



Marcela Villarreal
Chiara Tonelli
Catia Bastioli

SOSTenibilità

TRE LEZIONI SULL'AGENDA 2030

Presentazione di
Fabrizio De Filippis

5 Lezioni Magistrali
di Roma Tre

Lezioni Magistrali di Roma Tre

5

Marcela Villarreal, Chiara Tonelli, Catia Bastioli

SOS^tenibilità

Tre lezioni sull'Agenda 2030

Presentazione di
Fabrizio De Filippis



Roma Tre-Press
2022

LEZIONI MAGISTRALI DI ROMA TRE

5

Marcela Villarreal, Chiara Tonelli, Catia Bastioli


SOSTenibilità

Tre lezioni sull'Agenda 2030

Coordinamento editoriale

Gruppo di lavoro *Roma TrE-Press*

Cura editoriale e impaginazione

teseo  **editore** Roma teseoeditore.it

Caratteri grafici utilizzati: Minion Pro Regular (copertina e frontespizio).
Bodoni 72 Book; Minion Pro Italic (testo).

Il volume è stato stampato, in un numero limitato di copie, su carta Tintoretto delle cartiere Fedrigoni (copertina) e Soporset (interni).

Edizioni *Roma TrE-Press* ©

Roma, marzo 2022

ISBN 979-12-5977-071-4

<http://romatypress.uniroma3.it>

Quest'opera è assoggettata alla disciplina Creative Commons attribution 4.0 International Licence (CC BY-NC-ND 4.0) che impone l'attribuzione della paternità dell'opera, proibisce di alterarla, trasformarla o usarla per produrre un'altra opera, e ne esclude l'uso per ricavarne un profitto commerciale.



L'attività della *Roma TrE-Press* è svolta nell'ambito della Fondazione Roma Tre-Education, piazza della Repubblica 10, 00185 Roma.

Indice

Fabrizio De Filippis

Presentazione 7

Marcela Villarreal

SDG 2 Fame zero
Can hunger be eradicated by 2030? 15

Chiara Tonelli

SDG 11 Città e comunità sostenibili
Ecologia e tecnologia, la rima per l'architettura sostenibile 37

Catia Bastioli

SDG 12 Consumo e produzione responsabili
Bioeconomia circolare per la rigenerazione ambientale
dei territori: il caso Novamont 57

Note biografiche 77

*Fabrizio De Filippis**

Presentazione

Roma Tre è sempre stata sensibile alla sostenibilità, nelle sue molteplici dimensioni oltre quella strettamente ambientale, prima ancora che essa divenisse un tema obbligato: raccolta differenziata, mobilità sostenibile, distributori d'acqua e borracce per gli studenti, gestione del verde, supporto alla disabilità, sono azioni su cui l'Ateneo è da tempo impegnato. Poi è arrivata Greta Thunberg, che ha innescato l'esplosione politica e mediatica della sostenibilità a livello globale, specialmente tra i giovani.

Il rettore Luca Pietromarchi ha subito colto l'importanza della sfida che questo fenomeno lanciava a livello di formazione e informazione universitaria. L'intuizione è stata quella che l'università potesse e dovesse fare molto di più di assecondare e accompagnare la sensibilità emergente sulla sostenibilità, investendo sul tema con le proprie risorse e nei propri campi di competenza: Ricerca, Didattica, Terza missione.

È nata così, a fine 2019, l'idea di creare un prorettorato dedicato allo sviluppo sostenibile e di insediare un gruppo di lavoro interdipartimentale sull'Agenda 2030 delle Na-

* Prorettore vicario con delega alle attività formative sullo sviluppo sostenibile.

zioni Unite, con un doppio mandato: da un lato, censire le attività di ricerca e terza missione esistenti a Roma Tre sulla sostenibilità in senso lato, nelle sue dimensioni economiche, sociali, politiche e culturali oltre che ambientali e tecnologiche; dall'altro, esplorare la possibilità di progettare – a livello di Ateneo – una attività formativa multidisciplinare sull'Agenda 2030.

Al gruppo hanno aderito tutti i dipartimenti con propri delegati (Prospetto 1), avviando un lavoro serrato di riunioni, confronti, conoscenza e contaminazione reciproca tra colleghi e approcci disciplinari diversi che già di per sé è stato un risultato importante. In questo contesto ha preso corpo il progetto di un insegnamento multidisciplinare sull'Agenda 2030, gestito a livello di Ateneo, che portasse nella stessa aula studenti di tutti i dipartimenti e che fosse incardinabile nei piani di studio di qualunque corso di laurea di Roma Tre: “pazza idea”, considerando gli steccati disciplinari che governano e limitano i format della didattica universitaria, ma che in qualche modo siamo riusciti a gestire.

Nella fase di avvio del corso eravamo preoccupati che l'iniziativa fosse favorevolmente recepita dal corpo studentesco, ma l'adesione è andata oltre le più rosee aspettative, con quasi 500 studenti – provenienti da tutti i dipartimenti e appartenenti a corsi di laurea sia triennale che magistrale – che hanno scelto di inserire l'insegnamento nel proprio piano di studio.

Il disegno del corso è stato orientato a sottolineare la forza ideale e la valenza politica dell'Agenda 2030, valorizzandone l'approccio olistico e multidisciplinare; ma anche a promuovere una lettura critica del suo impianto e dei suoi 17 obiettivi, i *Sustainable development goals* (SDG). L'idea è stata quella di esplorare le sinergie ma

anche i *trade off* e i conflitti che possono insorgere tra alcuni dei *Goals* dell'Agenda, insieme alla diversa percezione della loro gerarchia nei diversi contesti di sviluppo: basti pensare a come possano risultare diversamente compatibili, se non addirittura apertamente conflittuali, obiettivi quali la conservazione dell'ambiente e la lotta alla povertà, la crescita economica e la riduzione delle disuguaglianze, lo sviluppo generalizzato a livello globale e la mitigazione dei cambiamenti climatici.

Certamente l'idea del corso sull'Agenda 2030 è stata trainata dalla drammatica attualità delle questioni ambientali, dalla crescente sensibilità dei movimenti giovanili sui temi dello sviluppo sostenibile e dalla necessità di fare qualcosa di concreto per sostenerla, ma il suo obiettivo non è reclutare attivisti. Piuttosto, si tratta di approfondire e discutere temi sui quali circola una informazione abbondante ma spesso emotiva e di bassa qualità, per analizzare la loro complessità e gettare le basi per costruire su di essi – oltre a una sensibilizzazione civile e politica ben documentata – percorsi formativi e competenze a livello universitario.

Di qui un programma di 18 “lezioni” comuni (Prospetto 2) affidate a relatori di alto livello, soprattutto esterni a Roma Tre, con cui è stata assicurata una ragionevole copertura dei 17 SDG dell'Agenda 2030; per poi affidare a una squadra di docenti dei singoli Dipartimenti il compito di guidare gli studenti in percorsi di approfondimento su temi specifici o sulle tante trasversalità esistenti nell'Agenda.

Le lezioni – tutte disponibili online¹ – sono state molto

¹ <https://www.youtube.com/playlist?list=PLc_XFSGMW0SJK7fOWE1FGCa2zmKx8Ydy>.

interessanti, sia nella esposizione dei relatori sia nelle loro risposte alle tante domande che gli studenti hanno posto nelle parti dedicate al dibattito, spaziando tra curiosità e collegamenti per nulla scontati e sempre stimolanti. Tra tutte, abbiamo scelto le tre lezioni che pubblichiamo in questo volume. Le abbiamo scelte perchè riguardano temi centrali nell’impianto dell’Agenda 2030 – la lotta alla fame, le città sostenibili, l’economia circolare – e perché sono state tenute da tre relatrici che rappresentano altrettante eccellenze nei loro campi professionali, dentro e fuori l’accademia: Marcela Villarreal, direttrice di divisione della FAO, Catia Bastioli, ricercatrice e amministratore delegato di Novamont, e la nostra Chiara Tonelli, docente di Tecnologia dell’Architettura ed esperta di edilizia sostenibile.

L’incrocio di queste tre competenze, apparentemente così lontane, incarna l’approccio multidisciplinare dell’Agenda 2030, in cui scienziati, economisti, architetti, umanisti, sono imperativamente chiamati a dialogare tra di loro per gestire la complessità della sfida dello sviluppo sostenibile.

Come scrive Chiara Tonelli, “dobbiamo cercare nuove strade possibili per andare incontro al cambiamento senza temerlo” (p. 53), per affrontare una transizione ecologica che “fa parte della più ampia transizione verso economie e comunità sostenibili attraverso l’uso di energie rinnovabili, l’adozione di tecniche di risparmio energetico e l’attenzione all’impatto ambientale” (p. 40). Catia Bastioli le fa eco, invocando “un nuovo illuminismo caratterizzato da un equilibrio migliore tra uomo e natura, tra mercati e legge, tra consumo privato e beni pubblici, tra globale e locale, tra pensiero a breve e lungo termine, tra giustizia sociale e incentivi per l’eccellenza” (p. 73); e sottolineando come “occorre contaminarsi con i diversi saperi, analizzare

i problemi da diverse angolazioni e prospettive; occorre apertura verso il nuovo guardando al passato come bagaglio di conoscenze” (p. 59). Più in generale, come ricorda Marcela Villarreal, l’Agenda 2030 è un insieme di obiettivi irrimediabilmente legati, e nessuno di essi può essere perseguito da solo, senza mobilitare tutti i settori e tutte le competenze della società: con le parole del suo splendido inglese, “the SDGs, as a set of inextricably linked development goals, cannot be addressed separately (...) without the ample and committed participation of all sectors of society, from government to civil society, to the private sector, academia and parliamentarians” (p. 33).

Prospetto 1 – Il gruppo di Lavoro interdipartimentale di Roma Tre sull’Agenda 2030

Architettura

Chiara Tonelli

Economia

Pasquale De Muro

Economia Aziendale

Roberto Merli

Filosofia, Comunicazione e Spettacolo

Federica Giardini

Giurisprudenza

Andrea Farì

Ingegneria

Aldo Fiori

Ingegneria industriale, elettronica e meccanica

Francesco Asdrubali

Lingue, Letterature e Culture Straniere

Francesco Fiorentino, Luca Ratti

Matematica e Fisica

Elisabetta Mattei, Sebastian Lauro

Scienze

Thomas Abeli, Sveva Corrado

Scienze della Formazione

Giuseppe Carrus

Scienze Politiche

Cristiana Carletti

Studi Umanistici

Alberto D'Anna, Isabelle Dumont

***Prospetto 2 – Il corso di Roma Tre sull'Agenda 2030 -
Incontri della parte comune***

L'Agenda 2030: una sfida globale, Enrico Giovannini (Ministro delle infrastrutture e della mobilità sostenibili)

SDG 1: Povertà zero, Sabina Alkire (Oxford University, UK)

SDG 2: Fame zero, Marcela Villarreal (FAO)

SDG 3: Salute e benessere, Paolo Emilio Puddu (Université de Caen Normandie, France)

SDG 4: Istruzione di Qualità, Fernando Reimers (Harvard University)

SDG 5: Uguaglianza di genere, Linda Laura Sabbadini (Istat)

SDG 6: Acqua pulita e igiene, Richard Connor (Nazioni

Unite), Alfonso Pecoraro Scanio (Fondazione Univerde)

SDG 7: Energia pulita e accessibile, Francesco Starace (ENEL), Valeria Termini (Roma Tre)

SDG 8: Lavoro dignitoso e crescita economica, Gianni Rosas (ILO), Pasquale Tridico (INPS)

SDG 9: Innovazione, infrastrutture e imprese, Carlo Pietrobelli (Roma Tre), Alberto Pozzolo (Roma Tre)

SDG 10: Disuguaglianze e giustizia sociale, Fabrizio Barca (Forum Disuguaglianze Diversità), Elena Granaglia (Roma Tre)

SDG 11: Città e comunità sostenibili, Chiara Tonelli (Roma Tre), Ermete Realacci (Fondazione Symbola)

SDG 12: Consumo e produzione responsabili, Catia Bastioli (Novamont)

SDG 13: Lotta al cambiamento climatico, Massimo Frezzotti (RomaTre)

SDG 14 e 15: La vita sott'acqua e sulla terra, Piero Genovesi (ISPRA), Roberto Danovaro (Stazione Zoologica A. Dohrn di Napoli)

SDG 16 e 17: L'impact economy per l'Agenda 2030, Giovanna Melandri (Human Foundation), Carlo Borgomeo (Fondazione Conilsud)

SDG 17: L'Agenda 2030 nella dimensione multilaterale, Emanuela C. Del Re (Camera dei Deputati), Giorgio Marra-podi (Ministero Affari Esteri e Cooperazione Internazionali)

SDG 17: L'Agenda 2030 nella strategia globale dell'UE e dell'Alleanza atlantica, Nathalie Tocci (Istituto Affari Internazionali), Fabrizio Luciulli (Comitato Atlantico Italiano)

*Marcela Villarreal**

Can hunger be eradicated by 2030?

