

CONTENT

CESARE SPOSITO, FRANCESCA SCALISI (EDITORIAL)	<i>Il contributo delle discipline dell'Architettura su Acqua, Energia, Lavoro Dignitoso e Crescita Economica</i> The contribution of the disciplines of Architecture to Water, Energy, Decent Work and Economic Growth	3
CESARE SPOSITO, GERNOT MITTERSTEINER	<i>Riciclo idrico e raffrescamento urbano – Un nuovo paradigma metabolico Acqua / Energia / Cibo per le città temperate</i> Water recycling and urban cooling – A new Water / Energy / Food metabolic paradigm for temperate cities	22
ANTONELLA FALZETTI	<i>Oltre la funzione – L'acqua come principio di equità, cura e identità urbana e paesaggistica</i> Beyond function – Water as a principle of equity, care, and urban and landscape identity	72
SARA RADI AHMED, ALESSANDRA CAPUANO	<i>Infrastrutture blu per la rigenerazione ecologica – Il recupero di siti estrattivi ad Amburgo e Roma</i> Blue infrastructures for ecological regeneration – The recovery of mining sites in Hamburg and Rome	84
MATTEO D'AMBROS, STEFANO TORNIERI	<i>Futuri galleggianti – Ripensare le relazioni tra acqua, energia e lavoro attraverso l'idrologia culturale</i> Floating features – Rethinking the relationships between water, energy, and labour through cultural hydrology	98
ÉLAN REDEKOP VAN DER MEULEN, EMANUELA CAMMARATA INA MACAIONE, BIANCA ANDALORO, ALESSANDRO RAFFA	<i>Progettare con l'acqua in ambito urbano – L'esperienza dello studio Felixx</i> Designing with water in urban contexts – The experience of Felixx	114
ANNA MANGIATORDI	<i>Investire nelle residenze per anziani – Verso una tassonomia ESG per la rigenerazione immobiliare</i> Investing in housing for the elderly – Towards an ESG taxonomy for building regeneration	130
ALEXANDRA EIKA D'AMORE	<i>Gemello digitale e processo edilizio – Riflessioni su produttività, energia e salute</i> The digital twin and the building process – Reflections on productivity, energy, and health	144
FILIPPO ANGELUCCI, ARMEN SHATVORYAN	<i>Riconnettere le dimensioni di acqua, città e comunità – Una sperimentazione a Yerevan (Armenia)</i> Reconnecting the dimensions of water, city, and community – An experiment in Yerevan (Armenia)	162
TIZIANA CAMPISI, LUISA LOMBARDO	<i>Progettare con l'acqua – Strategie, protocolli e progetti nell'architettura e per le città</i> Designing with water – Strategies, protocols, and projects in architecture and for cities	178
PHILIPPE MARIN, LIDIA MARIA GIANNINI FABRIZIO TUCCI	<i>Gestione resiliente delle acque meteoriche – Uno strumento a supporto della progettazione</i> Resilient management of stormwater – A tool to support design	196
MICHELA BAROSIO, MARTINA CRAPOLICCHIO ROSSELLA GUGLIOTTA, MARCO TRISCIUOGGIO	<i>Parametri di morfologia urbana e distretti a energia positiva – I Campus universitari motori delle transizioni urbane</i> Urban morphology parameters and positive energy districts – University Campuses as drivers of urban transitions	212
VALENTINA DESSI, MATTEO CLEMENTI, ERPINIO LABROZZI FILIPPO OPPIMITTI, MICHELE D'OSTUNI ET ALII	<i>Agricoltura urbana e architettura – L'acqua per ottimizzare la sinergia edificio-vegetazione</i> Urban agriculture and architecture – Water for optimising the building-vegetation synergies	224
JOSEP EIXERÉS ROS	<i>Habitat collettivi per la rigenerazione rurale – Una cooperativa edilizia ad Almenara (Spagna)</i> Collective habitats for rural regeneration – A housing cooperative in Almenara (Spain)	238
FABRIZIO TUCCI, KRISTINA MITRIK LAVINIA MONTAGNER	<i>Muro di Trombe e labirinto termico – Strategie bioclimatiche per il clima mediterraneo</i> Trombe wall and thermal labyrinth – Bioclimatic strategies for the Mediterranean climate	250
MASSIMO LAURIA, MARIA AZZALIN FRANCESCA GIGLIO, GIOVANNA MARIA LA FACE	<i>Efficienza energetica e smartness degli edifici nelle politiche ambientali pubbliche</i> Energy efficiency and smart buildings in public environmental policies	264
MARIA CHIARA CAPASSO	<i>LCA e domanda energetica complessiva dei prodotti edili in canapa</i> LCA and cumulative energy demand of hemp buildings products	276
ELISABETTA PALUMBO, IRENE MAZZEI MARTINA PERPETUA, FRANCESCO POMPONI	<i>Impatti ambientali e sociali nel ciclo vita per una progettazione a basso carbonio</i> Environmental and social life cycle for low-carbon design	294
FEDERICA MARANDINO	<i>Paesaggi produttivi in trasformazione – Sistemi agro-energetici e benefici ambientali</i> Productive landscapes in transformation – Agro-energy systems and environmental benefits	304
FRANCESCA THIÉBAT, ALICE MASOERO, FIAMMA MORSELLI ELENA FREGONARA, CHIARA SENATORE ET ALII	<i>Fibre naturali e circolarità in architettura – Sostenibilità ambientale, economica e sociale</i> Natural fibres and circularity in architecture – Environmental, economic, and social sustainability	316
STEFANO FOLLESA, LEILA FARAHBAKSH XINXIN SONG	<i>Energie rinnovabili e agricoltura urbana – Strategie multidisciplinari per città resilienti</i> Renewable energy and urban agriculture – Multidisciplinary strategies for resilient cities	332
PAOLO FRANZO, ANDREA QUARTU MARGHERITA TUFARELLI	<i>Re-shaping fashion in Italy – Sistemi circolari, scenari phygital e formazione informale</i> Re-shaping fashion in Italy – Circular systems, phygital scenarios, and informal education	344
ELIF SÜYÜK MAKAKLI, EBRU YÜCESAN ALTAY	<i>Reinterpretare il ruolo ecologico dell'acqua – Materiali viventi e design inclusivo</i> Reinterpreting water's ecological role – Integrating living materials for inclusive design	358
ILARIA FABBRI	<i>PUNTOnet H₂O – Dall'indagine sul campo al prototipo di una stazione multifunzionale per l'acqua</i> PUNTOnet H ₂ O – From field investigation to the prototype of a multifunctional water station	370
LAURA BADALUCCO, ROSA CHIESA, GIORGIO GAINO ELISA MARCHETTO, CHIARA SILVESTRI	<i>Discoil e durabilità – Redesign di un sistema per ridurre l'inquinamento idrico da idrocarburi</i> Discoil and durability – Redesign of a system to reduce water pollution by hydrocarbons	384
FABIO BIANCONI, MARCO FILIPPUCCI FEDERICO ROSSI, MICHELA MESCHINI	<i>Sistemi innovativi per lo stoccaggio dell'idrogeno (HEHS) – Visual design e AI per la comunità</i> Innovative systems for hydrogen storage (HEHS) – Visual design and AI for community engagement	398

