

AI  
SME  
2020

# Le scienze merceologiche nell'era 4.0

a cura di  
Benedetta Esposito, Ornella Malandrino,  
Maria Rosaria Sessa, Daniela Sica

**XXIX CONGRESSO NAZIONALE DI  
SCIENZE MERCEOLOGICHE 2020**

Atti del Convegno  
Salerno  
13-14 Febbraio 2020

**FrancoAngeli**  
OPEN ACCESS



ACCADEMIA  
ITALIANA DI  
SCIENZE  
MERCEOLOGICHE



Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma **FrancoAngeli Open Access** (<http://bit.ly/francoangeli-oa>).

**FrancoAngeli Open Access** è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli massimizza la visibilità, favorisce facilità di ricerca per l'utente e possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più:

[http://www.francoangeli.it/come\\_publicare/publicare\\_19.asp](http://www.francoangeli.it/come_publicare/publicare_19.asp)

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it) e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

# Le scienze merceologiche nell'era 4.0

a cura di  
Benedetta Esposito, Ornella Malandrino,  
Maria Rosaria Sessa, Daniela Sica

**XXIX CONGRESSO NAZIONALE DI  
SCIENZE MERCEOLOGICHE 2020**

Atti del Convegno  
Salerno  
13-14 Febbraio 2020

**FrancoAngeli**

OPEN  ACCESS

Copyright © 2020 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy. ISBN 9788835102007

### **Comitato scientifico**

Riccardo Beltramo (Università di Torino)  
Fabrizio D'ascenzo (Università Roma 1)  
Benedetta Esposito (Università degli Studi di Salerno)  
Giovanni La Gioia (Università degli Studi di Bari Aldo Moro)  
Maria Claudia Lucchetti (Università Roma 3)  
Ornella Malandrino (Università degli Studi Salerno)  
Bruno Notarnicola (Università degli Studi di Bari Aldo Moro)  
Maria Proto (Università degli Studi di Salerno)  
Andrea Raggi (Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara)  
Annalisa Romani (Università degli Studi di Firenze)  
Alessandro Ruggieri (Università della Tuscia)  
Roberta Salomone (Università degli Studi di Messina)  
Maria Rosaria Sessa (Università degli Studi di Salerno)  
Daniela Sica (Università degli Studi di Salerno)  
Stefania Supino (Università Telematica San Raffaele Roma)

### **Comitato editoriale**

Benedetta Esposito  
Ornella Malandrino  
Maria Rosaria Sessa  
Daniela Sica

Copyright © 2020 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato con licenza *Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate*  
4.0 Internazionale (CC-BY-NC-ND 4.0)

*L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito*  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

Copyright © 2020 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy. ISBN 9788835102007

## INDICE

<b>Prefazione</b>	<b>pag.</b>	<b>11</b>
1. I sistemi di gestione ambientale nell'industria alberghiera: una revisione sintetica della letteratura, di <i>Acampora A., Merli R., Lucchetti M.L.</i>	»	13
2. Pratiche di sostenibilità nel settore alberghiero: un'analisi delle barriere e dei drivers per l'implementazione, di <i>Acampora A., Merli R., Arcese G., Martucci O.</i>	»	21
3. ERP 4.0 per una corretta gestione dei rifiuti, di <i>Amendola C., Savastano M., Belcastro M., La Bella S.</i>	»	28
4. I semi di tabacco per la produzione di sustainable aviation fuel, di <i>Amicarelli V., Patruno A., Lagioia G., Bux C.</i>	»	36
5. Towards a definition of circular tourism: a literature review, di <i>Arzoumanidis I., Mancini E., Walker A. M., Petti L., Raggi A.</i>	»	44
6. Stakeholder involvement to improve accessibility in a protect natural area: a case study, di <i>Bianchi P., Cappelletti G. M., Sica E., Sisto R.</i>	»	53
7. Innovation potential assessment and business models creation in media convergence sector: evidences from i3 project, di <i>Bellini F., Dulaskaia I., D'Ascenzo F.</i>	»	62
8. La <i>stakeholder theory</i> applicata al turismo nel Canavese (Torino): risultati preliminari, di <i>Beltramo R., Peira G., Pasino G., Fabbri P.</i>	»	74
9. Diversità di genere e innovazione nei Paesi dei Balcani occidentali, di <i>Biscione A., Miccoli M. C.</i>	»	83
10. Analisi della percezione dei giovani consumatori sulla dicitura facoltativa prodotti di montagna, di <i>Bonadonna A., Peira G., Duglio S.</i>	»	90
11. Adjustments of premises for the processing of <i>Aloe vera</i> in Fifa (Jordan), according to international standards, di <i>Borsacchi L., Pinelli P.</i>	»	98
12. Medjool dates cultivation in Jericho: reorganisation of farmers' cooperative and implementation of QMS, di <i>Borsacchi L., Testi E., Pinelli P.</i>	»	105
13. New legislation on reclaimed water for agriculture: remarks and future scenarios of "circular cities", di <i>Borsacchi L., Brogi A., Fibbi D., Pinelli P.</i>	»	113

