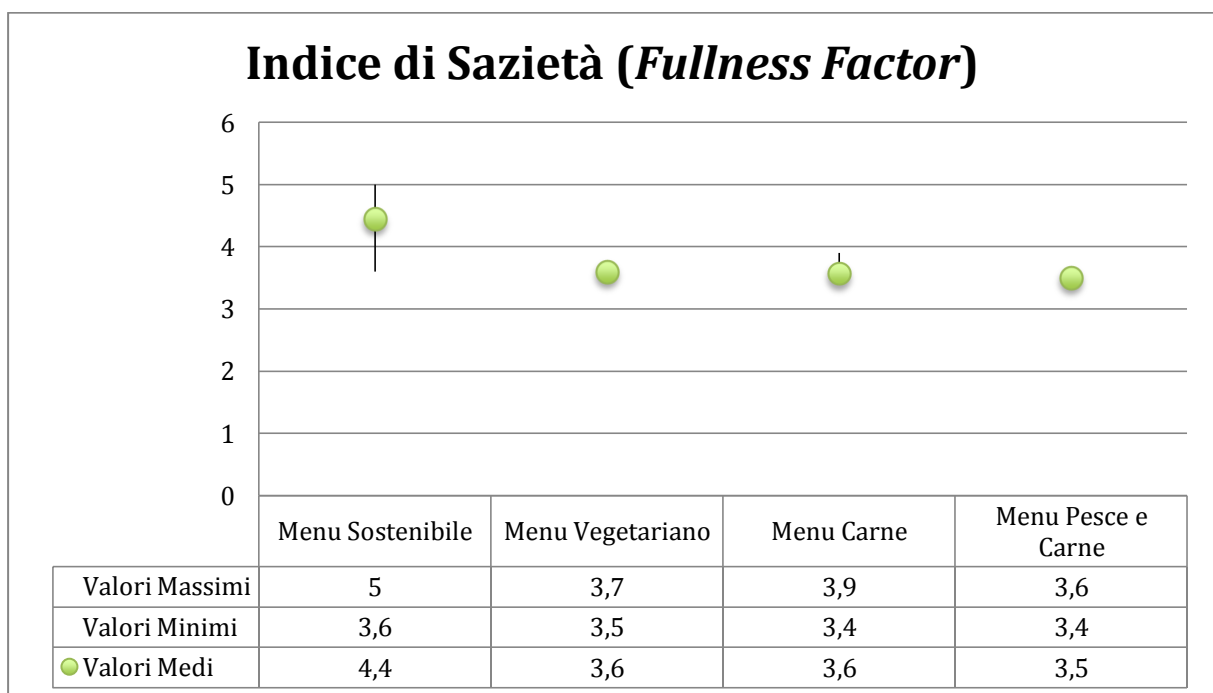


Figura 34 – Indice di sazietà massimo, minimo e medio dei quattro modelli alimentari

Per prima cosa occorre precisare che nessun menu proposto ha ottenuto valori dell'indice Fullness Factor inferiore alla soglia di sazietà, il che significa che dal punto del potere saziante sono alternative equivalenti: anche il Menu Carne, fortemente penalizzato dal punto di vista ambientale, risulta in questo caso valido grazie al fatto che le dosi giornaliere di carne rossa e di derivati del latte sono contenute.

Tuttavia alcuni modelli risultano preferibili ad altri: il Menu Sostenibile ottiene i punteggi migliori anche se con la maggior incertezza dei risultati (valor minimo 3.6 e massimo 5).

Il motivo di tale variabilità è da ricercarsi ancora una volta nella composizione del suddetto modello alimentare: si è osservata una forte sensibilità dei risultati nei confronti di precise scelte alimentari come il consumo di cereali integrali invece che raffinati, oppure di certi derivati del latte come lo yogurt magro invece di quello arricchito con frutta e zucchero.

5.3.2 Bevande

L'analisi condotta sulle bevande e, in modo particolare, sui modelli proposti (Analcolico, Sostenibile e Misto Analcolico/Alcolico) ha permesso di mettere in luce importanti conclusioni soprattutto per quanto riguarda l'aspetto ambientale.

Sulla base dei dati raccolti è emerso che gli impatti, espressi sempre come KgCO₂eq/giorno, sono mediamente sette volte inferiori a quelli prodotti dai menu alimentari.