18

International Journal of Architecture Art and Design

18 | 2025

SDGs 6, 7, 8 | PROGETTI, RICERCHE, SINERGIE, COMPROMESSI | PROJECTS, RESEARCH, SYNERGIES, TRADE-OFFS

AGATHÓN

ACQUA (SDG 6), ENERGIA (SDG 7),
LAVORO DIGNITOSO E
CRESCITA ECONOMICA (SDG 8)
PROGETTI, RICERCHE, SINERGIE, COMPROMESSI

WATER (SDG 6), ENERGY (SDG 7),
DECENT WORK AND
ECONOMIC GROWTH (SDG 8)
PROJECTS, RESEARCH, SYNERGIES, TRADE-OFFS

ISSN print 2464-9309

ISSN online
2532-683X



9 772464 930001

70006

18
2025

AGATHÓN
International Journal
of Architecture, Art and Design

ISSN print: 2464-9309 – ISSN online: 2532-683X

AGATHÓN is indexed on



Publisher

LetteraVentidue Edizioni S.r.l.
Via Luigi Spagna, 50P | 96100 Siracusa (IT)
P.IVA 01583340896
E-mail: info@letteraventidue.com

Il vol. 18 è stato stampato nel dicembre 2025 da
Issue 18 was printed in December 2025 by
The Factory S.r.l.
via Tiburtina n. 912 | 00156 Roma (IT)

AGATHÓN è un marchio di proprietà di Cesare Sposito
AGATHÓN is a trademark owned by Cesare Sposito

Le immagini pubblicate nella rivista rispondono alla pratica del Copyright Act 17 U.S.C. 107 recepita in Italia dall'art. 70 della Legge sul Diritto d'Autore che ne consente l'uso a fini di critica, insegnamento e ricerca scientifica a scopi non commerciali.

The images published in the journal comply with the Copyright Act 17 U.S.C. 107, which allows their use for criticism, teaching and scientific research for non-commercial purposes.

Scientific Directors

GIUSEPPE DE GIOVANNI, CESARE SPOSITO (University of Palermo, Italy)

Managing Director

MICAELA MARIA SPOSITO

International Scientific Committee

ALFONSO ACOCELLA (University of Ferrara, Italy), JOSE BALLESTEROS (Polytechnic University of Madrid, Spain), SALVATORE BARBA (University of Salerno, Italy), CRISTINA BIANCHETTI (Polytechnic University of Torino, Italy), FRANÇOISE BLANC (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse, France), ROBERTO BOLOGNA (University of Firenze, Italy), TAREK BRIK (University of Tunis, Tunisia), TOR BROSTRÖM (Uppsala University, Sweden), JOSEP BURCH I RIUS (University of Girona, Spain), MAURIZIO CARTA (University of Palermo, Italy), ALICIA CASTILLO MENA (Complutense University of Madrid, Spain), PILAR CHIAS NAVARRO (Universidad de Alcalá, Spain), JORGE CRUZ PINTO (University of Lisbon, Portugal), MARIA ANTONIETTA ESPOSITO (University of Firenze, Italy), EMILIO FAROLDI (Polytechnic University of Milano, Italy), FRANCESCA FATTA ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy), FRANCISCO JAVIER GALLEGRO ROCA (University of Granada, Spain), MARIA LUISA GERMANÀ (University of Palermo, Italy), VICENTE GUALLART (IAAC – Institute for Advanced Architecture of Catalonia, Spain), JAVIER GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO (Polytechnic University of Madrid, Spain), FAKHER KHARRAT (Ecole Nationale d'Architecture et d'Urbanisme, Tunis), MOTOMI KAWAKAMI (Tama Art University, Japan), WALTER KLASZ (University of Art and Design Linz, Austria), PAOLO LA GRECA (University of Catania, Italy), INHEE LEE (Pusan National University, South Korea), MARIO LOSASSO ('Federico II' University of Napoli, Italy), MARIA TERESA LUCARELLI ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy), CRISTIANA MAZZONI (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Belleville, France), RENATO TEOFILO GIUSEPPE MORGANTI (University of L'Aquila, Italy), STEFANO FRANCESCO MUSSO (University of Genova, Italy), OLIMPIA NIGLIO (University of Pavia, Italy), MARCO ROSARIO NOBILE (University of Palermo, Italy), PATRIZIA RANZO ('Luigi Vanvitelli' University of Napoli, Italy), LAURA RICCI ('Sapienza' University of Roma, Italy), ANDREA ROLANDO (Polytechnic University of Milano, Italy), DOMINIQUE ROUILLARD (National School of Architecture Paris Malaquais, France), ROBERTO PIETROFORTE (Worcester Polytechnic Institute, USA), CARMINE PISCOPO ('Federico II' University of Napoli, Italy), LUIGI SANSONE (Art Reviewer, Milano, Italy), ANDREA SCIASCIA (University of Palermo, Italy), FEDERICO SORIANO PELAEZ (Polytechnic University of Madrid, Spain), BENEDETTA SPADOLINI (University of Genova, Italy), CONRAD THAKE (University of Malta), FRANCESCO TOMASELLI (University of Palermo, Italy), MARIA CHIARA TORRICELLI (University of Firenze, Italy), FABRIZIO TUCCI ('Sapienza' University of Roma, Italy)

Editor-in-Chief

FRANCESCA SCALISI (University of Palermo, Italy)

Editorial Board

TIZIANO AGLIERI RINELLA (IUAV, Italy), FABRIZIO AMAR (Texas A&M University, USA), SILVIA BARBERO (Polytechnic University of Torino, Italy), CARMELINA BEVILACQUA ('Sapienza' University of Roma, Italy), MARIO BISSON (Polytechnic University of Milano, Italy), LUCA BULLARO (Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia), TIZIANA CAMPISI (University of Palermo, Italy), NICOLA VALENTINO CANESSA (University of Genova, Italy), CHIARA CATALANO (National Centre of Research – IRET, Italy), CLICE DE TOLEDO SANJAR MAZZILLI (University of São Paulo, Brazil), GIUSEPPE DI BENEDETTO (University of Palermo, Italy), SANTINA DI SALVO (University of Palermo, Italy), ANA ESTEBAN-MALUENDA (Polytechnic University of Madrid, Spain), RAFFAELLA FAGNONI (IUAV, Italy), ANTONELLA FALZETTI ('Tor Vergata' University of Roma, Italy), ELISA MARIAROSARIA FARELLA (Bruno Kessler Foundation, Italy), RUBÉN GARCÍA RUBIO (Tulane University, USA), MANUEL GAUSA (University of Genova, Italy), TOUFIC HAIDAMOUS (American University in the Emirates, UAE), PILAR CRISTINA IZQUIERDO GRACIA (Polytechnic University of Madrid, Spain), DANIEL IBAÑEZ (IAAC – Institute for Advanced Architecture of Catalonia, Spain), PEDRO ANTÓNIO JANEIRO (University of Lisbon, Portugal), MASSIMO LAURIA ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy), INA MACAIONE (University of Basilicata, Italy), FRANCESCO MAGGIO (University of Palermo, Italy), FERNANDO MORAL-ANDRÉS (Universidad Nebrija in Madrid, Spain), NURIA NEBOT GÓMEZ DE SALAZAR (University of Malaga, Spain), DAVID NESS (University of South Australia, Australia), ELODIE NOURRIGAT (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Montpellier, France), ELISABETTA PALUMBO (University of Bergamo, Italy), FRIDA PASHAKO (Municipality of Tirana, Albania), JULIO CESAR PEREZ HERNANDEZ (University of Notre Dame du Lac, USA), VALERIO PERNA (Epoka University, Albania), PIER PAOLO PERRUCCIO (Polytechnic University of Torino, Italy), ROSA ROMANO (University of Firenze, Italy), DANIELE RONSIVALLE (University of Palermo, Italy), MONICA ROSSI-SCHWARZENBECK (Leipzig University of Applied Sciences, Germany), DARIO RUSSO (University of Palermo, Italy), MICHELE RUSSO ('Sapienza' University of Roma, Italy), JÖRG SCHRÖDER (Leibniz University Hannover, Germany), MARICELA SEPE ('Sapienza' University of Roma, Italy), MARCO SOSA (Zayed University, UAE), ZEILA TESORIERE (University of Palermo, Italy), ANTONELLA TROMBADORE (World Renewable Energy Network, UK), ALESSANDRO VALENTI (University of Genova, Italy), GASPARE MASSIMO VENTIMIGLIA (University of Palermo, Italy), ANTONELLA VIOLANO ('Luigi Vanvitelli' University of Campania, Italy), ALESSANDRA ZANELLI (Polytechnic University of Milano, Italy)

Assistant Editors

MARIA AZZALIN ('Mediterranea' University of Reggio Calabria, Italy), GIORGIA TUCCI (University of Genova, Italy)

Graphic Designer

MICHELE BOSCARINO

Web Editor

PIETRO ARTALE

Il Journal è stampato con il contributo degli Autori che mantengono i diritti sull'opera originale senza restrizioni.
The Journal is published with fund of the Authors whom retain all rights to the original work without any restrictions.