14. Re-use of buildings and spaces in a circular economy: innovative urban policies and tools, di <i>Borsacchi L., Barberis V., Pinelli P.</i>	pag.	121
15. Industry 4.0: how additive manufacturing affect quality management in the wood-furniture sector, di <i>Bravi L., Murmura F., Liberatore L.</i>	»	130
16. Le eco-birre in Italia: tecnologie emergenti e startup innovative, di <i>Campana P., Proietti L., Tarola A.</i>	»	139
17. Foglie d'olivo: analisi cromatografica del profilo fenolico e analisi qualitativa dei gruppi funzionali tramite FTIR-ATR, di <i>Campo M., Durazzo A., Lucarini M., Santini A., Franconi F., Romani A.</i>	»	153
18. Water footprint della Granella® da scorie di acciaieria, di <i>Contardo L., Piani L., Masotti P., Bogoni P.</i>	»	161
19. Search engines: definition and state of art, di <i>Carelli A., Papetti P.</i>	»	170
20. Search engines: operation and optimization, di <i>Carelli A., Papetti P.</i>	»	178
21. Production planning and control in the industry 4.0 era, di <i>Carvello R., Nastasia M., Nota F. D., Nota G.</i>	»	186
22. Environmental performance of fresh-cut salad: water and carbon footprinting, di <i>Cappelletti G. M., Nicoletti G. M., Russo C., Spalatro M.</i>	»	196
23. Good practices regarding sustainability in the universities: the cases of University of Foggia and Cracow University of economics, di <i>Cappelletti G. M., Nitkiewicz T.</i>	»	205
24. Strumenti di scelta sostenibili: il Morningstar Sustainability Rating, di <i>Cerrone R., Sica N., Tortora F.</i>	»	217
25. Storia di un'eccellenza salernitana. La sartoria Bignardi dalle origini a oggi, di <i>Cicatiello C.</i>	»	223
26. Cities as circularity ecosystems: smartness indicators and industrial ecology methods for measuring transition towards smart circular economy, di <i>D'Amico G., Ioppolo G.</i>	»	232
27. Le imprese italiane e il paradigma "industria 4.0": uno studio statistico sull'utilizzo di strumenti informatici avanzati, di <i>D'Amore R., Garofalo M. R., Iorio R.</i>	»	242
28. An assessment of the social performance of an Italian wine-producing consortium: testing social organisational life cycle assessment, di <i>D'Eusanio M., Tragnone B. M., Petti L.</i>	»	263
29. Il consumo di acqua imbottigliata nella prospettiva dell'economia circolare: il caso Salento (Sud Italia), di <i>De Leo F., Coluccia B., Gambino I.</i>	»	272
30. Italian protect natural areas registred under Emas: role of interested parties, di <i>Di Noia A. E., Nicoletti G. M., Cappelletti G. M.</i>	»	281
31. L'economia circolare e la valorizzazione degli avanzi nella ristorazione in Italia, di <i>Esposito B., Malandrino O., Sessa M. R., Sica D.</i>	»	289
32. L'utilizzo di sensoristica per la gestione dei dati nelle industrie. Il contributo dello Scatol8® al life cycle inventory in un caso concreto (parte prima), di <i>Evola R. S., Ingrao C., Cantore P., Togliatti S., Vescè E., Beltramo R.</i>	»	297

33. L'utilizzo di sensoristica per la gestione dei dati nelle industrie. Il contributo dello Scato18® al life cycle inventory in un caso concreto (parte seconda), di <i>Evola R. S., Ingrao C., Cantore P., Togliatti S., Vesce E., Beltramo R.</i>	pag.	307
34. The birth of a new sustainability label: "Filiera Solidale PEFC – VAIA 2018 – Insieme si può", di <i>Geatti P., Novelli V., Marangon F., Troiano S.</i>	»	317
35. Characterization of whole-wheat pasta by product or process markers approach: a brief review, di <i>Giannetti V., Boccacci Mariani M., Livi G.</i>	»	325
36. Valorisation of grappa Gi: new approaches for the protection of made in Italy, di <i>Giannetti V., Boccacci Mariani M., Torrelli P., Marini F.</i>	»	335
37. Correlazione tra inquinamento atmosferico da benzene e produzione di acciaio nella città di Taranto, di <i>Giungato P., Basurto V., Rana R. L., Tricase C.</i>	»	344
38. Quali-quantitative analyses of flavonoids and aroma compounds in different tissues of lotus ( <i>Nelumbo nucifera</i> ), di <i>Ieri F., Vignolini P., Giannini E., Romani A.</i>	»	352
39. Green bay project - an opportunity to improve the quality of life in Europe, di <i>Jalmuzna I., Romani A., Fiume P., Sekieta M., Pasini M.</i>	»	361
40. Presenza di alcani nell'olio essenziale di <i>Cannabis sativa</i> L. cv. Codimono, di <i>Lanuzza F., Mondello F., Saija G., Galati E.M.</i>	»	380
41. Accoppiamento on-line LC-GC nella determinazione degli steroli nell'olio di semi di <i>Cannabis sativa</i> L. cv. Codimono, di <i>Lanuzza F., Mondello F., Saija G., Primerano P., Galati E.M.</i>	»	388
42. Measuring circular economy at the micro level: is the social dimension included?, di <i>Lindgreen E. R., Salomone R., Reyes T.</i>	»	396
43. Qualità e sicurezza dei prodotti alimentari. Applicazione di nuove metodiche d'indagine: sensori multiparametrici, di <i>Maddaloni L., Ruggieri R., Santonico M., Vinci G.</i>	»	404
44. Analysis of the principal factors limiting the widespread adoption of smart farming technologies in Sardinia, di <i>Manca G., Galante A.</i>	»	413
45. La sostenibilità nel comparto turistico: il caso "Parco nazionale delle Cinque Terre", di <i>Martucci O., Arcese G., Acampora A., Montauti C.</i>	»	421
46. Inventari regionalizzati italiani per il grano duro, di <i>Masini S., Tassielli G., Notarnicola B., Renzulli P.A.</i>	»	429
47. Sostenibilità degli attuali strumenti di pagamento: aspetti tecnici e ambientali, di <i>Massari S., Pastore S., Ruberti M.</i>	»	436
48. L'approccio di ciclo di vita nei sistemi di gestione ambientale, di <i>Mazzi A., Scipioni A.</i>	»	446
49. Measuring circular economy at company level: the role of life cycle assessment, di <i>Mondello G., Salomone R., Lindgreen E. R.</i>	»	455