1. Introduction: hunger today in a flawed food system

In 2015 the world committed to eradicate hunger by 2030 through the adoption of Sustainable Development Goal 2 (SDG2) “Zero Hunger” within the 2030 Agenda for Sustainable Development adopted by all United Nations Member States. At the time, this commitment seemed ambitious but within reach, as more than 72 countries had been able to achieve Millennium Development Goal 1, which in year 2000 tasked countries to cut hunger by half by 2015. After years of slow but constant decline, hunger started increasing in 2014, depicting a concerning reversal in the positive trend that spanned several decades.

Today, more than 800 million persons suffer chronic hunger worldwide, up from 690 million in 2019. Several major drivers have caused this increase, including conflicts, climate variability and extremes, and economic downturns. Underlying all of these are poverty and persistent and increasing levels of inequality. In 2020 the

* Director, Division of Partnerships and UN Collaboration, FAO.

COVID-19 pandemic and its containment measures resulted in a major hike in the number of undernourished people worldwide, putting the world even more off track to reach SDG2.

At the same time that hunger has been increasing in the world since 2014, other forms of malnutrition such as overweight and obesity are on the rise in both rich and poor countries and among adults and children too. Today, around 2 billion people are overweight including some 672 million obese. While in 2012 the percentage of obese adults in the world was 11.7, by 2016 it had reached 13.2% with a steady rise every year. It is forecasted to reach 20% by 2030 (FAO et al., 2020), or about 1.7 billion persons. The prevalence of obesity and overweight is closely related to the lack of access to healthy and nutritive diets. In 2020 around 3 billion persons could not afford healthy diets due to their higher cost relative to unhealthy alternatives such as fast food (FAO et al., 2020).

Seen as a system, the world food system is profoundly flawed: it produces massive and increasing hunger and simultaneously produces growing numbers of overweight and obese persons, and while hunger increases, about one third of all food produced is either lost or wasted ¹.

2. SDG2 and its interconnectedness

SDG2 aims to eradicate hunger from the world by 2030 but goes far beyond ending hunger, as it aims to attain food

¹ FAO calculates that 14% of all food produced is lost from farm to distribution (FAO 2019a) and UNEP estimates that 17% of food is wasted during the consumption process (UNEP, 2021).

security for all, improve nutrition and promote sustainable agriculture. Each one of these elements are complex and require both a multi-sectoral and a multi-stakeholder approach to be addressed. Furthermore, their achievement is closely interlinked and cannot be attained without other SDGs. In fact, SDG2 together with SDG1 – *Reducing Poverty* – are considered to underpin the entire *Agenda*.

SDG2's specific ambitions are to achieve universal access to safe and nutritious food (Target 2.1), end all forms of malnutrition (Target 2.2), double the productivity and income of small-scale farmers (Target 2.3), attain sustainable food production and resilient agricultural practices (Target 2.4), and to maintain genetic diversity in food production (Target 2.5). Although the concept of *food system* is not explicit in the *Agenda*, the approach brings together fundamental elements of the food system, by addressing not only hunger but all forms of malnutrition (including overweight, obesity and micronutrient deficiency), a clear link to health through healthy diets, the sustainability of production, agrobiodiversity, the centrality of small holders and the resulting resilience of the system when these elements are adequately addressed.

Small holder farmers are an essential part of the attainment of SDG2, as they are the backbone of agriculture throughout the world. Small farms are pervasive worldwide (84% of all farms have less than 2 hectares (LOWDER et al., 2021) and host a substantial portion of the world's population (3 billion persons). They produce about 34% of global food supply and occupy only 24% of global cropland (IFAD 2021). However, poverty is concentrated in small scale farms (70% of world extreme poverty (FAO, 2017)) where farmers are frequently below subsistence level and suffer from chronic hunger.

SDG2 is thus closely connected to SDG1.

Small-scale farms withstand the worst of the risks of agriculture, mostly relying on rain and directly exposed to weather shocks that are increasing with climate change (SDG13). These risks make them vulnerable and create a strong barrier to their access to credit. Chronic underinvestment in infrastructure, such as water storage, irrigation and food storage, leaves smallholder farmers particularly vulnerable (IFAD 2021).

Globally, 43% of the agricultural labour force is female and yet, women lack access to all the productive resources that would allow them to increase their productivity and production. A seminal study found that if women had the same access that their male counterparts – no matter how poor – already have to these productive resources (including land, credit, extension, technical assistance and inputs), the production and productivity of women’s farms would significantly increase, resulting in a decrease of world hunger of more than 100 million people (FAO, 2011). Rural women’s access to productive resources would also go a long way in terms of their economic empowerment. Gender inequalities are one of the structural underlying factors of chronic hunger, resulting not only in higher levels of food insecurity among women in all regions of the world [Fig. 1] but in higher levels of food insecurity for the whole society. Gender equality and women’s empowerment (SDG5) is fundamental to the achievement of SDG2.

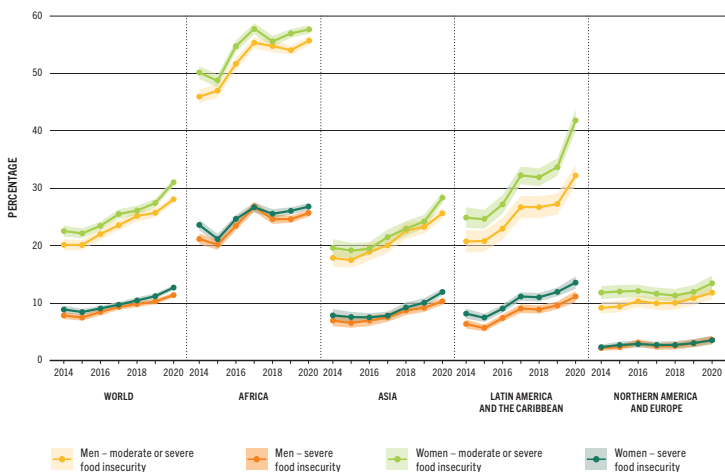


Fig. 1 – Food insecurity is higher among women than men
(Source: SOFI, 2020)

SDG2 is intrinsically linked with virtually all SDGs of the *Agenda*: poverty reduction (SDG1); health outcomes through access to safe and nutritious food (SDG3); education (SDG4) – which increases rural resilience (FAO, 2021a); gender equality (SDG5), access to water (SDG6) – agriculture consumes 70% of the world’s freshwater; access to energy for agriculture (SDG7); decent work in rural areas – necessary to buy food – (SDG8); innovation and infrastructure especially in the rural areas (SDG9); reduction of inequality (SDG10); sustainable consumption and in particular reduction of food loss and waste (SDG12, target 12.3); fight against climate change (SDG13); sustainable fisheries (SDG14); combatting desertification and biodiversity loss (SDG15); and attainment of peace as conflict (SDG16), a major driver of food insecurity. The achievement of SDG2 will thus be an accelerator of the entire *Agenda*.

3. Causes of increasing hunger

World hunger steadily decreased from the beginning of the millennium until 2014, when numbers of undernourished people started increasing slowly, reversing a long positive trend [Fig. 2]. In 2020 the Covid pandemic and related containment measures generated a huge hike in numbers, and an unprecedented setback to the world's efforts to eradicate hunger. Unless bold actions are taken – especially those needed to address inequality in access to food – new projections show that hunger will not be eradicated by 2030. Even if hunger declines after the peak generated by the pandemic, these projections estimate that some 660 million will be undernourished in 2030, 30 million more than previous projections, showing the lasting effects of the pandemic on global food security (FAO et al., 2021).

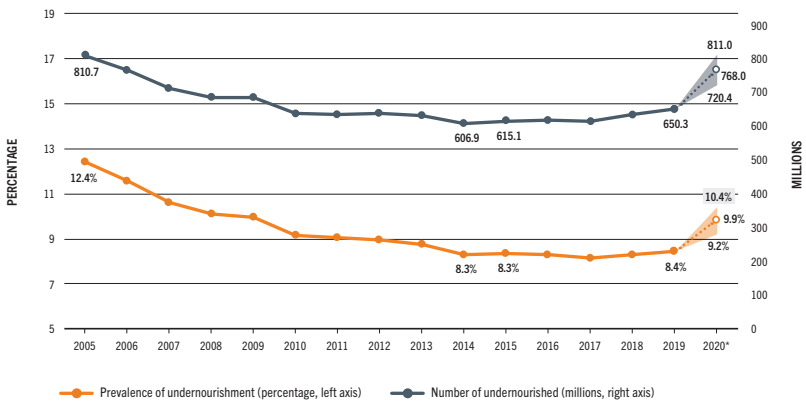


Fig. 2 – Prevalence of Undernourishment and Number of Undernourished, 2005-2020 (Source: SOFI, 2021)

The increase of world hunger from 2014 can be mostly attributed to armed conflict, climate variability and extremes and economic slowdowns and downturns. The pandemic vastly magnified the economic causes, while increasing both poverty and inequality, which, in turn, exacerbate the effects of both conflict and climate change. While conflict, climate change and economic downturn are external forces acting on food systems, there are also internal forces producing negative outcomes, such as the high cost of healthy diets, which makes them inaccessible to the poor and further contribute to enhance inequalities (FAO et al., 2020).

3.1 Climate Change: too little or too much water

Climate change has been a major factor in the increase in both chronic and acute food insecurity in the world and is expected to intensify its negative effects in the future. The agriculture sector (including fisheries and forestry) and especially the small-scale farmers are disproportionately affected by climate change. At the same time, agriculture is a significant contributor to greenhouse gas emissions² and because of this has a sizeable mitigation potential (FAO, 2016).

The main impacts of climate change on agriculture, fisheries and forestry (FAO, 2016) include: increased frequency and intensity of extreme climate events such as heat waves, droughts and floods; decrease in fresh water

² Of the sources of specific GHG emissions from agriculture (FAO, 2019b FAOSTAT), the most significant contribution at the global level – amounting to 40 percent in CO₂ equivalent – comes from enteric fermentation in ruminants (major source of methane emissions), followed by deforestation, manure left on pasture (16 percent), the use of synthetic fertilizers (12 percent) and rice cultivation (10 percent).

resources, leading to water scarcity in arable areas; sea-level rise and coastal flooding, leading to salinization of land and water, and risks to fisheries and aquaculture; water and food hygiene and sanitation problems; changes in water flows impacting inland fisheries and aquaculture; temperature increase and water scarcity affecting plant and animal physiology and productivity; beneficial effects on crop production through carbon dioxide *fertilization*; detrimental effects of elevated tropospheric ozone on crop yields; changes in plant, livestock and fish diseases and in pest species; damage to forestry, livestock, fisheries and aquaculture; acidification of the oceans, with extinction of fish species.

By far, the largest impact of climate change on agriculture is through droughts, affecting mostly Africa and Central and South America, followed by floods affecting mostly Asia. From the point of view of the farmer, the most devastating impacts can be traced to water – either too little or too much. Central America, in particular Guatemala, Honduras and El Salvador is experiencing one of the worst droughts of the last ten years, putting over 3.5 million persons in need of urgent humanitarian assistance in the Dry Corridor. Small scale farmers are the most affected, with loss of livelihoods, decapitalization of household economies and impoverishment resulting in extensive acute food insecurity and prompting migration to urban centers or other countries. Drought-related acute malnutrition is resulting in famine in the southern parts of Madagascar.

Land degradation and desertification are a strong and increasing factor in future food insecurity. While more than 75% of Earth's land area is already degraded, by 2050 it could increase to 90%³.

³ See the European Commission's World Atlas of Desertification. According

According to *The State of Food and Agriculture 2016*, global warming is expected to result in both gains and losses in the productivity of crops, livestock, fisheries and forestry until about 2030, depending on the conditions of specific contexts. However, from that time on, the negative impacts of climate change on agricultural yields will become increasingly severe in all regions of the world. In tropical developing regions, adverse impacts are already causing poverty and hunger in vulnerable households and communities.

Losses in agricultural production and productivity⁴ resulting from extreme weather and variability are expected to result in an increase in both international food prices and the number of people at risk of food insecurity. These losses will affect mostly low-income rural populations and countries with a high dependency on agriculture.

Although climate change poses concrete threats to future food security, the likely impacts will differ by region, country and location and will affect different population groups according to their vulnerability. Future food security trends will also be influenced by overall socio-economic conditions, which, in turn, have implications for the vulnerability of countries and populations around the world.

to the Joint Research Centre, an area of about half of the EU (4.2 million square kilometres) is degraded annually, with Africa and Asia being the most degraded (CHERLET et al., 2018)

⁴The impact on yields by the year 2100 under high emission climate scenarios ranges between -20 and -45 percent for maize, between -5 and -50 percent for wheat, between -20 and -30 percent for rice, and between -30 and -60 percent for soybean (ROSENZWEIG et al., 2013)

3.2 Conflict

The 2030 *Agenda* states that peace is both a precondition for development and a development outcome in its own right: “... *there can be no sustainable development without peace and no peace without sustainable development*”⁵. Regarding food security, this statement is particularly pertinent, as there can be no peace without food security and no food security without peace. Indeed, armed conflict is one of the major drivers of food insecurity. Whereas conflict results in hunger in all regions of the world, hunger may – but does not always – result in conflict.