AGATHÓN adotta il sistema di revisione del double-blind peer review. I saggi nella sezione 'Focus' non sono soggetti al suddetto processo di revisione in quanto a firma di Autori invitati dalla Direzione nella qualità di esperti sul tema.

The AGATHÓN Journal adopts a double-blind peer review. The essays on 'Focus' section are not subjected to double-blind peer review process because the Authors are invited by the Directorate as renowned experts in the subject.

AGATHÓN | International Journal of Architecture Art and Design

Issues for year: 2 | ISSN print: 2464-9309 | ISSN online: 2532-683X

Registrazione n. 12/2017 del 13/07/2017 presso la Cancelleria del Tribunale di Palermo

Registration number 12/2017 dated 13/07/2017, registered at the Palermo Court Registry

Editorial Office

Via Filippo Cordova n. 103 | 90143 Palermo (ITA) | E-mail: redazione@agathon.it

AGATHÓN è stata inclusa nella lista ANVUR delle riviste di classe A per l'area 08 a partire dal volume 1 del 2017 ed è indicizzata in SCOPUS e in SCIMAGO dal 2023.

AGATHÓN has been included in the Italian ANVUR list of Class A Journals for area 08 starting from volume no. 1, June 2017, and is indexed in SCOPUS and SCIMAGO since 2023.

ARTICLE INFO

Received	10 September 2025
Revised	18 October 2025
Accepted	20 October 2025
Published	30 December 2025

DISCOIL E DURABILITÀ

Redesign di un sistema per ridurre l'inquinamento idrico da idrocarburi

DISCOIL AND DURABILITY

Redesign of a system to reduce water pollution by hydrocarbons

Laura Badalucco, Rosa Chiesa, Giorgio Gaino, Elisa Marchetto, Chiara Silvestri

ABSTRACT

Il contributo presenta gli esiti di un'attività di ricerca applicata, finanziata tramite un bando competitivo e svolta nel 2022-23, per la riprogettazione di un sistema a basso impatto ambientale utilizzato per il recupero di oli e idrocarburi. Il Gruppo di Ricerca ha lavorato sull'analisi, valutazione e riprogettazione in ottica di economia circolare del disoleatore Discoil, macchinario per la separazione degli idrocarburi dall'acqua in impianti industriali o in acque libere, senza utilizzo di sostanze chimiche o di materiali assorbenti. Il risultato offre un caso concreto di applicazione delle strategie di sostenibilità e circolarità nella progettazione di prodotti industriali di particolare complessità, direttamente connessi alla riduzione degli impatti ambientali, e indicazioni metodologiche per la replicabilità del processo.

This paper presents the results of applied research, funded through a competitive call for proposals and carried out in 2022-23, for the redesign of a low environmental impact system for the recovery of oils and hydrocarbons. The Research Group worked on the analysis, evaluation, and redesign of the Discoil oil separator from a circular economy perspective, a machine which separates hydrocarbons from water in industrial plants or open waters without the use of chemicals or absorbent materials. The result provides a concrete example of applying sustainability and circularity strategies in the design of complex industrial products, directly targeting reductions in environmental impacts and offering methodological guidelines for replicating the process.

KEYWORDS

acqua, circolarità delle risorse, ecodesign, sostenibilità, inquinamento da idrocarburi

water, circularity of resources, eco-design, sustainability, oil pollution

Laura Badalucco is a Full Professor in Design at the Department of Design Cultures, 'Iuav' University of Venice (Italy). She carries out research activities mainly in Ecodesign, Design for the Circular Economy, and Packaging Design. E-mail: laurabada@iuav.it

Giorgio Gaino is an Architect, Designer and Adjunct Professor at the 'Iuav' University of Venice (Italy). He carries out industrial design projects across the automotive, nautical, medical, and product sectors. E-mail: giorgio.gaino@synthesisdesign.it

Elisa Marchetto, graduate in Economics, Markets and Management, is a Sales and Marketing Manager at OCS SpA (Officine Costruzioni Speciali) in Albignasego (PD, Italy). She works on commercial and marketing activities related to Discoil. E-mail: elisa.marchetto@ocs.it

Rosa Chiesa, Architect and PhD in Design Sciences, is an Associate Professor in Design at the 'Iuav' University of Venice (Italy). Her research is mainly focused on the History of Design, glass and photography in relation to archives. E-mail: rchiesa@iuav.it

Chiara Silvestri, Designer, focuses on industrial design, with particular attention to product and process innovation. In partnership with the Synthesis Design studio (Italy), she designed projects that have won national and international awards, including Good Design Awards, an Honourable Mention at the Compasso d'Oro, the Gran Design Etico award, and the Well Tech Awards. E-mail: chiara.silvestri@synthesisdesign.it



All'interno dell'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile n. 6 delle Nazioni Unite (UN, 2015), finalizzato a garantire la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie a livello globale, il target 6.3 si occupa specificatamente della riduzione dell'inquinamento idrico con l'intenzione di eliminare entro il 2030 le pratiche di scarico non controllato e di dimezzare la percentuale di acque reflue non trattate, aumentandone il riciclo e il riutilizzo (UNEP, 2009). Questo target nasce dalla considerazione che più dell'80% delle acque di scarico prodotte da attività umane (domestiche e industriali) nel mondo è riversato in fiumi o mari senza sistemi di depurazione (UN Water, 2023). Tra le acque di scarico quelle provenienti da impianti industriali sono di particolare impatto sull'ambiente in quanto contengono residui di lavorazione come metalli pesanti, oli e solventi e, secondo il monitoraggio dell'indicatore 6.3.1 delle Nazioni Unite, solo il 27% viene trattato in modo sicuro a livello globale (UN-Habitat and WHO, 2024).

In tale contesto il presente contributo intende focalizzare l'attenzione sulla riduzione dell'inquinamento da idrocarburi nelle acque industriali o libere e sulle possibilità di recupero, riciclo e riutilizzo di oli e idrocarburi grazie a tecnologie di trattamento delle acque a basso impatto ambientale. A tal fine vengono qui presentati gli esiti della ricerca 'L1 – Discoil – Processi di valorizzazione, attualizzazione e comunicazione di sistemi a basso impatto ambientale per il recupero di oli e idrocarburi' finanziata da un bando competitivo della Regione Veneto (DGR n. 497 del 20/04/2021) e svolta tra il 2022 e il 2023; il Gruppo di Ricerca è formato da Docenti di Design dell'Università 'luav' di Venezia, da designer professionisti e dall'azienda OCS – Officine Costruzioni Speciali SpA di Albignasego (PD).

Le acque inquinate da oli e idrocarburi vengono oggi abitualmente trattate con l'applicazione di metodi meccanici e chimici (Adetunji and Olaniran, 2021; Varjani et alii, 2020). Tra i principali metodi meccanici si annoverano da un lato macchinari costituiti da elementi composti di materiali assorbenti, dall'altro sistemi compatti a dischi (skimmer) che, montati in una configurazione perpendicolare al piano del liquido in cui vengono inseriti, sfruttano la viscosità del petrolio per separarlo meccanicamente dall'acqua. La criticità nell'applicazione dei metodi meccanici risiede nel rischio, durante il trattamento, di emulsionare acqua e olio, operazione da evitare ai fini del riciclo e dell'eventuale riutilizzo dei materiali. I metodi chimici prevedono invece l'utilizzo di additivi che sono in grado di dar luogo alla frammentazione del film di idrocarburo e in questo caso la criticità riguarda strettamente l'impatto ambientale prodotto dall'utilizzo di soluzioni chimiche.