50. Stato dell'arte della simbiosi industriale in Europa: tipologie di network e modelli di cooperazione, di <i>Montauti C., Lucchetti M. C., Martucci O.</i>	pag.	464
51. Modellistica previsionale del biogas di discarica di rifiuti solidi urbani: proposta di un modello semplificato, di <i>Notarnicola B., Tasselli G., Renzulli P. A., Di Capua R.</i>	»	471
52. La complessità e le prospettive di innovazione 4.0 in sanità: la condizione di fragilità, di <i>Notaro F., Piscopo G., Adinolfi P.</i>	»	480
53. Nitrate content in wild rocket cultivated in the province of Udine (Northern Italy) by employing different growing techniques, di <i>Novelli V., Geatti P., Cecon L., Dalla Costa L., Ceccone S., Della Donna E., Cattivello C., Vicentini L.</i>	»	490
54. Steel production and sustainability, di <i>Novelli V., Geatti P., D'Odorico A.</i>	»	498
55. I GRI come indicatori di performance ambientale nel settore crocieristico, di <i>Paiano A., Crovella T., Pontrandolfo A., Gallucci T.</i>	»	507
56. La gamification nell'industria del turismo: una revisione sistematica della letteratura, di <i>Pasca M. G., Renzi M. F., Guglielmetti Mugion R., Toni M., Di Pietro L., Ungaro V.</i>	»	515
57. Industry 4.0, start-up e spin-off universitari: una revisione sistematica della letteratura negli studi manageriali, di <i>Piccarozzi M., Aquilani B.</i>	»	525
58. Safety and quality uncertainties in food import and consumption: the case of Singapore, di <i>Pinelli P., Ferroni I., Borsacchi L.</i>	»	535
59. A bio-district for circular economy, di <i>Poponi S., Mosconi E. M., Pacchera F.</i>	»	543
60. Localization for academic spin-off: a driver for the innovative performance, di <i>Poponi S., Arcese G., Ruggieri A., Piovesan G., Pacchera F.</i>	»	552
61. Dall'analisi importance-performance alla teoria three-factor nella ricerca sul turismo (parte prima), di <i>Preziosi M., Acampora A., Merli R.</i>	»	562
62. Dall'analisi importance-performance alla teoria three-factor nella ricerca sul turismo (parte seconda), di <i>Preziosi M., Acampora A., Merli R.</i>	»	570
63. Algoritmi per l'analisi predittiva dei malfunzionamenti di macchine industriali, di <i>Postiglione A.</i>	»	577
64. Sostenibilità della produzione nel settore vitivinicolo, di <i>Preti R., Tarola A. M.</i>	»	586
65. Alimentazione e sostenibilità: la carbon footprint di una tazzina di caffè, di <i>Rana R. L., Giungato P., Tricase C.</i>	»	595
66. Canapa industriale e sostenibilità: un approccio life cycle thinking, di <i>Rapa M., Ciano S., Ruggieri R., Gobbi L., Vinci G.</i>	»	603
67. Additive manufacturing: an immense opportunity or a new production and marketing trend?, di <i>Rocchi A., Disca S.</i>	»	613