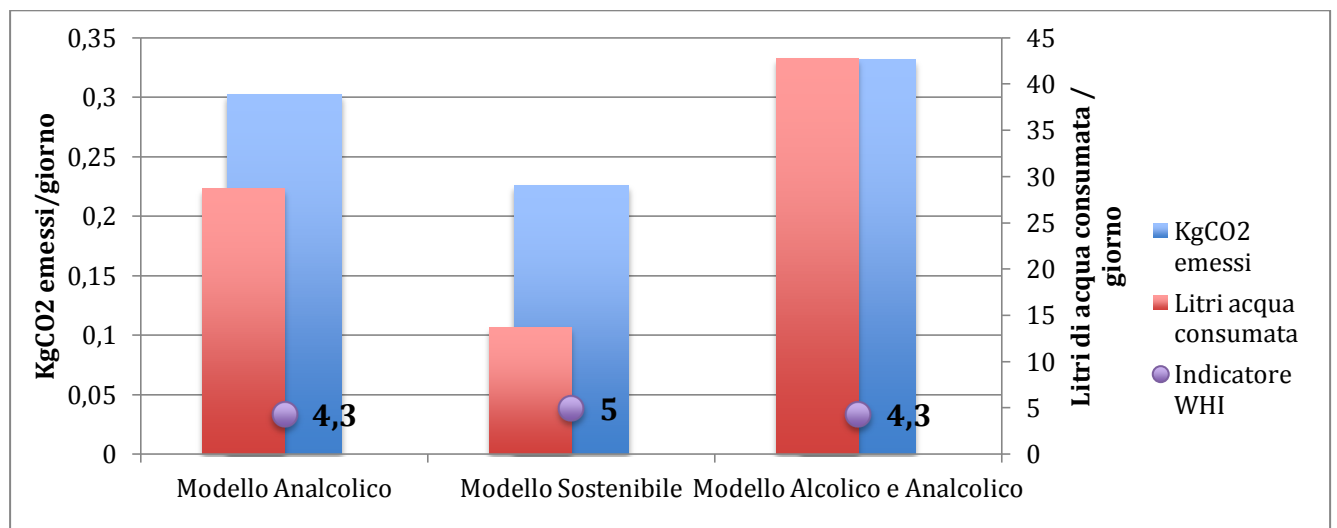


Figura 35 —Risultati ambientali e nutrizionali per i tre modelli di bevande.

Il modello apparentemente più impattante, quello Misto (Alcolico e Analcolico), causa circa 0,33 KgCO₂eq/giorno, ovvero poco più di 2 KgCO₂eq lungo l'intera settimana (addirittura inferiore ad alcuni menu giornalieri).

Il dato più interessante è legato ai consumi idrici, vi è infatti una fortissima domanda di risorsa per produrre e confezionare bibite, analcoliche e alcoliche.