Sebbene tra i sistemi in corso di studio si segnalino quelli di biorisanamento tramite batteri – soluzioni ancora in discussione – in particolare per gli sversamenti consistenti o in acque libere, la ricerca ha focalizzato la propria attenzione su una soluzione di particolare valore dal punto di vista della preferibilità ambientale: uno skimmer oleodinamico a dischi denominato Discoil che è stato proposto come caso d'interesse in fase di scrittura e presentazione del progetto di ricerca.

Nel 1970 l'ingegnere Giancarlo Ravagnan, fondatore dell'azienda OCS di Albignasego (PD), inventa e produce un disoleatore compatto a basso impatto ambientale (Figg. 1, 2), un macchinario adatto a risolvere il problema della separazione dell'ac-

qua dagli idrocarburi in impianti industriali o in caso di sversamento in acque libere, senza ricorrere a sostanze chimiche o a materiali assorbenti. Il Discoil utilizza un sistema idraulico a dischi in acciaio inossidabile, appositamente progettati per recuperare efficacemente tutto l'olio presente su una superficie d'acqua, senza creare emulsioni: il 98% di olio con solo il 2% di acqua (Figg. 3, 4): ciò permette alle sostanze prelevate di essere facilmente e velocemente reimmesse nel ciclo produttivo o riutilizzate in altro modo.

L'applicazione più frequente del Discoil è la separazione e il recupero degli idrocarburi (benzina, gasolio, oli combustibili, oli lubrificanti, petrolio greggio, ecc.) e delle sostanze grasse in genere (grassi animali e vegetali) dall'acqua in impianti (Fig. 5). Il principio di funzionamento si basa sull'adesione dell'olio alle superfici di dischi che, realizzati in acciaio inossidabile opportunamente trattato, sono disposti perpendicolarmente e parzialmente immersi nell'acqua da trattare, mentre sono mantenuti in rotazione sul proprio asse orizzontale; grazie a questa adesione e coesione vengono recuperati i prodotti oleosi allo stato naturale a notevole distanza dalla macchina, anche nelle zone classificate (zone Atex nelle quali può formarsi un'atmosfera esplosiva). Oltre all'utilizzo in impianti industriali e raffinerie, nel corso degli anni Discoil è stato utilizzato in caso di sversamenti di idrocarburi in mare (Figg. 6, 7): ha operato in numerosi oil spill, tra cui quelli di Haven nel 1992, Agip-Abruzzo, Moby Prince nel 1991 e in occasione di una collisione tra due navi nei pressi della Corsica nel 2018.

La sua funzione e le sue specificità lo caratterizzano, fin dalla sua prima produzione, come un prodotto naturalmente attento agli aspetti della sostenibilità. Ciò ha spinto a selezionare Discoil come caso di interesse per la ricerca e per la riprogettazione in ottica rigenerativa. Il progetto di ricerca si è interrogato su come sia possibile adeguare il prodotto e la sua progettazione alle specifiche di sostenibilità ambientale e, ancor più, alle istanze dell'economia circolare e alle richieste delle più recenti normative europee in tema di produzioni industriali in modo da rendere prodotto e funzione totalmente coerenti. È emerso che Discoil, prodotto dall'indubbia qualità ideata a suo tempo dall'azienda, ben si sarebbe prestato a una revisione nell'ottica di un'ottimizzazione produttiva, di utilizzo e gestione a lungo termine.

La sperimentazione applicativa ha utilizzato alcune strategie di Ecodesign e di Design per l'Economia Circolare che hanno permesso di accrescere i livelli di rigenerabilità del macchinario secondo le logiche di durabilità, manutenibilità, aggiornamento, personalizzazione e flessibilità d'uso. Il valore del progetto di ricerca e della sua concretizzazione in azioni reali, come nel caso del nuovo Discoil qui presentato, risiede da un lato nella dimostrazione di efficacia dell'applicazione delle strategie circolari al servizio della progettualità, dall'altro nella rappresentazione di progressiva consapevolezza culturale su cui si fonda inevitabilmente la transizione dall'economia lineare a quella circolare (UNDP, 2016; European Commission, 2020).

Alla luce di queste premesse il presente contributo ha l'obiettivo di presentare gli esiti della citata attività di ricerca applicata, finanziata da bando competitivo e svolta nel 2022-23, per la riprogettazione in ottica di circolarità di un sistema a basso impatto ambientale utilizzato per il recupero di oli e idrocarburi. Dopo un'ampia discussione relativa a defini-

zioni e differenze tra Ecodesign, Design Sostenibile e Circular Design, il contributo descrive il metodo e le fasi della ricerca e infine il caso applicativo.

Sostenibilità e circolarità nel progetto | Le tematiche affrontate dalla ricerca si inseriscono nel più recente dibattito sul ruolo del Design nella transizione ecologica e sulle competenze strategiche di figure come il Circular Designer¹ (Bakker et alii, 2014; Ceschin and Gaziulusoy, 2016; Franconi et alii, 2021) e il Transitional Industrial Designer (Zannoni et alii, 2024).

Secondo la più recente definizione presente nell'Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) per Ecodesign o 'progettazione ecocompatibile' s'intende il processo di integrazione di aspetti connessi alla sostenibilità ambientale nelle caratteristiche dei prodotti e nei processi che si svolgono nell'intera catena del valore del prodotto (European Commission, 2024). Tale integrazione deve portare alla definizione di specifiche di progettazione ecocompatibile, ovvero a una serie di prescrizioni che rendano il prodotto ambientalmente preferibile rispetto ai prodotti con identiche funzioni e prestazioni. Obiettivo di questo approccio progettuale è la riduzione degli impatti ambientali, ovvero delle modifiche dell'ambiente derivanti anche parzialmente dal prodotto, tenendo conto di quanto avviene in tutte le fasi del suo ciclo vita, dalla progettazione alla gestione della fine della sua prima vita utile e all'avvio alle sue nuove vite.

Il Regolamento sopracitato pone al centro il ruolo del Design e la sua potenziale capacità di intervenire a monte del problema. Nel Circular Economy Action Plan del 2020 la Commissione Europea sottolineava, infatti, che fino all'80% dell'impatto ambientale dei prodotti è presente nella fase di progettazione (European Commission – Directorate-General for Communication, 2020). Già anni prima, nella Direttiva per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia (European Commission, 2009), la stessa Commissione aveva indicato uno degli elementi chiave per l'attivazione di un'economia circolare applicata al design dei prodotti: se progettati correttamente, i prodotti possono durare più a lungo o essere più facili da riparare, rimettere a nuovo o rigenerare; in questo modo si facilitano anche le operazioni di riciclo e le imprese di riciclo possono recuperare materie e componenti di valore.

Risulta dunque evidente come i temi della sostenibilità ambientale e dell'Ecodesign, oggetto di riflessione da ormai diversi decenni, come pure del 'metabolismo ciclico' delle risorse (EMF, 2015) – centrale nel modello dell'economia circolare – siano imprescindibili nella cultura del progetto sebbene spesso permanga confusione sul significato dei vari termini. Per fare chiarezza è opportuno mettere a confronto i termini che sono maggiormente utilizzati quando si parla di rapporto tra prodotti e sostenibilità; l'ambito dell'Ecodesign si intreccia infatti con le tematiche del Design Sostenibile e del Design per l'Economia Circolare.