68. Plastic no problem: production of eco-oils, eco-fuel, eco-char and green energy from plastic waste, di <i>Romani A., Pasini M., Masci C., Ciani Scarnicci M., Jalmuzna I., Campo M.</i>	pag.	622
69. Cioccolato italiano: principali indicatori di qualità e percezione dei consumatori, di <i>Ruggieri R., D'Ascenzo F., Gobbi L., Maddaloni L., Ruggeri M., Vieri S., Vinci G.</i>	»	629
70. Closing the loop: circular economy and BS8001 as value chain optimization tools for SME's, di <i>Ruggieri A., Mosconi E. M., Poponi S., Fortunati S.</i>	»	639
71. Rilocalizzazione di attività produttive su un territorio. Analisi preliminare di sostenibilità di una filiera lana-carne ovina, di <i>Sanua M., Simboli A., Taddeo R.</i>	»	647
72. Alcuni aspetti del ruolo dei claim ambientali/etici nell'attuazione del "green deal" europeo, di <i>Saija G., Lanuzza F., Saija F.</i>	»	657
73. To green or not to green: an evaluation of the influence of hotel green practices on guests satisfaction, di <i>Savastano M., Belcastro M., Amendola C.</i>	»	665
74. "Impronta digitale" come strumento di gestione per la qualità del vino: applicabilità sul Negroamaro, di <i>Serio F., De Leo F., Idolo A., Girelli C. R., De Donno A., Fanizzi F. P.</i>	»	675
75. Un nuovo paradigma ecologico: la proposta di papa Francesco per un'economia sostenibile, di <i>Serpe V.</i>	»	684
76. The implementation of "Apea" through economic evaluation model, di <i>Sessa M. R., Sica D., Esposito B., Malandrino O., De Falco M.</i>	»	691
77. Il contributo alla sostenibilità della filiera del biogas in Italia, di <i>Sica D., Sessa M. R., Esposito B., Malandrino O., Supino S., Martucci O.</i>	»	702
78. Corporate social responsibility and millennial generations, di <i>Silvestri C., Ruggieri A., Poponi S.</i>	»	713
79. Frazioni naturali sostenibili come antiossidanti, antimicrobici e biocidi in agricoltura green, di <i>Simone G., Campo M., Bernini R., Romani A.</i>	»	730
80. Environmental label: a survey, di <i>Spalatro M., Cappelletti G. M., Malandrino O.</i>	»	739
81. Pine nuts production in the shouf biosphere reserve: quality and market perspectives, di <i>Tacconi D., Pinelli P., Borsacchi L.</i>	»	747
82. La relazione tra strumenti di miglioramento e innovazione. Una verifica nel settore produttivo jonico, di <i>Tacente A., Tassielli G., Renzulli P. A., Di Capua R.</i>	»	754
83. L'evoluzione dei claim per la promozione dei prodotti alimentari: una content analysis su 2 riviste di genere maschile, di <i>Tarabella A., Apicella A.</i>	»	762
84. Approccio ampliato alla sostenibilità sociale in ambito sanitario. Le opportunità della digital health, di <i>Testa M., Lo Presti L., Marino V., Singer P.</i>	»	773

85. Valutazione ambientale del pretrattamento di rifiuti in polietilene da attività agricole, di <i>Toniolo S., Trevisanello C.</i>	pag.	787
86. I criteri end-of-waste da risorsa ad ostacolo all'economia circolare: breve panoramica del contesto normativo nazionale, di <i>Tragnone B. M., Petti L.</i>	»	795
87. Valutazione degli aspetti sociali e socioeconomici di un prodotto tipico, di <i>Tragnone B. M., Pelino M., D'Eusanio M., Di Santo C., Petti L.</i>	»	804
88. Produzione innovativa di una linea bakery a base di estratti antiossidanti naturali per l'aumento della shelf-life, di <i>Urciuoli S., Cassiani C., Vita C., Ieri F., Romani A.</i>	»	814
89. Caratterizzazione e nuove formulazioni per terapie a carattere sociale di <i>Crocus sativus L.</i> tracciato territoriale, di <i>Vignolini P., Vita C., Urciuoli S., Bettiga A., Di Marco F., Vago R., Trevisani F., Romani A.</i>	»	822
90. Olio extra vergine di oliva e certificazioni ambientali: caso studio della regione Lazio, di <i>Vinci G., Rapa M., Gobbi L.</i>	»	829
91. Industry 4.0 oggi, industry 5.0 domani?, di <i>Vinci G., Ruggeri M., Ruggieri R.</i>	»	839
92. Insicurezza alimentare e studenti universitari: una revisione sistematica della letteratura, di <i>Zahan M., Varese E., Lo Giudice A., Bonadonna A.</i>	»	846
93. Environmental assessment of an industrial solution for the use of waste materials: comparative life cycle assessment applied to a commercial product based on iron oxides, di <i>Zuliani F., Manzardo A., Marson A.</i>	»	854
94. Le nuove tecnologie dell'industria 4.0 nel settore agroalimentare: esempi e applicazioni, di <i>Ruggieri R., Ruggeri M., Vinci G.</i>	»	863

## PREFAZIONE

Nell'attuale scenario economico si è affermata l'esigenza di orientare i sistemi di produzione e gli stili di consumo verso nuovi modelli virtuosi di gestione in cui l'innovazione, la qualità e la sostenibilità rappresentano elementi fondanti per la creazione di strategie sapienti e lungimiranti, capaci di creare un valore sociale per tutti gli attori della "rete della vita".

Tale sfida rappresenta un tema ampiamente dibattuto nell'ambito dell'Accademia delle Scienze Merceologiche e, in particolare, durante il XXIX Congresso Nazionale di Scienze Merceologiche, dove sono stati coniugati contributi teorici con esperienze pratiche in un'ottica di valorizzazione delle conoscenze.