3.2.1 Conflict leads to hunger

Conflicts affect all dimensions of food security, as they typically disrupt or halt food production at the same time as they upset people’s livelihoods and their ability to earn incomes. In some cases they constrain people to flee for their lives, leaving them more vulnerable and depending on aid to access food. Nine of the ten largest food crisis in the world in 2021 were due to conflict situations. In some countries, the population suffering acute hunger (those in emergency, crisis or famine situation) is a large percentage of the population. For example, in Yemen 16.1 million persons, equivalent to 54% of the population and in South Sudan 7.2 million persons or 60% of the population were in this situation (GRFC 2021). Throughout the world, conflict means hunger and those who are most affected tend to be children.

⁵ UNGA Resolution 70/1 Transforming our world: the 2030 *Agenda for Sustainable Development*.

<https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf>.

3.2.2 *Hunger may cause conflict*

Hunger may result in conflict, as verified throughout history, whereby the hungry have sparked protests, riots or widespread movements that have threatened the stability of governments and even toppled regimes. From ancient Egypt, with the first documented hunger strike by necropolis workers⁶, passing by the ignition of the French Revolution, to the more recent food riots during the crisis of 2007-2008 caused by skyrocketing food prices⁷, there are many instances where hunger has initiated or led to conflict.

Hunger has been used purposely as a war weapon, be it in sieges or in ethnic warfare to provide advantage to one group over another. It is indeed a powerful weapon.

3.3 *Economic downturn*

Economic downturns and slowdowns result in increased food insecurity as they tend to increase both poverty and inequality, which are underlying structural causes of hunger and malnutrition in all its forms (FAO et al., 2020). The Covid pandemic is a case in point, as it created major economic downturn, resulting in loss of jobs and livelihoods and consequently, over one hundred million additional persons became food insecure in 2020.

Poverty and inequality amplify the negative effects of climate change and armed conflict, especially for the most vulnerable, further exacerbating inequalities related to

⁶ In 1159 B.C., the necropolis workers at Deir el-Medina halted work to march toward the city shouting “We are hungry!” (WILKINSON, 2013)

⁷ Violent food riots or demonstrations resulting in dozens of deaths took place in Haiti, Egypt, Cote D’Ivoire, Cameroon Mozambique, Uzbekistan, Yemen and Indonesia.

gender, age and ethnicity (FAO et al., 2020). Economic downturns have disproportionate effects on low-income populations where inequality is greater, as they use a higher share of their incomes to buy food (FAO et al., 2019). Food price variability affects them disproportionately too.

FAO reported the highest food price increase in 30 years in November 2021, reflecting soaring costs of cereals and vegetable oils around the world, caused by a variety of factors related to the pandemic (disruptions in supplies, factory closures, political tensions), and to climate change, considered to be behind the poor harvests of major production countries [Fig. 3]. The price of wheat, a major staple for a significant portion of humanity, had increased 40% in one year (FAO, 2021b).

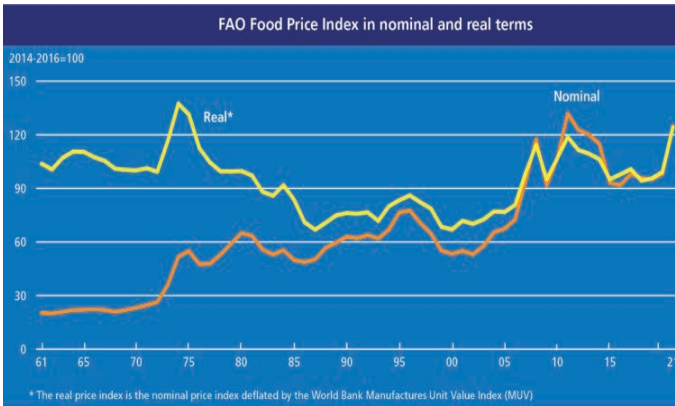


Fig. 3 – FAO Food Price Index, 1965-2021 (Source: FAO)

4. Threats to the food system

The food system faces numerous threats, both internal and external. These threats vary in time and intensity and include those brought about by such diverse agents as viruses, pests, toxins and micro-organisms as well as human behaviour. This section will address just a few of them, chosen because of their impact on food security, either currently or into the future bearing longer term risks.

4.1 Desert locusts and the Fall Armyworm

Desert locusts have been identified as the world's most devastating pest. Already known to the Egyptian pharaohs, around 3200 B.C., they are referred to in the Bible as well as in the Torah, and have been ravaging livelihoods and food security throughout thousands of years. They commonly live in deserts from Mauritania to India in their solitary form, but with adequate climatic conditions they convert into their gregarious form (*Schistocerca gregaria*), undergoing transformations in their body size, color, eating ability and breeding speed to form bands, swarms and eventually a full-blown plague if conditions remain favourable for breeding⁸. Climate change has facilitated and made more frequent the conditions for outbreaks and swarm and plague formation.

In their gregarious form, locusts can eat about the equivalent of their body weight (2 grams) per day. FAO calculates that a swarm of just 1 square kilometer can consume as much food as would be eaten by 35,000

⁸ FAO, n.d. <<http://www.fao.org/ag/locusts/en/archives/1032/index.html>>.

people (or six elephants) in a single day⁹. With specific climatic conditions they are able to multiply 20-fold in three months and reach densities of 80 million per square kilometer. One million locusts can eat about two tonnes of food each day, and the largest swarms can consume over 100 000 tonnes each day, or enough to feed tens of thousands of people for one year.

Locusts have a highly developed migratory capacity, with the ability to travel up to 150 km per day (they are carried by winds), easily going across borders and even continents. They routinely traverse the Red Sea – a distance of 300 kms.

In 2020 a major plague broke out, strongly contributing to the increasing numbers of food insecure persons in many African and some Asian countries. In Yemen, the devastating effects of the locusts were compounded with the conflict situation, leaving more than half of the population in a situation of extreme food insecurity.

The Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is a rapidly expanding transboundary pest that is causing massive damage to crop production in Africa and Asia¹⁰. Endemic to Central America, where it is controlled through its local predators, it was first reported in West Africa in 2016 and in less than two years had covered East Africa and was widely spreading in India¹¹. Today it is present in 77 countries. This moth can fly up to 100 kms per night and causes significant damage to crops. With a

⁹ FAO Desert Locust Information Service. <<https://www.fao.org/resilience/resources/resources-detail/en/c/278608/>>.

¹⁰ <<https://www.fao.org/documents/card/en/c/18503EN/>>.

¹¹ It was first detected in China in the province of Yunnan in January 2019.

preference for grass species, especially maize and sorghum, it feeds on more than 350 plant species. Estimating the effects on food security has numerous methodological and national monitoring capacity issues, but the data available shows a massive impact. For example, in Ethiopia the Fall armyworm was estimated to cause an average annual loss of 36% of maize production, equivalent to per capita maize consumption of 4 million persons¹². In China, the yearly yield losses in 2019 were estimated at 3%¹³.

4.2 Viruses: African swine fever and Avian flu

Zoonosis have been rapidly increasing in the last few decades. This increase has been attributed to a variety of factors, including the increase in deforestation that alters the environment of natural reservoirs of viruses, allowing contact with domestic animals and humans (MORAND and LAJAUNIE, 2021).

The African Swine fever (ASF) is a highly contagious haemorrhagic fever caused by a virus¹⁴ with a mortality rate of almost 100% as it currently has no vaccine and no cure. The disease is thought to have been created through contacts between domestic pigs and wildlife species, in particular with warthogs¹⁵. Endemic to Africa,

¹² ABRO et al. 2021. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257736>>.

¹³ Source: National Task Force established under the FAO-led Global Action initiative

¹⁴ A unique, enveloped, cytoplasmic, double-stranded DNA arbovirus, which is the sole member of the Asfarviridae family. <<https://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/empres/ASF/Virology.html>>.

¹⁵ Ornithodoros ticks and African wild suids – asymptomatic carriers – are the natural reservoir hosts of ASFV.

it was introduced in Europe in 2007 and in China in 2018. Since its introduction, more than 200 million domestic pigs have had to be culled (MASON-D'CROZ et al., 2020) sparking an increase in global pork meat prices of 40%. In China alone, economic loss due to outbreaks between August 2018 and July 2019 has been calculated to account for 0.78% of Gross Domestic product in 2019 (YOU et al., 2021).

Avian influenza is a highly contagious viral disease¹⁶ that is also transmitted from wild to domestic animals, in this case poultry, causing major losses among big producers and jeopardizing the livelihoods and food security of small scale backyard producers of poultry (mostly women), who are the backbone of production in South East Asia. Wild birds are natural hosts and reservoirs of the virus, and through migration have contributed to the global spread and recurrent occurrences of several intercontinental avian influenza epidemics since 1996, of which the first known emergence was in Asia. However, the main risk factor for the spread of the deadly virus is poultry trade¹⁷. Although some of the many strains of the virus can infect humans, recent strains¹⁸ have only had sporadic human to human contagion.

4.3 Anti-microbial Resistance (AMR)

The misuse or overuse of antimicrobials (medicines used

¹⁶ Avian influenza viruses are either high or low pathogenic viruses (HPAI and LPAI, respectively). The current classification of subtypes is based on the Hemagglutinin (H) and Neuraminidase (N) genes. 18 H and 11 N subtypes are known to exist in nature. The H5Nx, H7Nx, and H9Nx subtypes are closely monitored for zoonotic potential, particularly H5N1, H5N6, H7N9, H9N2.

¹⁷ <<https://www.fao.org/animal-health/avian-flu-qa/en/>>.

¹⁸ The deadly 1918 Spanish Flu was an influenza A(H1N1) of avian origin.

to prevent and treat infections in humans, animals and plants) has led to changes in the bacteria, viruses and fungi that make them resistant to these medicines. The World Health Organization (WHO) has identified AMR as one of the top ten global public threats facing humanity¹⁹. Projections estimate at 10 million the number of yearly deaths by 2050 if trends continue at the current rate. Antimicrobials are used widely in agriculture and fisheries and AMR causes production losses, damages livelihoods and jeopardizes food security²⁰. Antibiotics are used widely to treat diseases of both aquatic and terrestrial animals²¹ and resistant microorganisms can contaminate the food chain. For example, 70-80% of antibiotics given to fish are excreted into water and spread rapidly through water systems. AMR creates major threats to food safety and to the possibility of accessing adequate and sufficient food for all.

5. Addressing threats: the need for a strong Multilateral system

Some of the major threats to the global food system are of a transboundary nature, including pests and viruses that quickly move across and between continents. The Covid19 pandemic has increased awareness of the futility of localized responses for transboundary threats. The multilateral

¹⁹ <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>>.

²⁰ <<https://www.fao.org/antimicrobial-resistance/background/what-is-it/en/>>.

²¹ Data limitations and poor surveillance in many countries make it difficult to estimate the global consumption of antibiotics in agriculture. Estimates range from 63,000 to 240,000 tonnes/yr.

system has set up responses including multi-country early warning, monitoring and control systems and country level capacity development programmes that have helped to control and in many cases to avert major outbreaks.

For example, FAO works together with WHO and the Organization for Animal Health (OIE) to monitor, assess multi-sectoral risks including zoonotic health risks, and develop pandemic preparedness plans and technical advice. This Tripartite also provides data for the WHO's seasonal vaccine composition meetings²².

FAO launched the Emergency Prevention System for Transboundary Animal and Plant Pests and Diseases (EMPRES) in 1994²³, with a special focus on the desert locust. FAO's Desert Locust Information Service (DLIS) monitors the locust situation 24/7 and provides early warning on the timing, scale and location of invasions and breeding.

6. Conclusions

The global food system produces enough food to feed all human beings, but a significant portion of humanity does not have access to it and suffers from chronic or acute hunger. In spite of this, about one third of all food produced is either lost or wasted. At the same time that the global food system produces hunger it produces vast and increasing overweight and obesity.

SDG2 was set to address these issues, giving particular attention to small scale producers' needs, while producing

²² <<https://www.fao.org/3/i7377e/i7377e.pdf>>.

²³ EMPRES <<https://empres-i.apps.fao.org/>>.

sustainably and respecting biodiversity.

The SDGs, as a set of inextricably linked development goals, cannot be addressed separately, or by any sector of government on its own. This is true of any single SDG, and in particular SDG2, given that none of the main factors driving the world away from its attainment can be addressed through local approaches or interventions alone. Climate change, conflict and economic slowdown require co-ordinated approaches across countries and thus a strong and effective multilateral system to generate, support and monitor their implementation.

While hunger and other forms of malnutrition have been increasing in recent years, many countries had been able to cut their hunger levels by half between 2000 and 2015. The only factor that these very diverse countries had in common was their strong political will to address the issue. Hunger Zero could still be achieved by 2030, but this will not happen without the ample and committed participation of all sectors of society, from government to civil society, to the private sector, academia and parliamentarians.