Provando a sintetizzare un argomento molto complesso nell'ottica di evidenziarne le sfumature, si può affermare che mentre nell'ambito della sostenibilità il progetto si occupa congiuntamente di ridurre gli impatti e aumentare le qualità nelle tre dimensioni ambientale, economica e sociale (Vezzoli and Manzini, 2010), l'Ecodesign si concentra in particolare sulla riduzione dell'impatto ambientale del-



Fig. 1 | The Discoil in its current L10 configuration (with ten blades), manufactured at OCS (credit: M. Battaglia, 2024).



Fig. 2 | The disc structure of the current Discoil oil separator (credit: E. Marchetto, 2018).

Next page

Fig. 3, 4 | The Discoil oil separator in the current configuration (with six blades) operating in a plant and in the compact M2 version (credits: OCS, 2002, 1997).

la produzione e dell'esaurimento delle risorse naturali durante tutto il ciclo vita del prodotto, o meglio, i suoi possibili cicli vita, al plurale (Braungart and McDonough, 2002; Bhamra and Hernandez, 2021).

Il Design per l'Economia Circolare introduce un nuovo punto di vista: consiste, in questo caso, nel prolungare la vita dei prodotti, così da poterli utilizzare il più a lungo possibile. L'obiettivo è creare un ciclo chiuso nel quale tutto può essere condiviso, rigenerato, riparato, riutilizzato e solo alla fine, come ultima soluzione, riciclato. Il raggiungimento di questo obiettivo è subordinato all'assunzione di modelli di business innovativi che privilegino l'utilizzo e

il servizio al possesso dei beni (Stahel, 2010; Earley, 2017). Si passa dalla mera valutazione dell'impatto del ciclo vita dei prodotti, attuabile attraverso analisi come la LCA, all'efficienza nell'uso delle risorse nel tempo (EMF, 2013; Bompan and Brambilla, 2021).

Nell'ottica del passaggio dall'Ecodesign al Circular Design i casi di transizione verso un'economia veramente circolare richiedono il superamento della logica di ottimizzazione e riduzione – caratteristica dei processi di sostenibilità ambientale – a favore di un chiaro cambiamento nei modelli di consumo e produzione che privilegino i processi rige-

nerativi (EMF, 2013; Rau and Oberhuber, 2019). È possibile attuare questo passaggio solo fornendo ai progettisti nuove approfondite conoscenze e attenzioni da considerare ogni qualvolta si occupano di pensare e disegnare nuovi prodotti, nell'ambito di una radicale variazione di carattere sistemico nelle logiche di gestione dei bisogni.

Il Design per l'Economia Circolare si basa quindi non sulla riduzione degli impatti, ma sul 'principio di inerzia' di Walter Stahel (2010), secondo il quale un prodotto deve rimanere in vita il più a lungo possibile al fine di sganciare il suo valore economico dal consumo di risorse, di mantenerne la 'performance' e



di minimizzarne i costi ambientali. Inoltre l'Economia Circolare non ha come fulcro la gestione dei rifiuti e la rielaborazione dei materiali tramite il riciclo (attività comunque necessaria e prevista purché non indirizzata al downcycling della materia), ma si attiva per prevenirne la produzione.

Lo stesso Stahel, nella sua visione piena e intransigente dell'economia circolare, sostiene che non si dovrebbe nemmeno prevedere il riciclo come strategia in quanto esso è un elemento esterno, un anello di congiunzione con l'economia lineare: dove c'è un rifiuto da trattare l'economia circolare ha fallito. Nel diagramma a farfalla proposto dalla Ellen MacArthur Foundation (Fig. 8), considerato dalla comunità scientifica una delle schematizzazioni più efficaci del sistema dell'economia circolare, il riciclo è presente anche se come ciclo tecnico più esterno e, dunque, più lontano dal fulcro della circolarità.

Nel rispetto di queste riflessioni il citato Regolamento per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia (European Commission, 2009) prevede delle specifiche di Ecodesign e, in relazione alla garanzia di mantenere massime le prestazioni complessive del prodotto, aspetti di riduzione degli impatti ambientali: la riduzione del consumo di energia e acqua (efficienza energetica, efficienza idrica); la riduzione / eliminazione delle sostanze che destano preoccupazione; la diminuzione dell'impronta di carbonio e quella ambientale; l'efficienza

nell'uso delle risorse; l'utilizzo di materiali riciclati; la gestione della prevista generazione di rifiuti.

Posto che gli aspetti elencati erano già presenti nei precedenti documenti europei sull'Ecodesign del 2009 e 2015, la novità del nuovo Regolamento (European Commission, 2024) risiede nell'allargamento a diverse categorie di prodotto non più connesse al solo consumo di energia e nell'aggiunta di una serie di aspetti connessi alla circolarità e alla possibilità di rigenerazione dei prodotti quali: allungamento della vita utile (durabilità); possibilità di rifabbricazione e riciclo; riutilizzabilità; riparabilità, possibilità di manutenzione e ricondizionamento; aggiornamento e possibilità di miglioramento; possibilità di recupero di materiali e componenti.

La maggior parte di questi aspetti richiede una particolare attenzione agli elementi compositivi e formali dei prodotti, ma anche una profonda competenza sugli aspetti connessi alle questioni ambientali e sociali. La conoscenza e la capacità di applicazione di queste strategie progettuali sono, dunque, elementi basilari della professione del progettista che è, come sosteneva Tomás Maldonado (1970), 'intellettuale tecnico' con un importante ruolo sociale e di responsabilità, in grado di riportare a una complessità ordinata i sistemi che tendono alla complessità disordinata, cioè alla complicazione (Chiapponi, 1989). Tutte queste riflessioni e considerazioni hanno fornito le premesse per fondare l'attività di ri-

cerca applicata svolta sui sistemi di trattamento delle acque e sul Discoil.

Obiettivi e approccio metodologico e fasi della ricerca

La ricerca si è posta un duplice obiettivo: da un lato offrire un processo finalizzato a migliorare, sviluppare e riqualificare le competenze trasversali di un gruppo di dipendenti dell'azienda OCS attraverso un approfondimento formativo sui temi dell'economia circolare, dall'altro applicare queste conoscenze in uno specifico caso aziendale in modo da verificarne la validità e costruire un metodo facilmente replicabile per altri prodotti / processi. La scelta è stata di intervenire attraverso processi di valorizzazione e attualizzazione di sistemi a basso impatto ambientale per il recupero di oli e idrocarburi, utilizzando come caso studio Discoil, prodotto ad alte prestazioni che, come accennato, aveva la necessità di essere valorizzato e attualizzato secondo le metodologie dell'Ecodesign e del Design per l'Economia Circolare.