Il Congresso ha rappresentato un'occasione di confronto, di condivisione e di approfondimento di percorsi di sviluppo su tematiche fortemente focalizzate sui seguenti aspetti:

- "INDUSTRIA 4.0", analizzata attraverso i binomi di "innovazione e imprenditorialità", "innovazione, start-up e spin-off", "tecnologia e innovazione gestionale", "ricerca e trasferimento tecnologico";
- "QUALITÀ 4.0", intesa come qualità di sistema e di prodotto e sistemi di gestione per la qualità;
- "SOSTENIBILITÀ E CORPORATE SOCIAL RESPONSABILITY", che prende in esame l'analisi del ciclo di vita, i sistemi di gestione per l'ambiente, i metodi e gli strumenti di ecologia industriale, fino al concetto di economia circolare e gli impatti sociali dell'attività aziendale.

Alla base di tutti i lavori vi è l'obiettivo prioritario di ricerca delle Scienze Merceologiche, ovvero il fenomeno della produzione di merci, nell'*iter* che va dallo studio, analisi e valutazione delle risorse alle tecnologie di produzione e di trasformazione, con le conseguenti implicazioni sulla qualità e sull'ambiente, ivi inclusi i sistemi di gestione e certificazione ambientale. Tale approccio è riscontrabile in ogni singolo contributo presentato al Convegno "Le Scienze Merceologiche nell'era 4.0" ed è opportunamente contestualizzato nell'attuale società.

Gli oltre novanta contributi, presenti nel volume, sono caratterizzati da metodologie di ricerca particolarmente innovative e spunti di riflessione molto importanti. In particolare, i lavori in alcuni casi rappresentano un ampio e articolato *background*, utile come base conoscitiva di future attività di ricerca e vanno da disamine della letteratura scientifica ad analisi dettagliate dell'evoluzione di alcuni settori di produzione. In altri casi, sono invece oggetto dei lavori tematiche particolarmente innovative, quali le nuove frontiere della metodologia *Life Cycle Assessment*, soprattutto in chiave *social*.

La crisi da epidemia, esplosa a conclusione del Convegno, ha ulteriormente acceso i riflettori sugli aspetti connessi alla sostenibilità e agli obiettivi raccolti nell'Agenda 2030, rispetto ai quali il nostro Paese si pone tra i principali attori. In tale ambito, gli interventi da suggerire potrebbero riguardare le differenti tematiche ampiamente presenti nei contributi e che sono riconducibili all'efficienza energetica, all'efficacia e efficienza distributiva, attraverso la tracciabilità dei prodotti, e ancora la conversione *green* con la riduzione degli imballaggi, l'ottimizzazione dei flussi logistici, la sensibilizzazione del consumatore verso forme di consumo 'sostenibile' attraverso la diffusione della consapevolezza del valore dei prodotti 'circolari' e, infine, l'economia circolare e l'estensione del ciclo di vita dei prodotti e la riduzione degli scarti in una prospettiva di ecosostenibilità dei processi. Sotto quest'ultimo profilo si deve sviluppare, in modo particolare, il tema dell'innovazione nella progettazione dei prodotti e dei processi. Si deve incrementare l'efficienza nell'uso delle risorse (materie prime, prodotti intermedi e prodotti finali), incentivando la diffusione e la condivisione nelle imprese sulla possibilità di riutilizzo degli scarti di lavorazione (ad esempio *upcycling*) lungo l'intera filiera di produzione. Occorre rafforzare il coinvolgimento dei cittadini e la sensibilizzazione dei consumatori, ovvero formare il consumatore 'sostenibile', che sappia riconoscere e apprezzare i prodotti 'circolari'. È necessario affrontare e risolvere in modo definitivo la questione dei rifiuti, per cui occorre un cambiamento radicale, culturale, normativo e tecnologico, che coinvolga le istituzioni, i cittadini e le imprese. In particolare, occorre diffondere tecnologie innovative già oggi disponibili e individuate come "industria 4.0". Particolare attenzione in tema di rifiuti va prestata, anche con riferimento agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile SDGs, alla gestione delle perdite e degli scarti della filiera agroalimentare *Food Losses and Waste* la cui riduzione e minimizzazione può sicuramente contribuire alla definizione di modelli di produzione e consumo "sostenibili".

Alla luce degli importanti contributi raccolti nel presente volume, ringrazio gli autori per l'impegno profuso nel trattare tematiche di grande attualità.

## 54. STEEL PRODUCTION AND SUSTAINABILITY

by *Novelli Veronica, Geatti Paola, D'Odorico Alice*

Department of Economics and Statistics, University of Udine, Via Tomadini 30/A, 33100 Udine, Italy, phone +39 0432 249335  
e-mail [veronica.novelli@uniud.it](mailto:veronica.novelli@uniud.it)  
[paola.geatti@uniud.it](mailto:paola.geatti@uniud.it)

### Abstract

The iron and steel industry is considered one the most ancient activity of the human history, occupying a strategic and fundamental role for the development of the world economy. Its productive processes allow possible industrial synergies because of an efficient use of the resources, materials and energy, through the exploitation of scraps coming from other productive cycles, of by-products produced and energy/heat recovery. Even if multiple recycling is an important aspect of steel production, it generates pollution; it requires a high consume of energy; furthermore, it constitutes a serious problem adversely affecting public health.