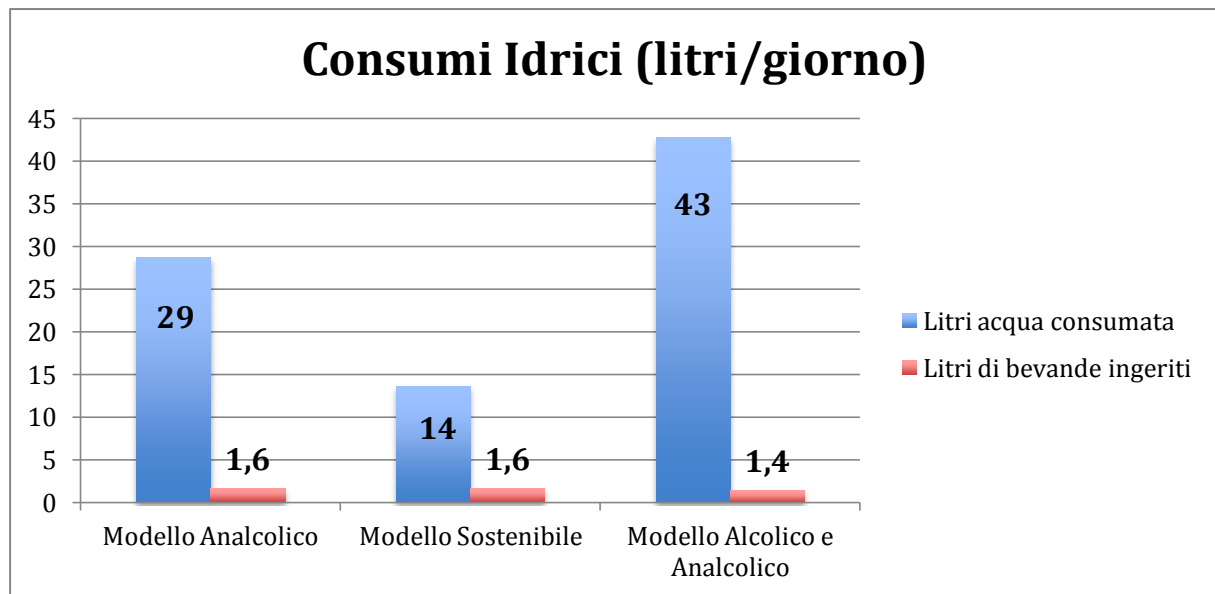


Figura 36 - Consumi idrici (blu) e litri ingeriti (rosso) espressi in litri/giorno per i tre modelli considerati

Dalle analisi condotte sui consumi idrici si è evidenziato un forte squilibrio tra i litri di bevande assunti, circa un litro e mezzo al giorno, e quelli consumati per produrre le bevande.

Analogamente al Menu Sostenibile per gli alimenti, il modello Sostenibile per le bevande è stato costruito sfruttando solo bibite con un buon punteggio dell'indicatore WHI, eppure ha bisogno di quasi 15 litri di acqua per fornire 1,6 litri di bevande, il che, in altri termini, significa consumare circa 8,5 di acqua per ogni litro di bibite confezionate (acqua inclusa).

Spostando l'attenzione sugli altri due modelli, sicuramente meno attenti al concetto di sostenibilità e al contempo più popolari, si osserva un forte aumento di domanda idrica.

A fronte di circa un litro e mezzo di bibite, il modello analcolico e quello misto richiedono rispettivamente 29 e 43 litri di acqua, corrispondenti a circa 17 e 30 litri di risorsa per ogni litro di bevande confezionate.

5.4 Conclusioni

L'obiettivo del presente studio è quello di ideare e proporre un nuovo strumento che possa tradurre con un linguaggio semplice e intuitivo delle considerazioni di natura tecnica come la sostenibilità ambientale e il valore nutritivo degli alimenti.

Per far ciò si è ricorso alla costruzione di tre indici con il potere di valutare e quantificare, mediante una scala da zero (punteggio peggiore) a cinque (punteggio ottimo), gli impatti prodotti (in termini di $\text{KgCO}_2\text{eq/nutriente}$), i consumi di risorsa idrica (in termini di litri/nutriente) e l'apporto di nutrienti sani e di calorie.

La valutazione degli impatti si basa sulla metodologia LCA: attraverso un'analisi di tutti gli input/output di ogni anello della catena produttiva si può ricavare l'impatto totale annesso alla produzione di un certo quantitativo di prodotto, tipicamente un kg o litro (unità funzionale).

I consumi idrici sono stimati attraverso la Water Footprint che valuta i volumi di risorsa necessari alla produzione di ciascun alimento e bevanda: i valori sono direttamente collezionati dal database pubblicato dal *Water Footprint Network*.

L'aspetto nutriente dei cibi è stato valutato attraverso l'ausilio di tre indici nutrizionali (Fullness Factor, NRF9.3 e CFN) dal consolidato valore scientifico, mentre per le bevande si è ricorso al potere idratante e al contenuto di sostanze, il cui consumo andrebbe limitato, come alcol, zuccheri e caffeina.

Attraverso l'analisi degli impatti e dei consumi di acqua di ciascun prodotto sono state costruite cinque classi di appartenenza con una precisa performance e relativa descrizione qualitativa.

La somma mediata dei punteggi di questi tre indici costituisce la base dell'indicatore WHI.

L'indicatore WHI permette, dunque, di quantificare il "costo" ambientale e nutrizionale di un singolo grammo di nutriente per ciascun alimento/bevanda e, quindi, quali prodotti siano maggiormente ecosostenibili.

Nonostante la forte eterogeneità riscontrata nei processi produttivi e nei risultati è possibile trarre alcune considerazioni generali.