References

- Cherlet M., Hutchinson C., Reynolds J., Hill J., Sommer S., von Maltitz G. (eds), *World Atlas of Desertification*, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2018.
<<https://wad.jrc.ec.europa.eu/>>
- FAO, 2016, *The State of Food and Agriculture: Climate Change, Agriculture and Food Security*, Rome.
- FAO, 2017, *The State of Food and Agriculture: Leveraging Food Systems for Inclusive Rural Transformation*. Rome: FAO.
- FAO, 2019a, *The State of Food and Agriculture: Moving forward on food loss and waste reduction*. Rome.
- FAO, 2019b, *FAOSTAT: Emissions – Agriculture, Emissions – Land Use, Trade (Crops and livestock products), 39 Population, Agri-Environmental Indicators (Livestock Manure)*, Rome.
<www.fao.org/faostat/en/#data>
- FAO, 2021a, *The State of Food and Agriculture: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses*, Rome.
- FAO, 2021b, *The FAO Food Price Index at its highest since 2011*, released 4/11/21.
<<https://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/>>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2019, *The State of Food Security and Nutrition in the World (SOFI): Safeguarding against economic slowdowns and downturns*, Rome.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2020, *The State of Food Security and Nutrition in the World (SOFI): Transforming Food Systems for Affordable Healthy Diets*, Rome.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2021, *The State of Food Security and Nutrition in the World (SOFI): Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all*, Rome
- FAO, OIE, WHO, 2017, *The Tripartite’s Commitment Providing multi-sectoral, collaborative leadership in addressing health*

- challenges. October.
 <<https://www.fao.org/3/i7377e/i7377e.pdf>>
- IFAD, 2021, Rural Development Report 2021: Transforming Food Systems for Rural Prosperity. Rome.
- LOWDER S.K., SÁNCHEZ M.V. AND BERTINI R., 2021, Which farms feed the world and has farmland become more concentrated?, *World Development*, Volume 142, 2021.
 <<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105455>>
- MASON-D'CROZ D. et al., 2020, Modelling the global economic consequences of a major African swine fever outbreak in China. *Nature Food* 1, 221-228.
- MORAND S., LAJAUNIE C., 2021, Outbreaks of Vector-Borne and Zoonotic Diseases Are Associated With Changes in Forest Cover and Oil Palm Expansion at Global Scale, *Frontiers in Veterinary Science*.
 <<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fvets.2021.661063>>
- ROSENZWEIG C., ELLIOTT J., DERYNG D., RUANE A.C., MÜLLER C., et al., Global multi-model crop-climate impact assessment, *Proceedings of the National Academy of Sciences* Mar 2014, 111 (9) 3268-3273; DOI: 10.1073/pnas.1222463110.
- UNEP, 2021, Food Waste Index Report 2021.
 <<https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>>
- YOU S., LIU T., ZHANG M. et al., African swine fever outbreaks in China led to gross domestic product and economic losses. *Nature Food* 2, 802-808 (2021).
 <<https://doi.org/10.1038/s43016-021-00362-1>>
- WILKINSON T., 2013, *The Rise and Fall of Ancient Egypt*, Random House Trade Paperbacks, ISBN 0553384902.

Chiara Tonelli*

Ecologia e tecnologia, la rima per l'architettura sostenibile

1. Introduzione

Se è sicuro che la diffusione della sindrome respiratoria acuta SARS-CoV-2 passerà alla storia, insieme non potranno non essere citati anche gli sforzi finanziari e politici compiuti dall'Europa con l'intento di riparare i danni economici e sociali conseguenti alla pandemia e alle misure prese per contenerla e contrastarla. Infatti, la Commissione Europea ha varato il *Next Generation EU*, uno strumento da oltre 800 miliardi di euro, con il fine di realizzare un continente più verde, digitale e resiliente, adeguato alle sfide presenti e future. In Italia è stato recepito con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, che si sviluppa intorno a tre assi strategici: digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica, inclusione sociale. Stiamo, infatti, vivendo da tempo un periodo in cui l'economia e la società sono sempre più strettamente vincolate da politiche di sviluppo responsabile nei confronti dell'ambiente e già la stessa Europa si era impegnata al raggiungimento di sfidanti obiet-

* Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre.

tivi per il 2020, posti sin dal 2008¹.

Nel 2015 è entrata in vigore la risoluzione ONU dal titolo «Trasformare il Nostro Mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile», che richiede l'impegno di tutti i Governi del mondo per modificare politiche e azioni affinché si possano creare condizioni per un pianeta senza disuguaglianze e con pari opportunità.

I 17 obiettivi dell'Agenda sono diventati il quadro di riferimento universalmente riconosciuto per lo sviluppo sostenibile, secondo un nuovo paradigma che deve necessariamente tenere insieme e integrare tutte le molteplici dimensioni della sostenibilità.

Tra i 17 obiettivi, l'undicesimo *Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable* fornisce i target per un operare più attento all'impatto ambientale delle azioni edilizie, in ambito urbano in particolare.

La sfida in essere in architettura impone il passaggio per due transizioni, quella ecologica e quella digitale, su cui la stessa Europa sta puntando fortemente: la prima riguarda il passaggio a un ampio uso dell'elettricità nei trasporti, nella gestione domestica e nella produzione industriale, per poi procedere alla sempre più ampia produzione di energia da fonti rinnovabili attraverso strategie per il basso consumo energetico e la riduzione dell'impatto ambientale e dell'emissione di anidride carbonica; la seconda influenza gli stili di vita, il modo di lavorare delle

¹ Si tratta del cosiddetto pacchetto "Clima Energia" 20-20-20, che prevedeva per il 2020 la diminuzione del 20% delle emissioni di anidride carbonica prendendo a riferimento i valori del 1990, la diminuzione del 20% del fabbisogno energetico e l'aumento del 20% della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Cfr. <https://ec.europa.eu/clima/system/files/2016-11/sec_2008_85_ia_en.pdf>.

persone e i metodi di produzione e costruzione degli edifici e dei loro materiali e componenti.

La tecnologia evolve a un ritmo mai visto prima, ma in questa evoluzione, gli edifici, che dovrebbero rispecchiare una società in continuo sviluppo, non rispondono adeguatamente alle trasformazioni che interessano la nostra vita quotidiana, essendo per lo più rimasti pressoché immutati dalla Seconda guerra mondiale, con problemi di cui ci si è accorti in modo particolare durante il *lock-down*, a seguito della pandemia. In questo stesso periodo, si è registrata un'accelerazione verso la transizione digitale, avendo tutti fatto, in brevissimo tempo, un passo sostanziale nella consuetudine con molti strumenti informatici. E, parallelamente, il fermo di industria e trasporti ha fatto registrare sia un miglioramento della qualità ambientale, essendo diminuite le emissioni climalteranti, sia un miglioramento dei consumi; tanto che nel 2020 il cosiddetto *Earth Overshoot Day* – vale a dire la data in cui la quantità di risorse naturali utilizzate dall'umanità in un dato anno supera quanto la Terra è in grado di rigenerare nello stesso anno – è tornato a valori simili a quelli registrati negli anni 2005 e 2006². Purtroppo, però, mentre la competenza nell'uso degli strumenti digitali ha lasciato effetti permanenti, i risultati ambientali sono stati effimeri: infatti, l'*Earth Overshoot Day* del 2021 è ritornato ai valori del pre-pandemia³. Questo rende ancora più urgente un ripensamento sul nostro stile di vita.

² L'*Earth Overshoot Day* nel 2020 è stato il 22 agosto, data molto vicina al 24 agosto del 2005 e al 18 agosto del 2006.

³ L'*Earth Overshoot Day* nel 2019 cadeva il 26 luglio e nel 2021 si è tornati al 29 luglio.

2. La transizione ecologica

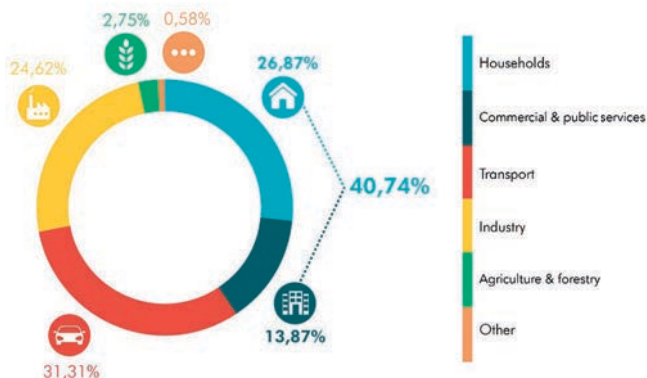
La transizione ecologica fa parte della più ampia transizione verso economie e comunità sostenibili attraverso l'uso di energie rinnovabili, l'adozione di tecniche di risparmio energetico e l'attenzione all'impatto ambientale.

La vita umana può esistere sul pianeta terra grazie all'effetto serra, che trasformando la radiazione solare in calore, permette all'interno dell'atmosfera terrestre di avere temperature compatibili con la vita umana. L'atmosfera extraterrestre è infatti separata dal nostro pianeta da uno strato di gas, i cosiddetti gas serra, che impedisce la totale fuoriuscita della radiazione infrarossa emessa dalla Terra in risposta alla radiazione solare. Vapore acqueo (H_2O), anidride carbonica (CO_2), protossido di azoto (N_2O), metano (CH_4) ed esafluoruro di zolfo (SF_6) sono i gas serra principali nell'atmosfera terrestre. Purtroppo, l'inquinamento derivante dalle attività antropiche, immettendo enormi quantità di anidride carbonica (ma anche di metano) sta alterando questo effetto, potenziandolo oltre il dovuto e facendo quindi aumentare la temperatura globale.

In particolare, ciò è dovuto in maggior parte alle città e ai loro edifici, che utilizzano un'enorme quantità di energia per il loro funzionamento. Gli edifici, infatti, sono responsabili del 40,74% del consumo di energia in Europa, più di qualsiasi altro settore, inclusi trasporti (31,31%) e industria (24,62%)⁴ [Fig. 1]. Dei 265 milioni di edifici in Europa, 240 milioni (90%) sono abitazioni, per cui non sorprende che gli edifici residenziali impieghino da soli il

⁴ European Commission Statistic Institute, 2021. <<http://ec.europa.eu/eurostat>> dati 2019.

EUROPEAN UNION (28 COUNTRIES)



Final energy consumption, EU28, Eurostat 2021 (2019 data)

Fig. 1 Usi finali di energia in Europa distinti per settore (dati Eurostat, 2021).

26,87% dell'energia consumata⁵ e il settore delle costruzioni emetta oltre il 40% delle emissioni totali di carbonio⁶. Le nostre città, e soprattutto le nostre case, sono quindi le principali responsabili del cambiamento climatico e, conseguentemente, lo siamo noi, cittadini del mondo occidentale, che certamente abitiamo in una casa.

L'Unione Europea ha cercato di promuovere il miglioramento delle prestazioni degli immobili, mirando alla drastica riduzione delle emissioni di gas serra degli edifici – -80% entro il 2050 – attraverso l'ampia diffusione di co-

⁵ Per completezza si riportano anche i dati degli usi finali di energia in Italia: edifici 43,61%, trasporti 31,70%, industria 22,04%. Dei 14 milioni di edifici in Italia, 12 milioni (86%) sono abitazioni, il cui uso di energia è pari al 27,53%. Fonte Eurostat 2021.

⁶ Ecofys Document, 2010.

<<http://www.ecofys.nl/com/news/pressreleases2010>>

struzioni a energia quasi zero (nZEB – *nearly Zero Energy Building*)⁷. In parallelo, e anche grazie all’allerta globale da Covid-19, è anche aumentata la richiesta per vivere in ambienti confortevoli e salubri; e ciò è ancor più importante se si considera che i cittadini europei trascorrono circa il 90% del loro tempo in ambienti *indoor*⁸, come case, luoghi di lavoro, scuole, mezzi di trasporto, palestre.

La sfida per raggiungere uno standard nZEB diffuso è stata affrontata non solo attraverso certificazioni e normative, ma anche con sperimentazioni su prototipi e *model home*, di cui la più spettacolare ed efficace può essere considerata il *Solar Decathlon*. Si tratta di una competizione internazionale istituita dal Dipartimento dell’Energia degli Stati Uniti nel 2002, in cui circa ogni anno 20 *team* multidisciplinari selezionati a livello mondiale e guidati dalle università sono tenuti a progettare, ingegnerizzare, costruire e gestire prototipi di case, alimentati dall’energia del sole.

I prototipi sono assemblati in dieci giorni in un *Solar Village* [Fig. 2], che diviene una piccola città *smart*, in quanto un set completo di sensori è installato in ogni casa in competizione e collegato a un *data-logger* centralizzato che trasmette sul *web* in tempo reale dati sulle prestazioni di comfort e bilancio energetico, associandogli un punteggio. Ad ogni squadra è anche richiesto di svolgere una serie di attività domestiche secondo un calendario di gara che

⁷ Building Performance Institute Europe, 2015. Europe’s Buildings under the Microscope. <http://bpic.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR_EU_B_under_microscope_study.pdf>

⁸ World Health Organization, 2013. Combined or multiple exposure to health stressors in indoor built environments. <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/248600/Combined-or-multiple-exposure-to-health-stressors-in-indoor-built-environments.pdf>.