The goal of this paper is to evaluate the sustainability of the steel production of a plant located in the province of Udine (Italy). According to the Directive 2010/75/EC, related to the industrial emissions of the “cast iron and steel production”, and by the adoption of best practices, the plant is able to take care of the environment reducing the pollution.

**Keywords:** Steel and iron plant, GHG emission reduction, industrial symbiosis, circular economy.

### Introduction

Steel, because of its availability, versatility (Foraboschi, 2016), limited cost, easy manufacturing, resistance to corrosion, excellent mechanical characteristics and recyclability, is one of the favourite material of the industrial sectors (Blair M., Stevens L., 1995). Furthermore, it is an essential material for those sectors involved in sustainable development for improving green economy: steel production processes allow wide possibility of industrial synergies for an efficient use of resources, by the use of by-products and heat and energy recovery. Steel is particularly suitable to be re-used and re-

manufactured in some applications: structural elements, automotive, machineries, aeolic energy-framework, rolling stocks, etc.

Multiple recycling is an important aspect of steel (Brimacombe et al., 2005). On the other hand steel production has a significant environmental impact (Its and Least 2017), being one of the major energy-intensive (both electric and thermal) processes and then one of the major CO<sub>2</sub> producer.

The pollution due to the steel production process and the industrial waste produced as well are a relevant issue and require an accurate monitoring (Golmohammadi, et al. 2014). Furthermore, the environmental, electromagnetic and acoustic impacts, due to this production process, are hazardous for the public health (Qing et al., 2015).

The continuous technical improvement of Best Available Technologies (BAT) and of the consequent performances for this specific productive process, impose also to the steel production plants (Directive 2010/75/EU) new technological solutions to reduce their environmental impacts through an integrated approach. According to the Directive 2010/75/EU, in the production of iron and steel important chapters are: the reduction of air emissions, the energy efficiency, the by-product use and the recycling of process scraps (European Commission, 2012). The Council Regulation EU 333/2011 provides the guideline to authorize the use of specific iron scraps in steel and aluminium processes, i.e. iron and steel plant, foundries and aluminium refineries. Finally the Law 128/2019 (art. 14 bis), adopts the European Directive regulating the recycling activities, authorising the regions and provinces (by the local environmental protection agencies) to accredit the companies for the recycling of those waste previously disposed in landfill or burnt in incineration plants (Confindustria, 2018).

The plant taken into consideration, and operating in Friuli Venezia Giulia region, is engaged to minimize its negative impact on environment, through the obtainment of the ISO 14001 certification (2013) and other actions that allow to improve the environmental protection.

This paper focuses in particular on: the improved environmental performances of the plant through the indicator “ton CO<sub>2</sub>emitted/ton steel produced”; the possible synergies with other industrial plants through the use of secondary raw materials as input and scraps as output that can be re-used by other production activities.

## **1. The Iron and Steel plant**

The iron and steel plant taken into consideration is equipped by an electric-arc-furnace and it is located in an industrial area in the province of Udine, in the Friuli Venezia Giulia region. It belongs to a private Group owner of nine forges and one iron and steel plant where the ingots are produced from cast iron and iron scraps fusion. The production activity began in 2007, after the takeover and the revamping of a previous iron and steel plant.

Some technical data. 22,000 m<sup>2</sup> of the industrial site are occupied by the following structures:

1. Production plant structures located inside the iron and steel hangars;
2. Storage plants;
3. Filters for the process gas treatments;
4. Electric main station and sub-stations;
5. Technical structures;
6. Auxiliary structures;
7. Mechanical, electric/automations workshops;
8. Warehouse.

The capacity of the plant is of about 350,000 tons per year. During the year 2017, 121,160 tons of steel were produced.

As secondary/renewable materials of the casting processes, also residues from other plants of the Group are re-used and the ingots produced are principally destined to the forges belonging to the Group, but also to free market, in particular foreign markets.

The certification of the ISO 14001 compliant environmental management system was obtained for the first time in 2013, allowing this plant to improve its environmental performances through a sustainable policy.

## **2. Materials and methods**

A complete analysis of the sustainability of steel production in the FVG region allowed to find out an iron and steel plant, close to Udine, where ingots are produced by the electric fusion of cast iron and iron scraps. To achieve specific and appropriate data and information productive for this research, we visited the plant and interviewed the people in charge of communication and of quality management of the facility. Several e-mails and call phones were useful to carry out a proper picture over the characteristics and production aspects of the plant.

The data refer to the years 2010-2015. The interviews and the relationships with the managers of the plant were finalized in the period June-December 2017.

Data and information collected are presented in Tables 1-5.