Innanzitutto non vi è dubbio che per molti alimenti (ad esempio frutta e verdura) gli impatti ambientali da agricoltura *organica* siano inferiori a quelli delle pratiche *convenzionali*.

Tuttavia non vi è ancora sufficiente evidenza per poter stabilire in modo assoluto che l'agricoltura organica genera impatti inferiori a quella convenzionale.

Discorso analogo vale per i trasporti e le esportazioni: esistono casi in cui gli impatti sono gravosi, specialmente adoperando mezzi come camion o aereo, ma dalle analisi condotte e dagli studi presi in considerazione (DEFRA) non esistono prove sufficientemente robuste per stabilire in modo assoluto la loro incidenza sugli impatti. Per certe categorie di prodotti, come le bevande, il packaging genera impatti che ne condiziona gravemente la performance ambientale.

Per le bevande, la soluzione "ottima" è rappresentata da un consumo esclusivo di acqua del rubinetto in quanto abbatterebbe completamente tali impatti, ma, realisticamente parlando, il consumo di bevande confezionate non può essere escluso.

Tuttavia dai risultati ottenuti si può affermare che i grossi formati (1,5 e 2 litri) sono sempre preferibili a quelli piccoli (mezzo litro).

La fase di cottura, spesso omessa in molti studi, si è rivelata essere particolarmente incisiva per i prodotti di origine vegetale: oltre a bruciare una quota dei nutrienti, specialmente le vitamine, causa gravosi impatti a causa dei lunghi tempi di cottura necessari.

Sulla base dei risultati ottenuti si è deciso dunque di valutare la performance ambientale e nutrizionale attraverso l'indicatore WHI di quattro differenti menu settimanali e tre abitudini di consumo di bevande.

Dai risultati ottenuti si evince che una dieta basata su prodotti con alto punteggio WHI è l'opzione più ecosostenibile e valida per il benessere dell'uomo: preferire prodotti integrali a quelli raffinati (ad esempio la pasta integrale) e metodi di cottura poco impattanti (cottura su fiamma), limitare l'acquisto di prodotti importati (ad esempio la frutta esotica) ed escludere il consumo di carne rossa, insaccati e formaggi stagionati, garantisce un alto punteggio di ciascun prodotto e quindi della dieta stessa.

Seguire costantemente una dieta così descritta risulta, però, inverosimile e per questo motivo sono stati riportati i risultati principali anche degli altri modelli, più comuni e verosimili.

Ad esempio, un'alimentazione puramente vegetariana è altresì valida: dal punto di vista nutrizionale vi è un corretto apporto di nutrienti sani, mentre dal punto di vista ambientali si osserva un aumento della produzione di gas serra che causa una lieve riduzione del punteggio WHI.

Ogni volta che si preferisce assumere proteine di origine animale, si osserva un netto incremento sia degli impatti ambientali sia, soprattutto, dei consumi di acqua.

Optare per un menu basato su un cospicuo consumo di carne, soprattutto rossa o lavorata, è dunque la soluzione peggiore sia per il nostro benessere che per quello del nostro Pianeta.

Sostituire la carne rossa con del pesce aiuta a contenere sensibilmente consumi e il rilascio di gas serra garantendo al contempo una più corretta assunzione di nutrienti.

Per quanto riguarda le bevande occorre premettere che qualsiasi abitudine comporterà consumi e impatti maggiori rispetto al caso (ideale) del solo consumo di acqua da rubinetto.

Eccezion fatta per quest'ultima, qualsiasi bevanda necessita di essere imbottigliata, causando un aumento gravoso degli impatti e, soprattutto, dei consumi di acqua.

Il modello Sostenibile risulta ancora una volta il più ecosostenibile grazie al consumo di grossi formati e all'esclusione di bibite gassate e alcoliche.

Il modello Misto e Analcolico, più realistici, hanno una performance ambientale ovviamente inferiore soprattutto per quanto riguarda i consumi di acqua.

bassi devono essere scoraggiate.

Gli stili di vita e le scelte alimentari tendono a incidere in misura crescente sull'equilibrio biologico già precario del pianeta oltre che sulla salute delle persone.

In ambito alimentare, si osserva, infatti, l'affermarsi di modelli di consumo incoerenti con gli obiettivi di tutela dell'ambiente e di benessere individuale.