Oltre alle indicazioni dell'ESPR e rispetto agli ambiti del Circular Design sono state utilizzate sia la matrice dello schema a farfalla della Ellen MacArthur Foundation sia la 'ruota delle 30 strategie' (Fig. 9) derivata dalle ricerche su questo tema svolte all'interno dell'Università 'Iuav' di Venezia negli anni precedenti (Badalucco and Fortuna, 2023). All'interno della ruota del Circular Design, le strategie analiz-

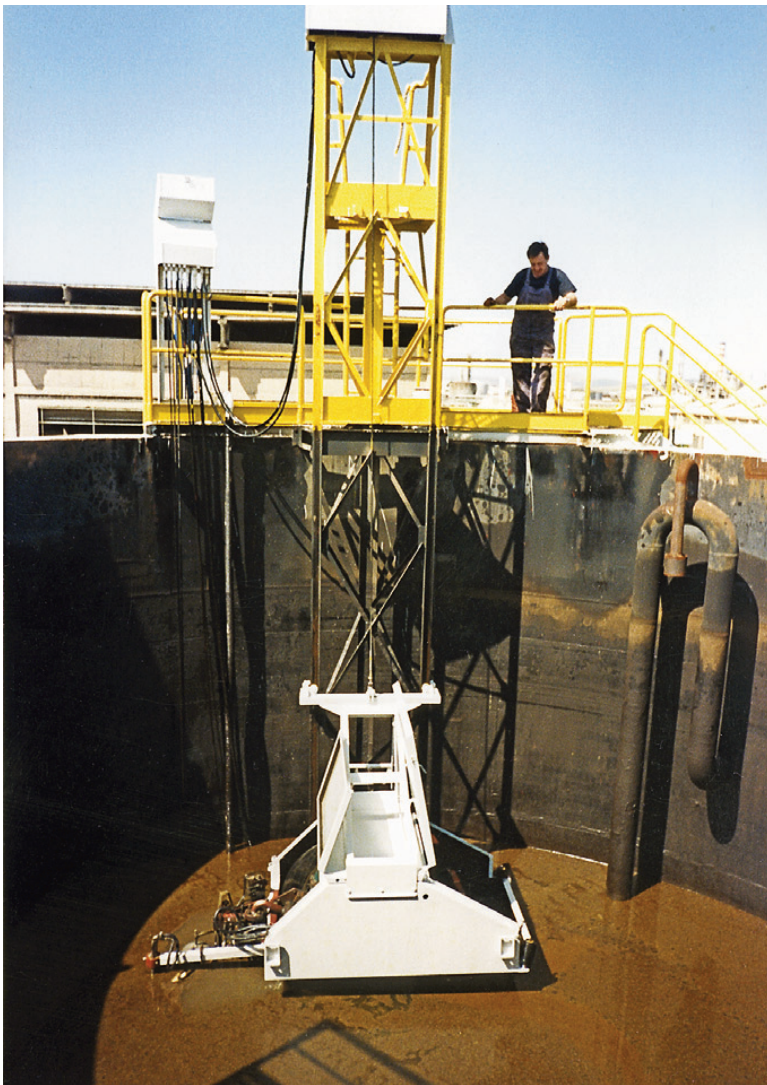


Fig. 5 | The oil separator with lifting system (credit: OCS, 1998).

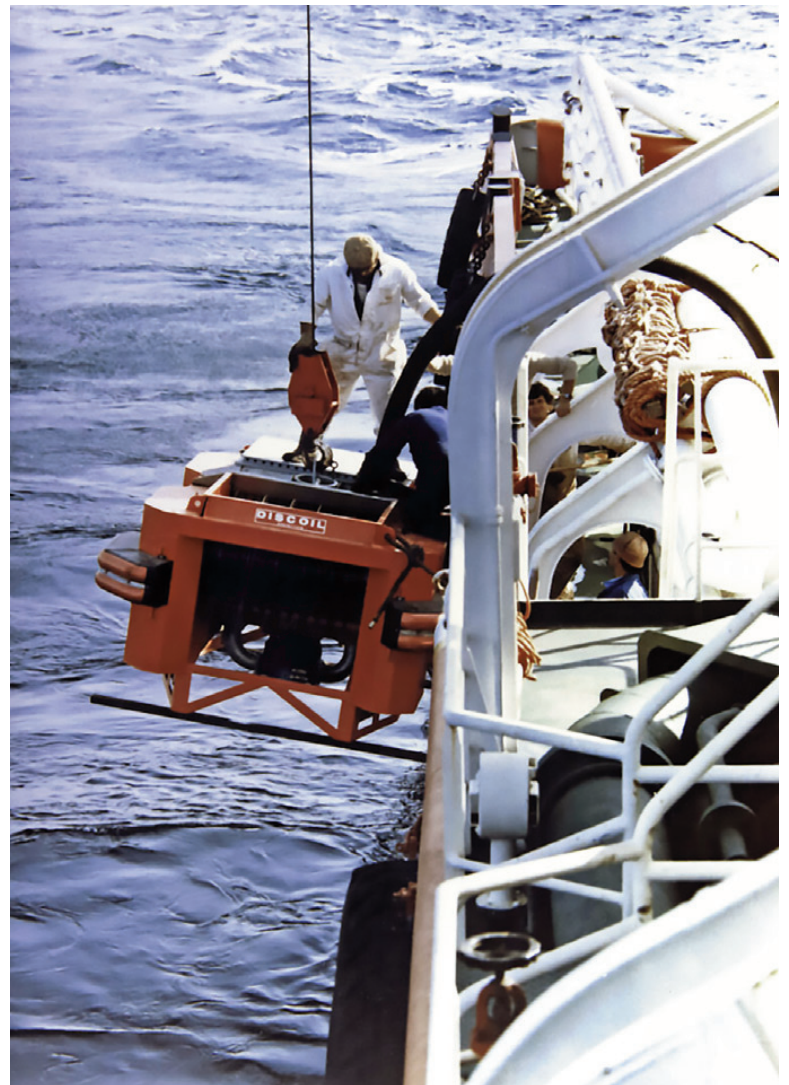


Fig. 6 | The configuration of the Floating Discoil dedicated to spill pollution (credit: OCS, 2006).

zate più in dettaglio e utilizzate in questo caso specifico sono state quelle degli ambiti di 'allungamento della vita utile' (Design for Longevity, fulcro della ricerca), 'materia' e 'flussi di ritorno'.

Per lo sviluppo dell'attività è stato costituito un Gruppo di Lavoro eterogeneo così composto: a) un Team di sei persone con differenti mansioni e competenze interdisciplinari nelle aree ricerca e sviluppo, direzionale, commerciale e marketing, ufficio tecnico, ufficio qualità dell'azienda OCS; b) tre Docenti dell'Università 'luav' di Venezia con competenze specifiche in design del prodotto (con particolare attenzione ai temi dell'Ecodesign e del Design per l'Economia Circolare) e nel Design della Comunicazione (tema trattato dal Prof. Luciano Perondi); c) due designer esterni, dello studio Synthesis Design, esperti in progettazione di prodotti industriali e in digitalizzazione e renderizzazione dei progetti.

L'attività è stata svolta nell'arco di sei mesi a cavallo tra il secondo semestre del 2022 e i primi mesi del 2023 ed è stata suddivisa in 5 fasi. La prima fase è stata pensata per aggiornare e riqualificare le competenze interne all'azienda in ambito di sostenibilità ambientale, economica e sociale, economia circolare e comunicazione orientata al tema dei rischi di 'greewashing' e al 'greenhushing'; particolare attenzione è stata data alla formazione sulle strategie proprie dell'Ecodesign e del Design per l'Economia Circolare.

La seconda fase si è concentrata sulla definizione e sull'approfondimento del caso studio scelto (il disoleatore) con l'intenzione di valutare e comprendere il contributo che il prodotto può dare alla transizione verso un'economia circolare e rigenerativa e ai 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG).

La terza fase è stata dedicata all'analisi e alla scomposizione del prodotto originario (progetti, variabili, dimensionamento, materiali e funzionamento) con l'obiettivo di rivalutarlo in ottica di Ecodesign e Circular Design in base agli elementi risultati più adatti dalla prima fase (Tab. 1). Per supportare il processo si è provveduto anche ad aiutare il Team aziendale nella digitalizzazione dei disegni tecnici del prodotto, rendendo le informazioni tecniche fruibili e condivise a tutta l'organizzazione: l'analisi delle informazioni ha permesso di disporre dei dati necessari all'intervento nelle fasi progettuali successive.

La quarta fase è stata dedicata alla definizione delle linee guida del nuovo prodotto / servizio per rendere disponibile un primo strumento a supporto delle nuove competenze acquisite, ritenuto utile ad assicurare un vantaggio competitivo, duraturo e stabile, in un settore altamente concorrenziale. Le linee guida sono funzionali allo sviluppo e all'attuazione dei possibili interventi di miglioramento, di riconfigurazione, di sostituzione dei materiali o degli spessori e del ripensamento complessivo del design del prodotto in ottica circolare. La quinta e ultima fase è

stata dedicata all'analisi progettuale delle singole innovazioni del Discoil, da un lato considerando l'applicazione delle più consone strategie circolari al sistema, dall'altro lavorando sulla definizione delle specifiche matematiche per riconfigurare in modo adeguato l'oggetto.