### 3. Results and Discussion

#### *A useful indicator*

In Table 1 the amount of fossil fuels consumed, the CO<sub>2</sub> emitted by the plant and a useful indicator for the environmental monitoring (the ratio between CO<sub>2</sub> emitted and steel produced), in the period 2010-2015 are shown.

*Tab. 1 – Fuels consumption, CO<sub>2</sub> emissions, Steel produced and ratio between CO<sub>2</sub> emitted and steel produced by the plant in the period 2010-2015.*

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Methane (m <sup>3</sup> )	397,59	1,703,927	2,115,113	2,828,964	3,366,331	3,207,517
Graphite (ton)	45.02	178.47	262.7	287.36	364.71	415.94
Diesel (ton)	15.15	40.55	4.00	4.18	9.49	3.54
Coal (ton)	48.14	742.67	1,375.14	1,202.65	1,326.18	2,224.71
CO <sub>2</sub> tot. (ton)	1,140	6,568	9,618.48	11,452	12,640	15,191
Steel (ton)	5,843	68,402	79,251	99,922.98	102,232.98	116,878.17
CO <sub>2</sub> (ton)/ Steel (ton)	0.19	0.10	0.12	0.12	0.12	0.13

#### *The incoming and outgoing waste of the plant*

Among the incoming waste the metal scraps used in recovery operations are: millwork scraps (EWC n°100210); ferrous metal filings and turnings (EWC n°120101); waste not otherwise specified, as metal scraps from mechanical processing (EWC n°120199), ferrous metals (EWC n°160117), iron and steel (EWC n°170405).

From 2010 to 2015, the amount of ferrous metal filings and turnings, used as second raw materials by this plant, grew by 61%, while from 2014 to 2015 grew by 101%.

The outgoing waste for the period 2010-2015 are presented in Table 2.



Tab. 2 – Outgoing waste. Period 2010-2015

EWC	100202	100207	100903	150106	161104	170405	170603
Name	Unpro- cessed slags	EAF slags	Furnace slags	Mix pack- aging	Linings and refractories	Iron and steel	Other ma- terials
Physical state	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid	Solid
Store	Heaps	Silo	Heaps	Melted in container	Heaps	Heaps	Big-bags
Origin	LF	Fume plant	EAF/LF pro- duction	Logistics	Production	Maintenance, production	Produce- tion hole
2010 (ton)	-	-	470.740	42.140	-	398.800	0.600
2011 (ton)	2,834.740	1,079.000	7,379.320	44.080	955.980	121.750	-
2012 (ton)	2,133.760	914.270	5,851.230	19.720	243.420	55.970	3.110
2013 (ton)	3,850.090	1,304.420	12,366.520	28.290	1,078.580	2,050.220	9.440
2014 (ton)	4,181.510	1,174.170	11,654.840	23.850	370.320	1,619.340	9.380
2015 (ton)	5,371.220	2,077.980	12,927.880	21.220	1,722.840	1,276.710	15.200

EWC= European Waste Catalogue

LF= Ladle Furnace;

EAF= Electric Arc Furnace

In Table 3 the amount (in ton) of some waste produced by the plant and the ratio between the amount of these waste and the steel produced, in 2015, are shown.

Tab. 3 – Tons of waste produced and ratio with steel amount produced (2015)

EWC	Name	Amount produced (ton)	Waste (kg)/steel produced (ton)
100903	Furnace slags	12,928	111
100202	Unprocessed slags	5,371	46
100207	EAF slags	2,078	18
161104	Linings and refractories from metallurgical processes	1,723	15

The main outgoing waste incidence was due to the production of solid waste (SW) from the exhausted process gas filtration and the waste of the refractory materials. Until now, the Italian legislation did not facilitate the recovery of the SW dust from the process gas, consequently they were recovered in authorized landfill or in other treatment plants.

On the other hand, to reduce the waste production, the recovery of refractory material coming out from the kiln of the process plant was made in situ. These materials are stored for guaranteeing a specific treatment.

In any case, the recovered waste, before the disposal in dedicated plants, are specified in the Integrated Environmental Authorization (IEA) and licensed by Authorities.

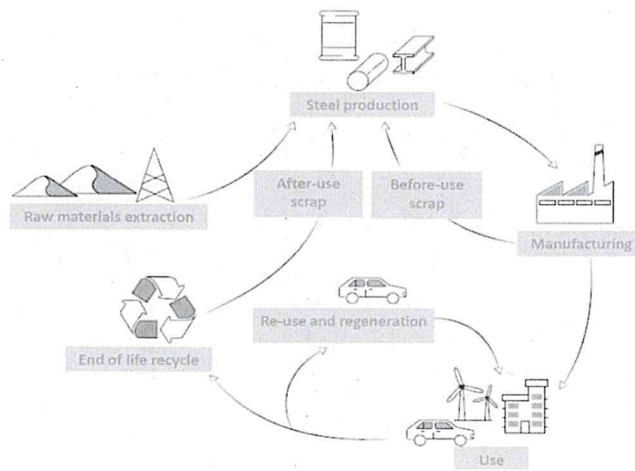
In Table 4 the storage capacity of the steel plant is presented.