Si fa riferimento ad esempio all'aumento di consumo di proteine di origine animale e del repentino mutamento della abitudini alimentari e agli squilibri da questo generati.

Oppure alla notevole entità degli sprechi alimentari nei Paesi occidentali da parte dei consumatori finali. O ancora dalla destagionalizzazione dei consumi di beni ortofrutticoli a scapito dei consumi di prossimità, con il conseguente incremento del rilascio di gas ad effetto serra.

L'augurio che si auspica è che grazie all'indicatore WHI il consumatore attento alle criticità ambientali scelga i prodotti migliori per sé e per l'ambiente.

Al contempo le aziende potranno individuare un reale vantaggio competitivo: incrementando l'efficienza produttiva, proponendo prodotti sani, riducendo gli sprechi e consumi di risorse, i loro prodotti otterranno alti punteggi WHI ottenendo maggior consenso da parte dei consumatori.

6 Bibliografia

Abeliotis, Konstadinos, Vassilis Detsis, e Christina Pappia. «Life cycle assessment of bean production in the Prespa National Park, Greece». *Journal of Cleaner Production* 41 (febbraio 2013): 89–96. doi:10.1016/j.jclepro.2012.09.032.

Amienyo, David, Haruna Gujba, Heinz Stichnothe, e Adisa Azapagic. «Life Cycle Environmental Impacts of Carbonated Soft Drinks». *The International Journal of Life Cycle Assessment* 18, n. 1 (1 gennaio 2013): 77–92. doi:10.1007/s11367-012-0459-y.

Andersson, Karin, e Thomas Ohlsson. «Life Cycle Assessment of Bread Produced on Different Scales». *The International Journal of Life Cycle Assessment* 4, n. 1 (1 gennaio 1999): 25–40. doi:10.1007/BF02979392.

Andrews, E., P. Lesage, C. Benoît, J. Parent, G. Norris, e J.-P. Revéret. «Life Cycle Attribute Assessment: Case Study of Quebec Greenhouse Tomatoes». *Journal of Industrial Ecology* 13, n. 4 (2009): 565–578. doi:10.1111/j.1530-9290.2009.00142.x.

Aubin, J., E. Papatryphon, H.M.G. van der Werf, e S. Chatzifotis. «Assessment of the environmental impact of carnivorous finfish production systems using life cycle assessment». *Journal of Cleaner Production* 17, n. 3 (febbraio 2009): 354–361. doi:10.1016/j.jclepro.2008.08.008.

Audsley, E., Alber, S., Clift, R., Cowell, S., Crettaz, P., Gaillard, G., Hausheer, J., Jolliet, O., Kleijn, R., Mortensen, B., Pearce, D., Roger, E., Teulon, H., Weidema, B.P., Zeijts, H., 1997. Harmonization of environmental life cycle assessment for agriculture. Final Report, Concerted Action AIR-CT94-2028, European Commission DG VI Agriculture.

Barilla Center for Food and Nutrition, «Cambiamento climatico, agricoltura e alimentazione»(2012).

Barilla Center for Food and Nutrition, «Doppia Piramide 2012: favorisce scelte alimentari consapevoli»(2012).

Basset-Mens, Claudine, Stewart Ledgard, e Mark Boyes. «Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand». *Ecological Economics* 68, n. 6 (15 aprile 2009): 1615–1625. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.11.017.

Basset-Mens, Claudine, e Hayo M.G. van der Werf. «Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 105, n. 1–2 (gennaio 2005): 127–144. doi:10.1016/j.agee.2004.05.007.

Beccali, Marco, Maurizio Cellura, Maria Iudicello, e Marina Mistretta. «Life cycle assessment of Italian citrus-based products. Sensitivity analysis and improvement scenarios». *Journal of Environmental Management* 91, n. 7 (luglio 2010): 1415–1428. doi:10.1016/j.jenvman.2010.02.028.

Berlin, Johanna. «Environmental life cycle assessment (LCA) of Swedish semi-hard cheese». *International Dairy Journal* 12, n. 11 (2002): 939–953. doi:10.1016/S0958-6946(02)00112-7.

Berlin, Johanna, Ulf Sonesson, e Anne-Marie Tillman. «Product Chain Actors' Potential for Greening the Product Life Cycle». *Journal of Industrial Ecology* 12, n. 1 (2008): 95–110. doi:10.1111/j.1530-9290.2008.00001.x.