Fig. 2 – Il Solar Village a Washington DC US nel 2009, dove 20 università selezionate in tutto il mondo assemblano e fanno funzionare altrettanti prototipi di case, alimentati dall'energia solare e connessi tra loro in una rete *smart*.

stabilisce ciò che deve essere realizzato quotidianamente, lasciando alle squadre la decisione di come e quando combinare queste attività. Il comportamento dell'utente diventa quindi uno dei parametri che concorrono a definire il risultato delle prestazioni, e con esso il *ranking* della competizione.

In particolare, il risultato finale del concorso è una combinazione di prove con prestazioni misurate (bilancio energetico, condizioni di comfort, funzionamento della casa) e prove valutate da giurie (architettura, efficienza energetica, sostenibilità, ingegneria, marketing, comunicazione e consapevolezza sociale, innovazione). Gli edifici prototipo presentati nelle diverse edizioni di questa gara, nel rispetto del clima locale, sono realizzati secondo i principi della bioclimatica e dell'efficienza energetica, spesso anche con un'attenzione all'impronta ecologica e all'impatto ambientale di materiali, componenti e prodotti utilizzati.



Fig. 3 – MED in Italy, la casa solare adatta al clima Mediterraneo, progettata, assemblata e gestita da una squadra guidata dall'Università Roma Tre per il Solar Decathlon 2012 a Madrid, Spagna.

La conoscenza delle tecniche necessarie a ottenere un edificio a quasi zero energia, ovvero un edificio in grado di garantire il comfort termo-igrometrico dei propri abitanti senza il ricorso a sistemi attivi (riscaldamento e raffrescamento) è ormai ben consolidata: tali tecniche consistono nell'isolamento termico, nella inesistenza di ponti termici, nell'orientamento ottimale in grado di sfruttare il clima locale, nell'uso di forme e colori che migliorano le capacità dell'edificio di smorzare e ritardare il passaggio termico tra l'interno e l'esterno.

L'Università Roma Tre è stata selezionata tre volte per partecipare al Solar Decathlon:

- nel 2012 si è classificata terza assoluta nella edizione tenutasi a Madrid (Spagna), con il prototipo denominato “MED in Italy”, abitazione ad alta efficienza energetica per il clima mediterraneo [Fig. 3];
- nel 2014 si è classificata prima assoluta nella edizione tenutasi a Versailles (Francia), con il prototipo denominato



Fig. 4 – RhOME for density, il prototipo di un appartamento di *social housing*, vincitore del Solar Decathlon 2014 a Versailles, Francia, progettato, assemblato e gestito da una squadra multidisciplinare dell'Università Roma Tre.

“RhOME”, ovvero “*a home for Rome*” [Fig. 4];

– nel 2019 è stata ammessa all’edizione di Dubai (UAE), con la proposta di un prototipo abitativo denominato “Moon”, una casa per climi estremi concepita come una navicella spaziale, ma si è dovuta ritirare a causa della pandemia.

I risultati ottenuti dimostrano come la strada per la realizzazione di edifici di nuova costruzione ad alta efficienza energetica sia ben tracciata, sia per il regime invernale sia per quello estivo, ben più complesso da ottenere. Il fatto che “sensoristica, IoT, smart village, progettazione e produzione digitale” siano alcune delle parole chiave che compaiono nei bandi del Solar Decathlon fa capire come la competizione si basi anche sullo sfruttamento delle tecnologie digitali per raggiungere l’efficienza energetica, il che introduce il secondo scenario citato in apertura.

3. La transizione digitale

La transizione digitale sta interessando la nostra quotidianità entrando in tutti i settori dell'economia, compreso quello delle costruzioni, dove negli ultimi anni abbiamo assistito a grandi cambiamenti nel modo di concepire il progetto e di costruire, misurare, controllare e gestire gli edifici⁹.

Il modo tradizionale di elaborare un progetto architettonico è stato soppiantato dal flusso di lavoro BIM (*Building Information Modeling*), vale a dire un modello digitale con componenti definiti in 3D, che contiene dati su dimensioni, quantità, costi di materiali e prodotti. Le prestazioni dell'edificio, sia termiche, sia illuminotecniche, possono essere simulate con software che trasferiscono i loro output nel BIM, come guida per orientare e valutare il progetto, sperimentare virtualmente approcci innovativi, testare strategie e pesarne i possibili risultati. Le tecnologie informatiche consentono quindi una sempre maggiore precisione del progetto, spostando alla fase di concezione molte delle decisioni che tradizionalmente venivano prese in fase di realizzazione.

La fase di costruzione, infatti, sebbene il modo tradizionale rimanga ancora il più utilizzato, si sta sempre più orientando verso la prefabbricazione avanzata e il montaggio di componenti prefiniti in cantiere: il processo prevede un progetto digitale realizzato attraverso programmi per la progettazione architettonica e meccanica CAD (*computer-aided design*), che dialogano direttamente con pro-

⁹ K. JONES, 2019. How Technology is Disrupting the Construction Industry. <<https://www.visualcapitalist.com/how-technology-is-disrupting-the-construction-industry/>>

grammi CAM (*computer-aided manufacturing*), che consentono di pilotare delle macchine CNC (*computer numerical control*) che producono negli stabilimenti industriali elementi, componenti o intere parti di edifici esattamente come definito nel modello digitale del progetto. Tali elementi e componenti vengono trasportati in cantiere e li assemblati a costruire l'edificio attraverso i soli fissaggi meccanici. Tale processo edilizio viene anche definito "a secco", perché non usa acqua come avviene per gli edifici in muratura e cemento armato, che prevedono dei tempi per l'asciugatura di malte e conglomerati e che appartengono ai cosiddetti processi "bagnati". I vantaggi delle costruzioni assemblate a secco sono molteplici:

- velocità di posa, assenza di polveri da lavorazioni e assenza di rumori, con disagi minori per chi vive intorno ai cantieri;
- riduzione dei tempi e quindi dei costi;
- perfetta corrispondenza del prodotto realizzato con quanto progettato, perché controllato in stabilimento e meno soggetto all'aleatorietà del lavoro manuale e alle influenze delle condizioni meteorologiche;
- possibilità di lavorare con qualunque temperatura e meteorologia, cosa che invece non è possibile per le costruzioni bagnate, sottoposte a problemi di gelo e di pioggia.

Ancora più all'avanguardia, per fabbricare componenti edilizi o interi edifici, è la *Construction 3D Printing* (C3DP), in sviluppo dalla metà degli anni '90 e in veloce affermazione dal 2012, con la fabbricazione di edifici, componenti edilizi (rivestimenti e pannelli strutturali), ponti e sculture.

I vantaggi di questi strumenti possono essere identificati nella velocità, nella quasi totale assenza di costi di manodopera, nella maggiore complessità e precisione delle



Fig. 5 – Fase della stampa 3D in terra cruda locale di TECLA, *Technology and Clay*, un’abitazione sostenibile, che risponde alla sempre più impellente emergenza climatica, al bisogno di abitazioni sostenibili a km 0 e al grande tema globale dell’emergenza abitativa cui si dovrà fare fronte, specie nei contesti di crisi generati dalle grandi migrazioni o da catastrofi naturali. Il progetto di Mario Cucinella Architects, realizzato da WASP (World’s Advanced Saving Project), evoca il forte legame tra passato e futuro unendo la materia e lo spirito di antiche dimore senza tempo con il mondo della produzione tecnologica del XXI secolo.

forme e nella forte riduzione degli scarti. Finora sono stati utilizzati due approcci: la costruzione *in loco* di interi edifici, anche utilizzando materiali disponibili nel luogo di costruzione [Fig. 5], e quella in stabilimento di componenti da costruzione. La seconda rientra nelle tecniche di prefabbricazione per componenti, prodotti in stabilimento e assemblati in opera. Con questo approccio a Dubai è stato recentemente assemblato un nuovo ufficio, costruito in 17 giorni al costo di 140.000 dollari, che si auspica rappresenti il punto di inizio della trasformazione dello sceicco in un incubatore per le tecnologie emergenti.

Nel Secondo dopoguerra il progresso tecnologico ha tolto all'involucro edilizio il ruolo di creare condizioni di comfort interne, lasciando questo compito agli impianti di riscaldamento e raffrescamento e dimenticando tutti gli elementi che hanno da sempre caratterizzato l'architettura italiana: forma, orientamento e tecniche costruttive in armonia con il clima e i materiali locali. Il risultato (disastroso!) è consistito nella prevalenza di modelli abitativi lontani dalla nostra cultura, con pessime condizioni di comfort e con un dispendio energetico elevato che con l'aumento dei costi dei combustibili fossili è diventato sempre più economicamente svantaggioso e insostenibile.

Tale considerazione prende maggiore importanza se si considera che dopo il 1945 sono stati costruiti in Europa 180 milioni di edifici (il 77% dell'intero patrimonio immobiliare), di cui 7,4 milioni (oltre il 60% dell'intero patrimonio immobiliare) solo in Italia, tra il 1945 e il 1991¹⁰, anno della legge che ha vincolato al rispetto dell'efficienza energetica. È chiaro, quindi, che l'urgenza principale non consiste nelle tecniche di costruzione delle future abitazioni – che come sopra descritto sono ormai note e diffuse – ma riguarda la necessità di riqualificare i vecchi ed energivori immobili esistenti.

Le tecniche sviluppate su questo fronte vedono il ricorso alla digitalizzazione del processo per ottenere l'efficientamento energetico e hanno inizio dal primo *retrofit* ad ingegneria inversa proposto da una ricerca della Technische Universität München: un processo totalmente digitale dal rilievo – tramite uno scanner 3D che restituisce forma e dimensioni dell'edificio e delle sue parti –, alla progettazione –

¹⁰ ISTAT, 2011. L'Italia in 150 anni. Sommario di statistiche storiche 1861-2010, Roma.

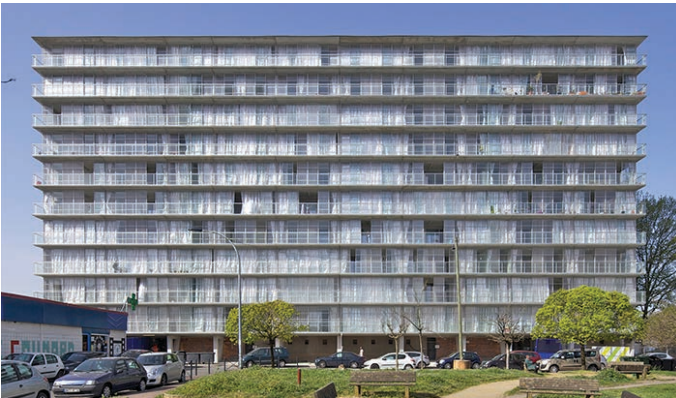


Fig. 6 – Prima e dopo di uno degli edifici oggetto della riqualificazione energetica e funzionale nel quartiere *Grand Parc* a Bordeaux, Francia, realizzato nel 2016 dagli architetti Lacaton & Vassal, Druot, Hutin, secondo un sistema di progettazione e costruzione che prevede tempi veloci (riqualificazione di 530 alloggi in soli 5 anni, dal progetto alla realizzazione); una nuova facciata, che sostituisce la precedente; una seconda “pelle” che crea dei generosi spazi esterni, aumentando lo spazio utile di ogni appartamento; un risparmio economico di almeno un terzo rispetto alla demolizione e ricostruzione; una sostenibilità sociale, poiché si considerano gli abitanti come il primo valore del progetto di trasformazione, partner dotati della competenza dell’“abitare”. Questo progetto è emblema quindi di sostenibilità economica, sociale e ambientale, messa in opera grazie alla precisione ottenibile con gli strumenti digitali.

realizzata con software CAD –, dalla produzione *off-site* – con sistemi CAM-CNC negli stabilimenti industriali – fino all’assemblaggio *on-site* in pochissimi giorni di un rivestimento in pannelli di legno che creano un nuovo involucro, performante, isolato termicamente e acusticamente, spesso anche dotato di nuovi spazi abitativi, come logge, serre, balconi o terrazze¹¹ [Fig. 6].

Questa o altre tecnologie simili sono state sperimentate in diversi paesi europei, ma non sono facilmente trasferibili al contesto italiano, caratterizzato da forme, geometrie e materiali che variano da regione a regione, da esigenze climatiche diverse in funzione delle zone e da vincoli sismici che non sono rilevanti per la maggior parte dei paesi europei¹².

Resta quindi aperta la sfida, per la quale si sta oggi cercando una soluzione attraverso gli incentivi pubblici all’efficientamento energetico degli edifici esistenti, quali gli ecobonus.

4. Il ruolo delle persone

Una casa perfettamente progettata e ingegnerizzata difficilmente funzionerà correttamente se i suoi abitanti non sanno come usarla e viverci. È stato studiato che in alcuni

¹¹ P. HEIKKINEN, H. KAUFMANN, S. WINTER, K. LARSEN, 2010. TES Energy-Façade – prefabricated timber-based building system for improving the energy efficiency of the building envelope. <mediatum.ub.tum.de>

¹² Ancora non diffusi, ma in corso di sperimentazione i sistemi a componenti prefabbricati per il risanamento energetico delle facciate degli edifici basati su grande flessibilità progettuale grazie alla progettazione parametrica: G. MALACARNE, G. PASETTI MONIZZA, J. RATAJCZAKA, D. KRAUSEA, C. BENEDETTI, D. T. MATT, 2016. Prefabricated Timber Façade for the Energy Refurbishment of the Italian Building Stock: The Ri.Fa.Re. Project, Energy Procedia, Volume 96, 788-799.

casi gli utenti di edifici nZEB si comportano e consumano esattamente come farebbero in abitazioni non efficienti sotto il profilo energetico, come se non riconoscessero il rapporto diretto tra il loro comportamento e le prestazioni della casa.