Tab. 4 – Storage capacity of the plant

Classification	Total volume (m <sup>3</sup> )
Dangerous waste	172
Non dangerous waste	1,273

### Industrial symbiosis in the steel production sector

Fig. 1 – Industrial symbiosis in the steel production sector (personal elaboration from Federacciai, 2017)



Industrial symbiosis has been defined as the possibility of exchange materials, energetic resources and services among two or more industries

belonging to different sectors (Federacciai, 2017). This economically and environmentally virtuous strategy is particularly applicable in the steel sector, where secondary/renewable materials, coming from other productive activities, can be re-used, allowing to reduce primary resources consumption and waste emissions. Furthermore, many scraps, coming from the steel production activities, can be re-used in the same or other industrial processes.

The incoming waste related to this plant are constituted by: metal scraps that can be received as End of Waste (EoW), according to the Directive 2008/98/EC; scrap waste coming from European countries, submitted to control activities, before its transformation in EoW; iron scraps in quality of waste in simplified procedure, according to Ministerial Decree February 5<sup>th</sup> 1998.

Several are the possibilities to exchange outgoing scraps that can be re-used by other industrial activities: blast kiln slag is a by-product properly used in the cement production; furnace slags, called black slags, (EWC n°100903) coming from the slagging phases of the fused metal of the EAF kiln, are mainly constituted by metal oxides as  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $FeO$ ,  $MgO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $CaO$ : for their chemical composition they can be well re-used both in cement and concrete plants and in building sector and for paving of roads as well; slags by LF can be reused in electric furnace, partially to replace lime; other different typologies of slags can be re-used for water and soil treatment, in agriculture or in glass industry; millwork scrubs, mainly constituted by iron oxides, can be re-used in different sectors, from the chemical industry to the cement production industry; important amount of high value metals (Zn, Pb...) can be recovered from fume abatement, that can be re-used in iron and steel production; exhaust refractories can be re-used for producing new bricks or instead of lime; gases from iron and steel process have a high energetic content and they can supply power to an electric plant; heat waste can be used for a district heating of the close territory (Federacciai, 2017).

## Conclusions

Could we consider the steel production as sustainable one?

The European goal is to become an economy where the product, material and resource value is maintained as longer as possible and where the waste generation is reduced at minimum.

Really, in an iron and steel plant, there are not sustainable technologies allowing to shoot down in a drastic way the environmental pollution due to

the combustion of fossil fuels. Nevertheless, the iron and steel plant taken into consideration from 2010 to 2015 was able to reduce, before, and take under control, after, the GHG emissions.

Furthermore, considering the main role of steel production in circular economy, through the industrial symbiosis the plant could interact in a more sustainable way with other industrial activities, exchanging materials in input and output, adopting a responsible and sustainable strategy for reaching important environmental goals.

At present, in Italy the steel production sector has many criticalities due to the industrial/economic crisis of the nation: the entry into force of the new law on “end of waste” could improve the recycling sector through more interaction among companies and consequently the creation of new job places.

## References

- Blair, M.; Stevens, L. Steel castings handbook. ASM International, 1995.
- Brimacombe, L.; Coleman, N.; Honess, C. Recycling, Reuse and Sustainability of Steel. Millennium Steel, 2005, 31-36.
- Confindustria. Il ruolo dell'industria italiana nell'economia circolare. 2018. Available on line: [https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/rifiuti/direttive\\_rifiuti/contributi/Confindustria.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/rifiuti/direttive_rifiuti/contributi/Confindustria.pdf) (November 15th, 2019).
- Council Regulation (EU) N° 333/2011 of 31 March 2011, establishing criteria determining when certain types of scrap metal cease to be waste under Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council.
- Directive 2008/98/EC, establishing a framework for the setting of eco-design requirements for energy-using products.
- Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions for iron and steel production.
- European Commission. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production Industrial Emissions Directive 2010/75/EU. 2012. Available on line: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/reference-reports/best-available-techniques-bat-reference-documentforiron-and-steel-productionindustrial-emissions> (November 30th, 2019).
- Federacciai. Rapporto di sostenibilità, 2017.
- Foraboschi, P. Versatility of steel in correcting construction deficiencies and in seismic retrofitting of RC buildings. *Journal of Building Engineering*, 2016, 107-122.
- Golmohammadi, R; Giah, O; Aliabadi, M; Darvishi, E. An Intervention for Noise Control of Blast Furnace in Steel Industry. *Journal of Research in Health Science*, 2015, 14(4), 287-290.
- Its, W.R.; Least, EBA. The road from Paris: the European Union's progress towards its climate pledge. Natural Resources Defence Council (NRDC). 2017 Available

on line: <https://www.nrdc.org/sites/default/files/parisclimate-agreement-progress-2017-eu-ib.pdf> (November 25th, 2019).

Law 128/2019, di conversione del D.L. 3 settembre 2019, N° 101 che ha introdotto l'art. 14-*bis* "Cessazione della qualifica di rifiuto".

Qing, X; Yutong, Z.; Shenggao, L. Assessment of heavy metal pollution and human health risk in urban soils of steel industrial city (Anshan), Liaoning, Northeast China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2015, 120, 377-385.