Biswas, Wahidul K., John Graham, Kevin Kelly, e Michele B. John. «Global warming contributions from wheat, sheep meat and wool production in Victoria, Australia – a life cycle assessment». *Journal of Cleaner Production* 18, n. 14 (settembre 2010): 1386–1392. doi:10.1016/j.jclepro.2010.05.003.

Blengini, Gian Andrea, e Mirko Busto. «The life cycle of rice: LCA of alternative agri-food chain management systems in Vercelli (Italy)». *Journal of Environmental Management* 90, n. 3 (marzo 2009): 1512–1522. doi:10.1016/j.jenvman.2008.10.006.

Brentrup, F., J. Küsters, J. Lammel, P. Barraclough, e H. Kuhlmann. «Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems». *European Journal of Agronomy* 20, n. 3 (febbraio 2004): 265–279. doi:10.1016/S1161-0301(03)00039-X.

Carlsson-Kanyama, A. «Food Consumption Patterns and Their Influence on Climate Change». *Ambio* 27, n. 7 (1998): 528–534.

Carlsson-Kanyama, K. Boström-Carlsson. «Energy use for cooking and other stages in the Life Cycle of Food». *Fork Ningsgruppen för Miljöstrategiska Studier*. Fms No 160, Report (Gennaio 2001)

Cederberg, Christel, e Magnus Stadig. «System Expansion and Allocation in Life Cycle Assessment of Milk and Beef Production». *The International Journal of Life Cycle Assessment* 8, n. 6 (1 novembre 2003): 350–356. doi:10.1007/BF02978508.

Cellura, Maurizio, Fulvio Ardente, e Sonia Longo. «From the LCA of food products to the environmental assessment of protected crops districts: A case-study in the south of Italy». *Journal of Environmental Management* 93, n. 1 (gennaio 2012): 194–208. doi:10.1016/j.jenvman.2011.08.019.

Charles, R., O. Jolliet, G. Gaillard, e D. Pellet. «Environmental analysis of intensity level in wheat crop production using life cycle assessment». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 113, n. 1–4 (aprile 2006): 216–225. doi:10.1016/j.agee.2005.09.014.

Cordella, Mauro, Alessandro Tugnoli, Gigliola Spadoni, Francesco Santarelli, e Tullio Zangrando. «LCA of an Italian Lager Beer». *The International Journal of Life Cycle Assessment* 13, n. 2 (1 marzo 2008): 133–139. doi:10.1065/lca2007.02.306.

DEFRA. «Environmental Impacts of Food Production and Consumption».(dicembre 2012).

De Vries, M., e I.J.M. de Boer. «Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments». *Livestock Science* 128, n. 1–3 (marzo 2010): 1–11. doi:10.1016/j.livsci.2009.11.007.

Drewnowski, Adam. «Concept of a Nutritious Food: Toward a Nutrient Density Score». *The American Journal of Clinical Nutrition* 82, n. 4 (10 gennaio 2005): 721–732.

Easterling, et al., 2007: Food, fibre and forest products. *Climate Change 2007* Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 273-313.

Eide, Merete Høgaas. «Life Cycle Assessment (LCA) of Industrial Milk Production». *The International Journal of Life Cycle Assessment* 7, n. 2 (1 marzo 2002): 115–126. doi:10.1007/BF02978855.

Fantin, Valentina, Patrizia Buttol, Roberto Pergreffi, e Paolo Masoni. «Life cycle assessment of Italian high quality milk production. A comparison with an EPD study». *Journal of Cleaner Production* 28 (giugno 2012): 150–159. doi:10.1016/j.jclepro.2011.10.017.

Fulgoni, Victor L., Debra R. Keast, e Adam Drewnowski. «Development and Validation of the Nutrient-Rich Foods Index: A Tool to Measure Nutritional Quality of Foods». *The Journal of Nutrition* 139, n. 8 (8 gennaio 2009): 1549–1554. doi:10.3945/jn.108.101360.

Gazulla, Cristina, Marco Raugei, e Pere Fullana-i-Palmer. «Taking a Life Cycle Look at Crianza Wine Production in Spain: Where Are the Bottlenecks?» *The International Journal of Life Cycle Assessment* 15, n. 4 (1 maggio 2010): 330–337. doi:10.1007/s11367-010-0173-6.