L'impatto della consapevolezza umana sulla riduzione dei consumi energetici è particolarmente evidente nel settore delle automobili. Le auto sono sempre più dotate di sistemi che informano in tempo reale il guidatore sugli effetti del suo comportamento alla guida. La semplice evidenza del consumo in tempo reale e la proiezione dell'autonomia residua si dimostra in grado di stimolare i conducenti a modificare il proprio comportamento e a adottare uno stile di guida meno energivoro.

Nonostante l'architettura riguardi ancora la progettazione di ambienti statici, la presenza di dispositivi e sensori sempre più integrati negli edifici la rendono dinamica. I sensori non sono nuovi negli edifici: luci e cancelli incorporano sensori da decenni e anche i nostri *smartphone* ne hanno molti. Tuttavia, le case intelligenti non sono molto *smart* perché sono gestite in base ad algoritmi definiti dai progettisti degli impianti, e non in base alle peculiari esigenze dei propri abitanti.

Per partecipare a Solar Decathlon abbiamo realizzato un sistema di controllo, denominato "DWELL!" (gioco di parole che, estese, potrebbero suonare come *Fai bene ad abitare bene!*) basato sulla filosofia *Più informazione meno automazione*: esso stabiliva una partecipazione attiva degli utenti attraverso la visualizzazione di dati che guidavano l'abitante a un corretto utilizzo della casa, in cui l'utente poteva vedere su un cruscotto i valori di produzione energetica e consumo e navigare in un modello tridimensionale della casa, per leggere, attraverso semplici

animazioni, cosa stava succedendo in tempo reale. L'utente restava libero di sbagliare o di scegliere di svolgere attività anche non efficienti, perché gli errori o la scelta sono alla base dell'apprendimento e perché vale comunque il principio che il vero miglioramento nei consumi di energia inizia con il miglioramento delle persone prima ancora che dei luoghi in cui vivono.

In altre parole, è possibile progettare case con alti livelli di efficienza, ma per ottenere un effettivo risparmio energetico è necessario che gli abitanti siano consapevoli di come funziona la casa e dell'entità dei consumi legati al loro comportamento, al fine di imparare ad usare la propria dimora nel modo migliore per ottenere il comfort più adatto a se stessi con il minimo dispendio di energia.

5. Conclusioni

Siamo a una svolta dettata da tante esigenze e dobbiamo cercare nuove strade possibili per andare incontro al cambiamento senza temerlo. L'unione di obiettivi ecologici e di strumenti digitali in architettura apre scenari non ancora del tutto esplorati, ma potenzialmente forieri di importanti risultati.

Il concorso *Solar Decathlon* ci dà una lezione su come affrontare le rivoluzioni energetica e digitale nel settore delle costruzioni, in cui gli strumenti informatici possono essere considerati una cultura condivisa che favorisce lo scambio e l'interazione tra diverse discipline, con l'obiettivo finale della qualità ambientale, dell'efficienza energetica e del benessere degli abitanti.

Ma a nostro avviso questo processo non finisce con la costruzione.

La parte maggiore del risparmio energetico si ottiene mettendo le persone al centro della gestione dell'intero ciclo di vita dell'edificio. Nel *Solar Village*, in ogni edizione del concorso, un server locale è abbinato a una rete di sensori *wireless* collegati a tutti i tipi di dispositivi (impianti elettrici, di riscaldamento e di raffrescamento; sistemi per la produzione di energia elettrica e termica; webcam di sicurezza; illuminazione artificiale; elettrodomestici di ogni tipo; monitoraggio delle condizioni di comfort; gestione del movimento e della posizione di porte, finestre e schermature solari, ...). Questo non solo assicura il controllo a distanza, permettendo accensioni, spegnimenti e regolazioni, ma trasferisce anche i dati su un server remoto, *online*, dove si ottiene una visione integrata della rete domestica, una sorta di "portale" della casa, in cui il collegamento tra dispositivi normalmente considerati separati diviene indispensabile. Il ruolo degli utenti nel gestire il funzionamento e l'uso è fondamentale e centrale: infatti, nella gara di cui si è detto, influenza la classifica finale, consentendo di acquisire punti; ma, cosa ben più importante, nella vita reale genera il comfort desiderato e i conseguenti consumi o risparmi di energia.

Il sistema di dati prodotti dalle case, se resi disponibili sul web con tecnologie di *social networking* e integrati nella *smart city*, potrebbe innescare un confronto tra diversi utenti e, man mano, la condivisione dei dati tra edifici, poi quartieri e infine diverse aree della città o del paese stesso, innescando un processo di sana competizione. Questo approccio appartiene alla *gamification*, un campo di ricerca emergente che può efficacemente essere usato per incoraggiare comportamenti di risparmio energetico negli abitanti della casa, del condominio, del quartiere e della città. Si svilupperebbe così un gioco serio e innova-

tivo per promuovere la riduzione del consumo energetico e delle emissioni di carbonio, modificando il comportamento dei cittadini, lasciati liberi di decidere la propria strategia d'uso, anche sbagliando, visto che “sbagliando s'impara”.

Quindi, sebbene le infrastrutture smart abbiano contribuito a facilitare la creazione di edifici intelligenti e confortevoli, sono ancora le persone le protagoniste del dramma urbano e, se impegnate, le responsabili di un suo possibile riscatto.

Riferimenti bibliografici

Per il digitale:

BARICCO A., *The Game*, Einaudi, 2018.

Per il Solar Decathlon:

BELLINGERI G., TONELLI C., *Strategie per l'alta efficienza energetica in clima Mediterraneo*, Edicom Editore, 2016.

Per l'efficienza energetica:

BUTERA F., *Dalla caverna alla casa ecologica*, Edizioni Ambiente, 2014.

Per la tradizione costruttiva:

MAY J., *Architettura senza architetti*, Rizzoli, 2010.

*Catia Bastioli**

Bioeconomia circolare per la rigenerazione ambientale dei territori: il caso Novamont

1. Introduzione

Il nostro Pianeta sta affrontando una serie di sfide interdipendenti che sono senza precedenti nella storia dell'umanità. Dal punto di vista ambientale, stiamo assistendo ad emissioni in continua crescita, allo sfruttamento eccessivo degli ecosistemi e al cambiamento climatico. Fra tutte le crisi di crescente intensità e frequenza, tra loro interconnesse che stiamo vivendo, però, è la pandemia quella che ha avuto maggiore impatto immediato sulla vita di tutti noi, che ci ha messo di fronte alla nostra fragilità, alla nostra bassa resilienza.

Ci ha fatto capire quanto il nostro modello di sviluppo sia stato insostenibile negli anni, portando ad un pianeta senza inerzia.

Ci ha fatto capire cosa significhi globalizzazione senza radici, delocalizzazione spinta, e anche come siano essenziali istituzioni sane che mettano al centro l'interesse dei cittadini e i servizi di pubblica utilità.

Ci ha dimostrato quanto siano pericolosi l'approccio

* Amministratore delegato del Gruppo Novamont.

divisivo e di breve termine, l'uso di strumenti del tutto inadeguati, come i *tweet* o i video virali, per affrontare problemi complessi.

La limitazione di movimento ed il distanziamento sociale imposto, ci hanno fatto toccare con mano l'importanza della dimensione locale e dei territori, come cuore pulsante della mobilitazione dal basso verso un obiettivo comune.

Abbiamo capito che professionalità e competenza nonché responsabilità verso gli altri non si improvvisano, e sono aspetti fondamentali di una società resiliente che va coltivata, nutrita, formata; e la scuola è il pilastro fondamentale perché si sviluppi una capacità critica che è alla base delle sane democrazie.

Abbiamo compreso quanto sia fondamentale la lungimiranza della classe dirigente. Diceva Jonathan Swift che “La visione è l'arte di vedere ciò che è invisibile agli altri”¹ e la visione lungimirante non è una dote innata, si coltiva con il duro lavoro di formazione continua, di approfondimento dei problemi e di sviluppo del senso di responsabilità.

Nei paesi occidentali, già da anni, stiamo assistendo ad una crisi delle nostre democrazie, che si alimenta delle diseguaglianze crescenti anche in termini di accesso all'istruzione, della mancanza di lavoro, della riduzione dei diritti delle persone. Tutto questo è frutto di una società dello scarto ignorante, di visione a breve, che distrugge risorse invece di rigenerarle.

Più di ogni altra cosa, però, questa pandemia ci ha insegnato che i risultati della ricerca scientifica sono essenziali, non soltanto per far fronte a situazioni sanitarie

¹ J. SWIFT, *Thoughts on Various Subjects, Moral and Diverting*, 1706-1726.

emergenziali, ma anche per dare le basi alle azioni delle istituzioni, mettendo in evidenza che nelle emergenze non ci salveranno gli slogan, ma la competenza e la saggezza dell'uso dei mezzi tecnici.

La ricerca scientifica è il motore dell'innovazione tecnologica e senza di essa non sarà possibile trasformare l'Italia in una "società della conoscenza". Ma in questa transizione, conoscenze scientifiche ed economico-umanistiche devono evolvere di pari passo per trovare un nuovo equilibrio tra sviluppo, uso delle risorse e riconnessione tra economia e società.

Mai come oggi, quindi, abbiamo bisogno di sviluppare conoscenza per stimolare la nostra capacità critica, la nostra imprenditorialità e creare le condizioni per lasciare spazio all'inventività.

In un momento come questo non si può più vivere soltanto dentro il presente con la testa nelle crisi, in compagnia di ansie e paure che ci paralizzano. Non si può vivere di polemiche e di timori. È il tempo del coraggio, è il tempo di innovare e di inventare con la certezza che quello che si sta facendo sia utile non solo a se stessi ma ad una comunità più ampia.

Occorre contaminarsi con i diversi saperi, analizzare i problemi da diverse angolazioni e prospettive; occorre apertura verso il nuovo guardando al passato come bagaglio di conoscenze. Occorre un processo di innovazione incrementale indotta che parta dalle radici nel territorio, dai progetti locali, dalle filiere integrate dal ridisegno dei prodotti e dei sistemi.

Occorre lo sviluppo di una abilità collettiva nello sperimentare soluzioni nuove con spirito pionieristico e costruttivo in una logica di *learning by doing*, nella consapevolezza delle interconnessioni tra crisi climatica, condi-

zioni degli ecosistemi, biodiversità, cibo, inquinamento, coesione sociale e territori.

Occorre dare spazio agli innovatori. Quando le risorse sono molte, gli innovatori tendono ad essere ignorati. Il loro ruolo però diventa indispensabile nei momenti in cui le risorse tendono a esaurirsi e quindi in tempi di crisi. Per fortuna chi innova non lo fa in genere per un premio ma per una sua necessità e convinzione e quindi innova anche quando gli altri non ne percepiscono l'utilità o sono ostili.

Mai come oggi poi abbiamo bisogno di competenza, professionalità, responsabilità verso gli altri, di infrastrutture adeguate, di formazione continua, di solidarietà, di una visione a lungo termine in grado di connettere tra loro le discipline e i settori con il capitale naturale per evitare che i disastri si ripetano.

Mai come oggi abbiamo bisogno di avere manager e imprenditori, nonché investitori e istituzioni che siano essi stessi innovatori, che comprendano appieno il valore del capitale naturale e della stabilità sociale e vogliano includerlo nei loro piani di sviluppo.

Come riportato da un recente studio dell'IPBES del 2020², in futuro le pandemie emergeranno più spesso, si diffonderanno più rapidamente, arrecheranno più danni all'economia mondiale, a meno che non vi sia un cambiamento trasformativo nell'approccio globale di quelle stesse attività umane che hanno impatti sugli ecosistemi, sulla biodiversità e sugli habitat. Secondo IPBES, la preven-

² Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES workshop on biodiversity and pandemics -Workshop Report, 2020.

https://ipbes.net/sites/default/files/2020-12/IPBES%20Workshop%20on%20Biodiversity%20and%20Pandemics%20Report_0.pdf

zione sarebbe 100 volte più economica del costo di risposta alle pandemie.

È quindi evidente che l'attenzione all'ambiente e l'esigenza di "Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo" (SDG 12 dell'Agenda 2030) non si possa più considerare una possibilità, ma una *conditio sine qua non* dello sviluppo economico, e le aziende italiane, la finanza e i consumatori, lo stanno capendo sempre di più.