L'applicazione del Design per l'Economia Circolare nel Discoil |

L'attività di ricerca applicata ha portato a due sostanziali risultati: l'accrescimento della sensibilità aziendale sui temi della sostenibilità e dell'economia circolare a livello di produzione, vita in azienda e prodotto e l'applicazione delle competenze acquisite per la riprogettazione del Discoil, utilizzato come caso applicativo. La trasmissione delle conoscenze sulle strategie progettuali usate per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità e circolarità mira a diventare un bagaglio duraturo per l'azienda che, auspicabilmente, alla fine del percorso avrà acquisito e metabolizzato nozioni da riapplicare in nuovi progetti. Per quanto riguarda l'implementazione delle competenze e della sensibilità ambientale in azienda, è stata realizzata una matrice di analisi e di riflessione sui possibili miglioramenti, partendo dalle questioni ambientali di base e sviluppando il percorso su tre livelli: 1) la sostenibilità a livello di impianti produttivi (edifici, attrezzature, forniture); 2) la sostenibilità nella vita d'azienda (compreso il servizio mensa, i trasporti, ecc.); 3) la sostenibilità



Fig. 7 | The Floating Discoil system in action in a lake (credit: OCS, 2008).

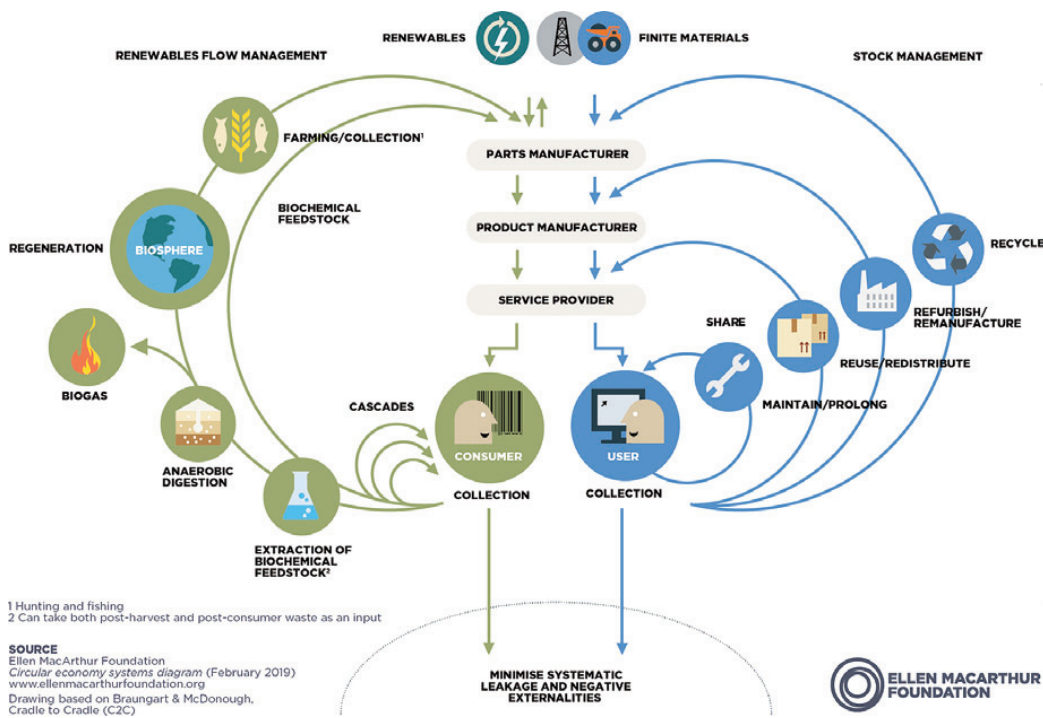


Fig. 8 | The butterfly pattern of the Ellen MacArthur Foundation (source: EMF, 2015).

del prodotto Discoil (elementi di miglioramento del prodotto o della sua produzione, fornitori, certificazioni, vendita e manutenzione).

Ogni componente del Team ha individuato almeno cinque azioni per ogni tematica che sono state poi oggetto di analisi, organizzazione in priorità e disseminazione presso il personale dell'azienda in modo da contribuire alla definizione di una precisa strategia aziendale per la sostenibilità (sociale, ambientale, economica e legata alla governance) e per l'accrescimento della sensibilità e consapevolezza ambientale in tutti i settori dell'azienda. L'applicazione a uno specifico caso aziendale è risultata determinante in quanto, ponendo come focus del percorso un prodotto già sul mercato da diverse decine di anni, la customizzazione dei singoli interventi di ricerca-azione ha consentito di creare e radicare le competenze ma anche di verificarne il livello di implementazione raggiunto.

Il secondo risultato è stato la riprogettazione del disoleatore in ottica di circolarità, con uno specifico focus sugli aspetti di minimizzazione, longevità e modularità (Fig. 10); in particolare i temi collegati alla modularità e al design per l'assemblaggio e il disassemblaggio, oltre a razionalizzare forniture, tempi e costi di produzione, hanno un ruolo fondamentale nel passaggio da un modello di economia lineare a circolare, in particolare per la multiciclicità e rigenerabilità dei prodotti / processi (Mestre and Cooper, 2017; Pietroni, Di Stefano and Galloppo, 2023).

Rispetto all'applicazione progettuale nel caso studio sono state ipotizzate due linee d'intervento, la prima delle quali ha permesso di elaborare un intervento architettonico / strutturale volto a ripensare il prodotto in ottica modulare (Fig. 11). In questo modo la nuova soluzione ha consentito di valorizzare alcune delle caratteristiche di sostenibilità già presenti nel prodotto e di accrescerne i livelli di circolarità secondo le strategie della durabilità, tra cui la facilità di manutenzione ordinaria e straordinaria (compreso il cambio dei componenti in situ o con rientro in azienda), la possibilità di aggiornamento, la più veloce personalizzazione in fase di produzione (già elemento cardine del prodotto che, al momento, viene

realizzato ad hoc in varie configurazioni in base al numero di lame presenti e di utilizzo in impianto o in acque libere), la flessibilità d'uso e la semplicità di assemblaggio e disassemblaggio (Mital et alii, 2015; Charter, 2018). Infine l'uso quasi esclusivo di materiali come l'acciaio e l'alluminio ne rende già oggi chiaro il fine vita; la struttura esistente permette già diverse configurazioni secondo un impianto simmetrico con motore centrale o asimmetrico con motore laterale (Figg. 12, 13).

La seconda azione prevista ha coinvolto il redesign delle scocche: l'intervento ha permesso di accrescere la facilità di identificazione del parco macchine, di ridurre le componenti facilitando così la manutenzione e infine di comunicare efficacemente la semplicità del sistema e l'identità del prodotto. Lo studio della forma e la verifica delle possibili varianti con l'ausilio della modellazione 3D hanno permesso inoltre di ridurre gli spessori della scocca del macchinario, mantenendo i materiali in uso (necessari per la zona ATEX 0, luogo nel quale è presente continuamente o per lunghi periodi un'atmosfera esplosiva) e sfruttando la resistenza per forma (Figg. 14, 15). L'intervento di riprogettazione ha dunque consentito di ripensare il prodotto in ottica sia di riduzione che di modularità: la nuova soluzione consente di valorizzare alcune caratteristiche già presenti nel prodotto e di accrescerne i livelli di circolarità secondo l'ampia gamma di strategie di durabilità citate.