González-García, Sara, Érica G. Castanheira, Ana Cláudia Dias, e Luis Arroja. «Using Life Cycle Assessment methodology to assess UHT milk production in

Portugal». *Science of The Total Environment* 442 (1 gennaio 2013): 225–234. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.10.035.

Gunady, Maria G.A., Wahidul Biswas, Vicky A. Solah, e Anthony P. James. «Evaluating the global warming potential of the fresh produce supply chain for strawberries, romaine/cos lettuces (*Lactuca sativa*), and button mushrooms (*Agaricus bisporus*) in Western Australia using life cycle assessment (LCA)». *Journal of Cleaner Production* 28 (giugno 2012): 81–87. doi:10.1016/j.jclepro.2011.12.031.

Hokazono, Shingo, e Kiyotada Hayashi. «Variability in environmental impacts during conversion from conventional to organic farming: a comparison among three rice production systems in Japan». *Journal of Cleaner Production* 28 (giugno 2012): 101–112. doi:10.1016/j.jclepro.2011.12.005.

Holt et al., “A satiety index of commons foods”, *Eur J Clin Nutr* 1995 Sep; 49(9): 675-690.

Ingwersen, Wesley W. «Life cycle assessment of fresh pineapple from Costa Rica». *Journal of Cleaner Production* 35 (novembre 2012): 152–163. doi:10.1016/j.jclepro.2012.05.035.

Koroneos, C., G. Roumbas, Z. Gabari, E. Papagiannidou, e N. Moussiopoulos. «Life cycle assessment of beer production in Greece». *Journal of Cleaner Production* 13, n. 4 (marzo 2005): 433–439. doi:10.1016/j.jclepro.2003.09.010.

Leach, Allison M., James N. Galloway, Albert Bleeker, Jan Willem Erisman, Richard Kohn, e Justin Kitzes. «A nitrogen footprint model to help consumers understand their role in nitrogen losses to the environment». *Environmental Development* 1, n. 1 (gennaio 2012): 40–66. doi:10.1016/j.envdev.2011.12.005.

Leinonen, I., A.G. Williams, J. Wiseman, J. Guy, e I. Kyriazakis. «Predicting the environmental impacts of chicken systems in the united kingdom through a life cycle assessment: Egg production systems». *Poultry Science* 91, n. 1 (2012): 26–40. doi:10.3382/ps.2011-01635.

Leinonen, I., A.G. Williams, J. Wiseman, J. Guy, e I. Kyriazakis. «Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Broiler production systems». *Poultry Science* 91, n. 1 (2012): 8–25. doi:10.3382/ps.2011-01634.

Mouron, Patrik, Thomas Nemecek, Roland W. Scholz, e Olaf Weber. «Management influence on environmental impacts in an apple production system on Swiss fruit farms: Combining life cycle assessment with statistical risk assessment». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 114, n. 2–4 (giugno 2006): 311–322. doi:10.1016/j.agee.2005.11.020.

Neto, Belmira, Ana Cláudia Dias, e Marina Machado. «Life Cycle Assessment of the Supply Chain of a Portuguese Wine: From Viticulture to Distribution». *The International Journal of Life Cycle Assessment* 18, n. 3 (1 marzo 2013): 590–602. doi:10.1007/s11367-012-0518-4.

Nijdam, Durk, Trudy Rood, e Henk Westhoek. «The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes». *Food Policy* 37, n. 6 (dicembre 2012): 760–770. doi:10.1016/j.foodpol.2012.08.002.

Nilsson, Katarina, Anna Flysjö, Jennifer Davis, Sarah Sim, Nicole Unger, e Simon Bell. «Comparative Life Cycle Assessment of Margarine and Butter Consumed in the UK, Germany and France». *The International Journal of Life Cycle Assessment* 15, n. 9 (1 novembre 2010): 916–926. doi:10.1007/s11367-010-0220-3.

Ntiamoah, Augustine, e George Afrane. «Environmental impacts of cocoa production and processing in Ghana: life cycle assessment approach». *Journal of Cleaner Production* 16, n. 16 (novembre 2008): 1735–1740. doi:10.1016/j.jclepro.2007.11.004.