2. Il suolo

Il suolo, per esempio, è una risorsa fondamentale perché i suoi servizi ecosistemici sono essenziali per garantire la vita sulla Terra. Un suolo sano è il punto di partenza per la produzione di alimenti nutrienti e sicuri, per la regolazione dell'acqua, per la tutela ed il mantenimento della biodiversità, per la mitigazione del cambiamento climatico, grazie alla sua capacità di catturare il carbonio dall'atmosfera, e per il supporto alla qualità dei nostri paesaggi e alla salvaguardia del patrimonio culturale³. Franklin Delano Roosevelt ne aveva ben capito il valore, tanto che nel 1936 aveva dichiarato che "La nazione che distrugge il proprio suolo distrugge se stessa"⁴.

Tuttavia, il suolo è una risorsa non rinnovabile sempre più a rischio: occorrono, infatti, centinaia di anni per generare 1 cm di suolo superficiale, ma soltanto un paio di

³ Mission Board for Soil Health and Food, 2020, Caring for soil is caring for life - Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate Report of the Mission Board for Soil health and food.

⁴ Franklin D. Roosevelt nella lettera ai governatori di tutti gli Stati per promuovere la legge sulla conservazione del suolo (Soil Conservation and Domestic Allotment Act) del 29 febbraio 1936.

anni – o meno – per distruggerlo. La salute del suolo è stata identificata dall’Unione Europea come una delle 5 *Mission* lanciate dalla Commissione per indirizzare la scienza e l’innovazione verso le sfide che la società dovrà vincere⁵.

La *Mission Soil Health and Food* nasce quindi per gettare nuova luce sui suoli europei sempre più degradati e per tracciare la rotta della ricerca e dell’innovazione verso una gestione sostenibile del suolo e verso la sua rigenerazione, attraverso l’approccio dell’innovazione partecipata e con il coinvolgimento delle comunità locali.

In Europa vi sono circa 2,8 milioni di siti potenzialmente contaminati e il 65%-75% dei suoli agricoli mostra un livello di input di nutrienti a rischio eutrofizzazione. Soltanto il 13% dello sviluppo urbano avviene su terreno urbano riciclato. Il 24% dei terreni è soggetto ad insostenibile erosione di suolo per effetto dell’acqua; il 23% circa dei terreni è compattato; il 25% di terreni è a rischio elevato o molto elevato di desertificazione nell’Europa del Sud, centrale e dell’est (2017). Si stima inoltre che il costo associato alla degradazione del suolo nell’Unione Europea possa superare i 50 Mld € all’anno.

Il processo di degradazione può condurre al collasso del paesaggio e degli ecosistemi, rendendo le società più vulnerabili a eventi estremi, generando rischi per la sicurezza alimentare e persino instabilità politica. Per frenare tutto questo, l’obiettivo proposto dalla *Mission* è che entro il 2030, almeno il 75% di tutti i suoli in ciascuno Stato membro dell’Unione Europea dovrà essere sano o mostrare un miglioramento significativo⁶.

⁵ Mission Board for Soil Health and Food, 2020.

⁶ Ibid.

Ecco, quindi, che la salute e la rigenerazione del suolo diventano elementi centrali del *Green Deal*, e delle diverse strategie e *policy* ad esso correlate, per supportare la crescita dell'Europa, affrontando la sfida della neutralità climatica al 2050 e l'aumento del target di riduzione dei gas serra del 55% al 2030.

3. *La bioeconomia*

La bioeconomia è quella parte dell'economia che ha a che fare con le risorse biologiche rinnovabili della terra e del mare⁷, ed è uno dei pilastri dell'economia italiana, rappresentandone più del 10% del valore della produzione⁸. Il nostro Paese è secondo per ricerca e innovazione nel settore della bioeconomia circolare e primo come ricchezza di biodiversità e numero di prodotti ad alto valore aggiunto. Il comparto dell'economia che comprende l'agricoltura e le relative filiere agroalimentari e dei bioprodotto fino ai rifiuti organici, è un settore tra i più resilienti ed è indissolubilmente legato al suolo e alla sua salute, come abbiamo visto, oggi fortemente minacciata specialmente nell'area mediterranea.

In questo contesto l'interconnessione tra chimica verde e agricoltura che vada oltre la semplice interazione tra comparti economici e tecnici con al centro i territori, la salute e la rigenerazione dei suoli può essere un fattore abilitante

⁷ Commissione Europea COM(2012)60.

⁸ Intesa Sanpaolo, 7° Rapporto "La Bioeconomia in Europa, 2021.
<https://group.intesasnpaolo.com/content/dam/portalgroup/repository-documenti/newsroom/comunicati-stampa-it/06_30%20Cs%20VII%20Rapporto%20Bioeconomia.pdf>

per la transizione verso modelli sostenibili di produzione e di consumo, con l'obiettivo di superare la cultura dello scarto e imparare a fare di più con meno.

Per attuare la bioeconomia circolare è richiesto uno sforzo di riprogettazione sistemico, trasformativo e multidisciplinare in grado di correlare la salute del suolo e dell'acqua, la produzione e la sicurezza alimentare, nonché la pressione delle attività antropiche a diverso livello, creando un ambito in cui agricoltura, ambiente, industria, grande distribuzione, settore del trattamento dei rifiuti e mondo accademico e della formazione si integrano.

I materiali e i bioprodotto da fonte vegetale e il cibo condividono lo stesso tipo di materia prima, devono essere utilizzati come strumenti chiave proprio per "fare di più con meno", per superare l'eccessivo sfruttamento delle risorse e i problemi di inquinamento, chiudendo il ciclo del carbonio.

Per attuare la bioeconomia circolare è fondamentale concentrarsi su tre priorità:

1. Smettere di pensare ad una crescita illimitata: la sostituzione "uno a uno" dei materiali da risorse fossili con materiali rinnovabili va evitata. I nuovi materiali devono essere utilizzati come una opportunità di ridisegno di sistema. Non saranno insomma le materie prime rinnovabili a rendere più sostenibile un modello basato sulla crescita lineare del volume delle plastiche. A titolo di esempio, più che sostituire bottiglie in polietilenterefalato (PET) con quelle in bioplastica, occorrerebbe ridurre il numero di bottiglie, sfruttando poi al meglio il sistema di riciclo del PET, il più efficiente nel settore delle plastiche tradizionali.
2. Usare i bioprodotto per innescare un cambio culturale: essere rigenerativi e trasformativi, superando il semplice

concetto di riciclo e andando verso *l'ecodesign* dei prodotti, ridisegnando il modo in cui i materiali e le applicazioni vengono prodotti, consumati e smaltiti, incoraggiando filiere virtuose locali. Il che significa anche ripensare i siti produttivi: più piccoli, flessibili a partire da aree deindustrializzate, senza consumo di suolo con imprese orientate non solo al profitto ma capaci di dare valore alla rigenerazione dei territori e del tessuto sociale. Potremo così trasformare aree periferiche in centri strategici: giocando sulla specificità dei territori, collegando l'innovazione al patrimonio culturale e alle sfide locali, trasformando scarti di origine biologica e biomasse provenienti da aree marginali in materie prime e prodotti sostenibili, nonché rifiuti organici in materia organica di alta qualità per la rigenerazione del suolo.

3. Fermare la degradazione e l'inquinamento di acqua e suolo: utilizzare prodotti biodegradabili per quelle applicazioni in cui vi è un alto rischio di accumulo nell'ambiente e per evitare lo spreco di preziosa materia organica. In un mondo sotto pressione per una crescita impressionante di inquinanti, le proprietà della biodegradabilità e della compostabilità sono fondamentali per tutti quei settori che vedono un serio rischio di accumulo in acqua e suolo: si pensi agli erbicidi, ai lubrificanti, ai *coating* per sementi, alle pacciamature agricole, agli additivi non biodegradabili per cosmesi e detergenza. Ma anche tutte le applicazioni in cui i materiali utilizzati hanno un'alta probabilità di essere inquinati da residui alimentari e che, in assenza della biodegradabilità, andrebbero ad inquinare il rifiuto organico che finirebbe in discarica, invece di diventare prezioso humus. È il caso dei prodotti per il *food-ser-*

viceware, delle capsule del caffè o degli imballi multi-strato. I prodotti biodegradabili insieme ad una rete efficiente di impianti di trattamento, assicurano che nessuna sostanza persistente si accumuli nelle acque depurate, nei fanghi e nella materia organica. La materia organica pulita può chiudere il ciclo del carbonio, rigenerando la fertilità e la salute del suolo, mantenendo la biodiversità e carbonizzando l'atmosfera⁹.

In una bioeconomia del valore e non del volume, la priorità assoluta dovrebbe essere quindi quella di chiudere il ciclo del carbonio riportando materia organica pulita in suolo, per ripristinare la sua fertilità. Quello che dobbiamo immaginare è una rivoluzione copernicana che vede al centro gli agricoltori come i custodi del suolo.

In tutto questo, sarà fondamentale utilizzare indicatori KPI¹⁰ iniziali per attivare un monitoraggio continuo, che significa anche capacità di gestione di una importante massa di dati misurando la portata degli impatti ambientali, economici e sociali a livello locale delle filiere integrate lasciando spazio anche alla loro dinamica evoluzione.

⁹ C. BASTIOLI, *Bioeconomia per la rigenerazione dei territori*, Edizioni Ambiente, 2018,

¹⁰ KPI, *Key Performance Indicator*, in italiano: Indicatore Chiave di Prestazione. Si tratta di indicatori che, una volta definiti gli obiettivi, permettono di misurare azioni e risultati. I KPI devono essere monitorabili, quantificabili e comparabili, per far sì che si possa capire se si sta svolgendo bene il proprio lavoro e poter analizzare i progressi effettuati. Nell'ambito della bioeconomia circolare i KPI dovrebbero tenere conto degli impatti ambientali, economici e sociali.



Fig. 1 – Catia Bastioli e il suo team di ricercatori in Montedison.

4. Il caso Novamont

L'idea originale di costruire una catena del valore integrata per bioplastiche e biochemicals, a partire da questo modello, molti anni fa è stato il punto di partenza delle attività in Italia di ciò che oggi viene definito bioeconomia circolare e a cui, come Novamont, crediamo di avere contribuito.

In trent'anni Novamont ha costruito molto lavorando con convinzione, spesso controcorrente, alla realizzazione di una filiera integrata a monte e a valle, privilegiando un utilizzo efficiente delle risorse, e con il suolo come punto di partenza e di arrivo.

Novamont è il frutto di una visione e di una ispirazione che vengono da lontano, dai tempi della Montedison di Gardini, e ha iniziato la sua attività come centro di ricerca. Nel 1996, dopo il crollo del sogno di Gardini di integrare chimica e agricoltura in un progetto di chimica verde, come ricercatori abbiamo iniziato la nostra avventura im-

prenditoriale partendo dalle nostre invenzioni. Abbiamo messo la ricerca e l'innovazione al centro, utilizzando una gamma di competenze interdisciplinari, utilizzando i nostri brevetti per reindustrializzare siti deindustrializzati o non più competitivi, costruendo cinque impianti primi al mondo, ovvero bioraffinerie integrate che utilizzano materie prime provenienti da risorse vegetali, nonché da rifiuti organici e sottoprodotti e consentendo all'Italia di diventare il laboratorio di un vero e proprio caso studio di bioeconomia.

A dimostrazione di quanto la sostenibilità sia identitaria per il Gruppo, nel 2020 Novamont ha modificato il proprio statuto societario assumendo la forma giuridica di Società Benefit e, dunque, formalizzando la sua volontà di perseguire finalità di beneficio comune per le comunità, i territori e l'ambiente in cui opera. Le Società Benefit sono, per l'appunto, una nuova forma giuridica di impresa, introdotta in Italia con la legge 28 dicembre 2015, n. 208 ed entrata in vigore dal primo gennaio 2016. Essa è già presente in 34 Stati americani, in Colombia, Porto Rico, Ecuador e British Columbia, ma è in cantiere anche in altri Stati. La Società Benefit protegge la missione in caso di entrata di nuovi investitori, cambi di leadership e passaggi generazionali e garantisce quindi una solida base per allineare la missione e creare valore condiviso nel lungo termine. Le Società Benefit rappresentano un'evoluzione del concetto stesso di azienda: integrano nel proprio oggetto sociale, oltre agli obiettivi di profitto, lo scopo di avere un impatto positivo sulla società e sulla biosfera¹¹.

Contemporaneamente al cambio dello statuto societario, Novamont ha ottenuto anche la certificazione B Cor-

¹¹ Per maggiori info si rimanda a <<https://www.societabenefit.net/>>.

poration, con un punteggio di 120, entrando dunque a far parte di un movimento globale di aziende che ha l'obiettivo di promuovere e diffondere un modello di business che va oltre alla generazione di profitto per gli azionisti e mira a innovare continuamente e a massimizzare l'impatto positivo sulla società, sull'ambiente e per tutti gli *stakeholder*¹².

Le finalità di beneficio comune perseguite da Novamont¹³ attraverso il suo modello di bioeconomia prevedono:

1. La rigenerazione dei territori anche attraverso il recupero di siti produttivi dismessi, evitando il consumo di suolo vergine.
2. La promozione di un modello circolare che massimizzi il recupero della materia organica attraverso sistemi sempre più sostenibili per la raccolta ed il trattamento del rifiuto organico per generare compost e materia organica di qualità.
3. La preservazione e rigenerazione della vitalità e della salute del suolo. A tal fine, sviluppa e produce prodotti di origine vegetale, biodegradabili e compostabili, concepiti come soluzioni a specifici problemi, quali l'inquinamento da plastica e altri inquinanti persistenti, e promuove pratiche agricole sostenibili che rafforzino la fertilità dei terreni e ne ripristinino la materia organica.
4. Lo sviluppo di processi di produzione innovativi e sostenibili che contribuiscano alla decarbonizzazione dell'economia anche attraverso la ricerca e l'innovazione

¹² Per maggiori info si rimanda a <<https://bcorporation.eu/directory/novamont>>.

¹³ Novamont, Relazione di impatto 2020. <<https://www.novamont.com/public/Bilancio%20di%20sostenibilit%C%A0/Relazione%20di%20impatto%20-%20ITA.pdf>>.

per la trasformazione di scarti e *by-product* della filiera in nuovi prodotti.

5. il contributo alla creazione di un sistema virtuoso creando alleanze con *stakeholder* del territorio e connettendo diversi settori, nonché alla crescita culturale e delle conoscenze sul tema della bioeconomia circolare, promuovendo attività formative in collaborazione con partner del settore pubblico e privato e iniziative di sensibilizzazione ed educazione allo sviluppo sostenibile.

Alla base di tutto questo c'è poi la creazione di dimostratori sistemici di soluzioni partendo dai problemi dei territori, dalle loro specificità, unendo l'innovazione al patrimonio culturale e alle sfide locali, per trasformare aree periferiche in centri strategici e per fare in modo che i servizi per le persone e la coesione sociale tornino ad essere il centro. In questi trent'anni abbiamo collaborato con il comparto agricolo per la diffusione di un'agricoltura sostenibile, volta a riportare materia organica pulita nei terreni sotto forma di compost, a rigenerare aree marginali e sperimentare e diffondere bioprodotto ideati per fornire soluzioni originali per superare l'inquinamento degli ecosistemi.

A partire da questa filiera, abbiamo creato una piattaforma di cooperazione con i compostatori, con le municipalità per la raccolta del rifiuto organico attraverso l'utilizzo di bioplastiche, con i *brand owners* e con la GDO, dando vita ad un modello che oggi vede l'Italia al primo posto in Europa per la raccolta del rifiuto organico (l'Italia raccoglie infatti il 47% del totale del rifiuto organico alimentare rispetto al 16% del totale Europeo)¹⁴.

¹⁴ Zero Waste Europe and BioBased Industries Consortium, Bio-waste generation in the EU: Current capture levels and future potential, 2020.



Fig. 2 – Raccolta differenziata attraverso l'utilizzo di sacchi compostabili nei mercati di Milano.

La ricerca e la formazione sono sempre stati al centro del nostro modello di sviluppo. Ad oggi reinvestiamo il 5% degli utili in R&D, il 20% delle nostre persone è impiegato in attività di ricerca e dal 1996 abbiamo attivato oltre 400 attività di formazione.

Siamo poi tra i fondatori del Cluster Tecnologico Nazionale della bioeconomia circolare SPRING, che riunisce 120 membri e 13 regioni italiane e che rappresenta un interlocutore di riferimento sui temi della bioeconomia circolare per i decisori pubblici, locali, nazionali ed europei.

Oggi Novamont è una realtà consolidata anche nel Lazio, grazie alla rigenerazione, con le nostre tecnologie proprietarie, dello stabilimento di Patrica da un impianto dedicato alla produzione di PET ad un impianto per la produzione di biopolimeri e biopolimeri, che oggi occupa più di 100 persone.

Ha sviluppato progetti di innovazione con realtà industriali e di ricerca del territorio, avviato importanti speri-



Fig. 3 – Laboratori del Centro Direzionale e di Ricerca Novamont di Novara.

mentazioni di colture oleaginose a basso impatto, come il cardo e il cartamo, in collaborazione con le aziende agricole locali. È partner del Polo di Formazione per lo sviluppo agro-zootecnico, associazione formativa che coinvolge i principali operatori dell'agroalimentare che si occupano di gestione, sviluppo e ricerca in campo agro-zootecnico, e lavora con le scuole del territorio per sviluppare progetti educativi nell'ambito della bioeconomia circolare.

5. Conclusioni

Per concludere, essere in grado di vivere bene entro il limite naturale è la grande sfida del nostro secolo e richiede un cambio di mentalità che deve avvenire il prima possibile, a livello individuale e collettivo, se si vuole provare a invertire la rotta della degradazione delle risorse¹⁵.

¹⁵ BASTIOLI, cit., 2018.



Fig. 4 – Mater-Biopolymer, società del Gruppo Novamont, con sede a Patrica (FR).

Serve un nuovo Illuminismo nella definizione delle politiche, basato su un approccio scientifico. Questo nuovo Illuminismo dovrà essere caratterizzato da un equilibrio migliore tra uomo e natura, tra mercati e legge, tra consumo privato e beni pubblici, tra globale e locale, tra pensiero a breve e lungo termine, tra giustizia sociale e incentivi per l'eccellenza¹⁶. In questa prospettiva va risolta la “tragedia dei *common goods*” superando l'attuale buco legale che, non riconoscendo il valore immateriale dei beni comuni, non ne garantisce il mantenimento. Occorre coltivare una fortissima etica della responsabilità a livello individuale e collettivo, a partire dalle imprese, per affrontare in modo costruttivo, con coraggio e spirito di servizio, le sfide epocali di una transizione ormai non più rinviabile a partire dai nostri territori. L'approccio della scienza partecipata dovrà giocare un ruolo chiave nella formazione di qualità con approccio olistico, e soprattutto nel coinvolgere i giovani, la società civile, i media e

¹⁶ Ibid.

ognuno di noi in progetti sistemici di territorio.

L'Italia, partendo dai problemi e dalla biodiversità dei suoi territori, può trasformarli in formidabili progetti interdisciplinari di rigenerazione che coinvolgano anche e soprattutto le comunità. Per mantenere poi il primato italiano in Europa, sarà prioritario tutelare il nostro patrimonio e i nostri casi studio sistemici virtuosi, alla luce del fatto che sempre di più i Paesi asiatici, come Cina e Giappone, stanno promuovendo investimenti importanti in questa direzione. La sinergia tra ricerca, industria e territorio è un tassello fondamentale per accelerare questo processo di trasformazione del nostro Paese, coinvolgendo i nostri migliori talenti di cui abbiamo enormemente bisogno. E l'Università è uno dei luoghi, non l'unico ma certo tra i più importanti, in cui questi talenti si promuovono e si valorizzano.

Riferimenti bibliografici

BASTIOLI C., *Bioeconomia per la rigenerazione territoriale*, Lectio Magistralis, Dissertazione realizzata in occasione del conferimento del Dottorato di Ricerca ad Honorem in Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali presso, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, 2019.

<https://www.novamont.com/page.php?id_page=229>

BASTIOLI C., *Le materie prime rinnovabili e la transizione da economia di prodotto a economia di sistema*, dissertazione in occasione del conferimento della Laurea Honoris Causa in Chimica Industriale da parte dell'Università degli Studi di Genova, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, 2008.

<https://www.novamont.com/page.php?id_page=229>

BONACCORSO M., *Luomo che inventò la bioeconomia. Raul Gardini e la nascita della chimica verde in Italia*, Edizioni Ambiente, 2020.

ISPRA, *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*, edizione 2021. <<https://www.snpambiente.it/2021/07/14/consumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemi-edizione-2021/>>

Kyoto Club, Ganapini W. (a cura di), *Bioplastiche: un caso studio di bioeconomia in Italia*, Edizioni Ambiente, 2013.

VON WEIZSÄCKER ANDERS WIJCKMAN E.U., *Come on! Come fermare la distruzione del pianeta*, Rapporto al Club of Rome per il suo 50° anniversario, Slow Food Editore, 2018.

Note biografiche

Marcela Villarreal è Direttrice della Divisione Partenariati e Collaborazione con le Nazioni Unite presso l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e Agricoltura (FAO). Ha conseguito un dottorato di ricerca in Sociologia Rurale presso la Cornell University e un BA/MA in Ingegneria Informatica presso l'Università Los Andes di Bogotá. È responsabile dell'implementazione delle strategie della FAO per i partenariati con le organizzazioni della società civile, con gli istituti accademici e di ricerca e con le altre agenzie delle Nazioni Unite e responsabile del ruolo della FAO nell'ambito della Riforma delle Nazioni Unite. Coordina inoltre l'applicazione dei Principi per gli Investimenti Responsabili in Agricoltura e Sistemi Alimentari, le politiche sui Popoli Indigeni, l'iniziativa dei Fronti Parlamentari contro la fame e il Decennio dell'Agricoltura Familiare. Nel corso del suo impegno in FAO, iniziato nel 1996, ha ricoperto il ruolo di Direttrice per la Divisione dei Partenariati, Attività Promozionali e Sviluppo delle Capacità e Direttrice per la Divisione Pari Opportunità, Equità e Impiego Rurale. È stata inoltre Capo per il Servizio di Popolazione e Sviluppo, e Funzionaria Principale per la Ricerca Socio-Culturale. Precedentemente ai suoi incarichi in FAO, ha lavorato per l'UNFPA, l'ILO e il Governo Colombiano. Nel corso di una carriera di 32 anni nell'ambito delle Nazioni Unite ha lavorato ed è stata autrice di numerose pubblicazioni in aree come: riduzione della povertà, tematiche di genere, sviluppo rurale, occupazione, diseguaglianze sociali, ordinamenti fondiari, HIV/AIDS e sicurezza alimentare. Ha coordinato e/o partecipato a missioni delle Nazioni Unite in 40 diversi paesi.

Chiara Tonelli, architetto e professore in Tecnologia dell'architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre, dove è delegata del Rettore per la «Sostenibilità ambientale» (2017-oggi) e per «Startup e impresa» (2015-2017), si occupa di edilizia residenziale, efficienza energetica e innovazione tecnologica, nell'attività di sperimentazione, di ricerca e di didattica.

Ha ideato e coordinato le due partecipazioni multidisciplinari dell'Università Roma Tre al Solar Decathlon, competizione tra atenei di tutto il mondo per la progettazione e realizzazione di prototipi di case ad alta efficienza energetica. Nel 2012 il prototipo “MED in Italy” è stato il primo progetto italiano ammesso alla competizione e si è classificato terzo assoluto. Nel 2014 il prototipo di social housing “RhOME for denCity”, dell'unica squadra italiana ammessa alla gara, ha vinto il primo premio assoluto.

È stata Consigliere dell'Ordine degli Architetti di Roma (2017-2021) e Coordinatore tecnico del Piano Energetico Regionale del Lazio (2015-2016). Ha coordinato il Progetto “Costruzioni a energia positiva per la rigenerazione urbana dei quartieri informali” di Grande Rilevanza Scientifica e Tecnologica sul tema “Energia e Ambiente” per lo scambio bilaterale Italia-Argentina, finanziato dal Ministero degli Affari Esteri Italiano per il triennio 2014-2016.

Ha pubblicato due libri e un centinaio di articoli scientifici e partecipato a oltre 300 convegni e conferenze in Italia e nel mondo (si segnala “Digital Futures” alla Royal Academy of Arts nel 2018, UK e i TEDx Milano 2012 e Reggio Emilia 2017) e ha condotto programmi televisivi sui temi dell'architettura (RAI TRE, Leonardo TV, Real Time).

Catia Bastioli è una chimica, una scienziata e un'imprenditrice.

È Amministratore Delegato del Gruppo Novamont, realtà nata dai risultati della sua ricerca sullo sviluppo di bioplastiche e biochemicals da fonti rinnovabili secondo un modello di Bioeconomia circolare da lei elaborato, inteso come rigenerazione territoriale con al centro la qualità di suolo e acqua.

È inoltre Presidente dell'Associazione Kyoto Club e del Cluster Italiano della Bioeconomia Circolare SPRING.

È membro di importanti gruppi di lavoro della Commissione Europea su cambiamenti climatici, ambiente e bioeconomia, come il Mission Board on Soil Health and Food. È l'inventore di circa 80 famiglie di brevetti nel settore dei biopolimeri e dei processi di trasformazione di materie prime rinnovabili, ed è stata premiata come "Inventore europeo dell'anno 2007".

Ha conseguito una Laurea Honoris Causa in Chimica Industriale (2008, Università di Genova), in Ingegneria dei Materiali (2016, Università di Palermo) e in Economia Aziendale (2018, Università di Foggia), nonché un Dottorato ad honorem in Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (2019, Università di Bologna). È Cavaliere del Lavoro dal 2017.

Lezioni Magistrali di Roma Tre

1.

ROBERTO SARDELLI

Dal seminario alla scelta passando per don Milani

Presentazione di Massimiliano Fiorucci

2.

MAURO PALMA

Difficile dire Giustizia

Presentazione di Marco Ruotolo

3.

EDITH BRUCK

La mia università si chiama Auschwitz

Presentazione di Paolo D'Angelo

4.

MARTA CARTABIA

Una parola di Giustizia

Le Eumenidi, dalla maledizione al logos

Presentazione di Luca Pietromarchi



Roma TrE-Press

2022