Page, Girija, Brad Ridoutt, e Bill Bellotti. «Carbon and water footprint tradeoffs in fresh tomato production». *Journal of Cleaner Production* 32 (settembre 2012): 219–226. doi:10.1016/j.jclepro.2012.03.036.

Point, E., P. Tyedmers, e C. Naugler. «Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada». *Journal of Cleaner Production* 27 (maggio 2012): 11–20. doi:10.1016/j.jclepro.2011.12.035.

Popkin, B.M. *American Journal of Clinical Nutrition*, March 1, 2006; vol 83: pp 529-542.

Pretty, J.N, J.I.L Morison, e R.E Hine. «Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95, n. 1 (aprile 2003): 217–234. doi:10.1016/S0167-8809(02)00087-7.

Reganold, P.K. Glover, P.K. Andrews, H.R. Hinman. «Sustainability of three apple production systems» *Nature*, 410 (2001), pp. 926–929

Roy, Poritosh, Daisuke Nei, Takahiro Orikasa, Qingyi Xu, Hiroshi Okadome, Nobutaka Nakamura, e Takeo Shiina. «A review of life cycle assessment (LCA) on some food products». *Journal of Food Engineering* 90, n. 1 (gennaio 2009): 1–10. doi:10.1016/j.jfoodeng.2008.06.016.

Ruini Luca, Marino Massimo. «LCA of Semolina dry pasta produced by Barilla»

Salomone, Roberta, e Giuseppe Ioppolo. «Environmental impacts of olive oil production: a Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily)». *Journal of Cleaner Production* 28 (giugno 2012): 88–100. doi:10.1016/j.jclepro.2011.10.004.

Sanjuan, L.Ubeda, G. Clemente, A. Mulet, F. Girona. «LCA of integrated orange production in the Comunidad Valenciana (Spain)» *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 4 (2) (2003), pp. 163-177

Sanyé-Mengual, Esther, Ileana Cerón-Palma, Jordi Oliver-Solà, Juan Ignacio Montero, e Joan Rieradevall. «Environmental Analysis of the Logistics of Agricultural Products from Roof Top Greenhouses in Mediterranean Urban Areas». *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93, n. 1 (2013): 100–109. doi:10.1002/jsfa.5736.

Stehfest E., Bouwman L., van Vuuren D.P., den Elzen M.G.j., Eickhout Bas, Kabat P. «Climate Benefits of changing diet». *Climate Change* (2009) 95:83-102 DOI 10.1007/s10584-008-9534-6 (Feabbraio 2009).

Stoessel, Franziska, Ronnie Juraske, Stephan Pfister, e Stefanie Hellweg. «Life Cycle Inventory and Carbon and Water FoodPrint of Fruits and Vegetables: Application to a Swiss Retailer». *Environmental Science & Technology* 46, n. 6 (20 marzo 2012): 3253–3262. doi:10.1021/es2030577.

Usva, K., M. Saarinen, e J.-M. Katajajuuri. «Supply chain integrated LCA approach to assess environmental impacts of food production in Finland». *Agricultural and Food Science* 18, n. 3–4 (4 dicembre 2008): 460–476.

Usydus, Zygmunt, Joanna Szlinder-Richert, e Maria Adamczyk. «Protein quality and amino acid profiles of fish products available in Poland». *Food Chemistry* 112, n. 1 (1 gennaio 2009): 139–145. doi:10.1016/j.foodchem.2008.05.050.

Wallén, Anna, Nils Brandt, e Ronald Wennersten. «Does the Swedish consumer's choice of food influence greenhouse gas emissions?» *Environmental Science & Policy* 7, n. 6 (dicembre 2004): 525–535. doi:10.1016/j.envsci.2004.08.004.

Williams, Helén, e Fredrik Wikström. «Environmental impact of packaging and food losses in a life cycle perspective: a comparative analysis of five food items». *Journal of Cleaner Production* 19, n. 1 (gennaio 2011): 43–48. doi:10.1016/j.jclepro.2010.08.008.

Ziegler, Friederike, e Daniel Valentinsson. «Environmental Life Cycle Assessment of Norway Lobster (*Nephrops Norvegicus*) Caught Along the Swedish West Coast by Creels and Conventional trawls—LCA Methodology with Case Study». *The*

International Journal of Life Cycle Assessment 13, n. 6 (1 settembre 2008): 487–497.
doi:10.1007/s11367-008-0024-x.