Conclusioni | Per diffondere l'approccio circolare e rigenerativo servono sempre più esempi che ne dimostrino la fattibilità, le potenzialità e i limiti e che offrano soluzioni replicabili in altri contesti. Le attività qui presentate hanno proprio questo obiettivo: offrire un caso di applicazione concreta nell'ambito della progettazione e produzione di soluzioni per il trattamento delle acque e una metodologia di lavoro che può essere trasferita alle fasi di progettazione anche in altri settori manifatturieri. A tal fine, la ruota delle 30 strategie ha il ruolo anche di checklist di processo. La ricerca ha dato risposte a più livelli:

- sulle persone, applicando azioni di riqualificazione delle competenze su un gruppo di dipendenti che

ha contestualmente raccolto anche il compito di disseminare la conoscenza acquisita all'interno dell'azienda;

- sull'azienda, avviando una riflessione su una strategia complessiva di sostenibilità che accresca sensibilità e consapevolezza dei dipendenti e individuando le prime azioni facilmente attuabili di questo percorso (riferimento diretto all'SDG 9 e indiretto al 12);

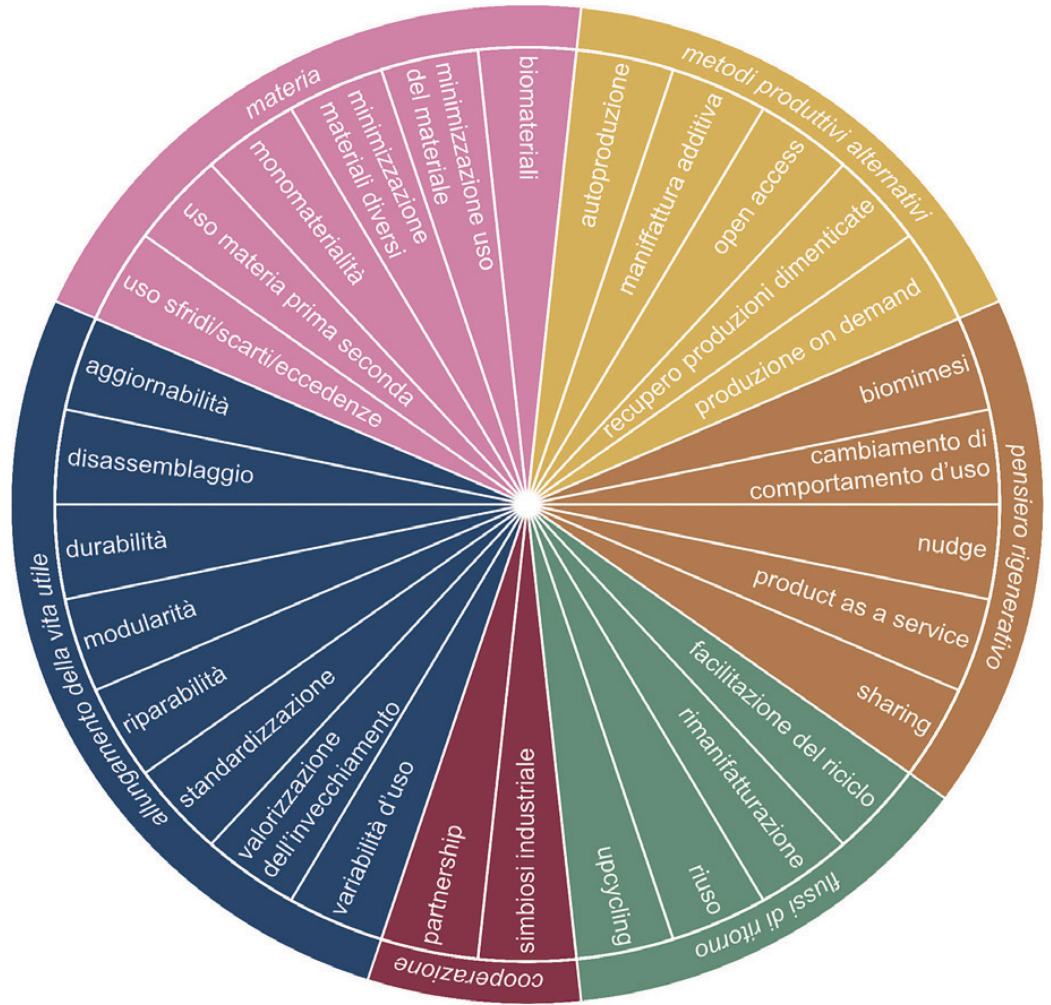
- sul prodotto che, pur mantenendo identità e principio ispiratore, si caratterizza da un lato per maggiore qualità dal punto di vista della preferibilità ambientale e per maggiore longevità (SDG 12), dall'altro per la riduzione dei costi di produzione (diminuzione degli spessori e modularità) e per ricadute positive anche sulla movimentazione delle merci e sull'intera supply chain (sia nel caso dell'acquisto sia nel caso del noleggio);

- sul contesto d'uso, accrescendo la facilità di utilizzo del prodotto per il trattamento dell'inquinamento delle acque da idrocarburi (riferimento diretto all'SDG 6 e indiretto al 14).

Uno dei limiti maggiori della ricerca sono i tempi e i costi necessari per l'adeguamento produttivo e dei sistemi di vendita del nuovo Discoil (prodotto e prodotto / servizio) che ne stanno rallentando la realizzazione. Il nuovo Discoil è ancora in fase di sviluppo e le prossime fasi prevedono la verifica interna dei dettagli costruttivi (in atto), la realizzazione a breve di prototipi funzionanti, la quantificazione finale del miglioramento ambientale ottenuto sia nel singolo prodotto sia considerando il servizio a lungo termine. Sebbene la ricerca abbia portato a risultati apprezzabili in termini di sperimentazione di strategie circolari, di educazione alla circolarità e di specifiche migliorie a livello progettuale sull'oggetto esistente, va ricordato che la sua conclusione e la sua validazione reale sono ancora in fieri.

Seguendo questi target la ricerca è riuscita a dimostrare come sia possibile ripensare in ottica di circolarità un prodotto esistente combinando efficacemente sostenibilità ambientale ed economica e ha messo in luce come il disoleatore produca un duplice beneficio ambientale: separando gli oli galleg-

Fig. 9 | The wheel of the 30 strategies of Circular Design (source: Badalucco and Fortuna, 2023).



Tab. 1 | The strategies selected for the New Discoil, and the advantages obtained (credit: the Authors, 2025).

Circular design strategy	Degree of importance for the project (scale 1-3)	Benefits achievable in the new product
Upgradeability	1	Product upgradeability facilitated by modularity.
Disassembling	2	Simple, few parts, few joints (all bolts), visible and easily accessible joints, few materials (the entire structure is made of steel, stainless steel or carbon steel).
Durability	3	Key features of the product: very long service life; high quality; materials are resistant even in aggressive operating conditions; after-sales service and long-term maintenance that increases durability; constant availability of spare parts. Since its creation, the longer the Discoil remains in operation, the better it is preserved because the oil prevents the pads from drying out and the steel from deteriorating.
Modularity	3	New Discoil is designed with modularity in mind, offering various possible configurations (symmetrical, asymmetrical, 2-disc or 4-disc modules, therefore with different recovery capacities). The final configuration of the disc is determined by assessing the customer's capacity and size requirements based on their needs and context. It's modular, but customised (tailor-made). This results in a reduction in the time required to source materials and deliver the product from the moment the order is placed.
Repairability	2	Modularity makes repair easy: joints are reversible, and the pump and motor are located in the upper part of the machine to ensure easy repair. Components to be replaced are easily visible and accessible. Since the machine can be disassembled, it is not necessary to return the entire machine to the manufacturer; only the parts to be repaired need to be sent, and the manufacturer will supply the necessary kit. Modularity and disassembly increase the speed of repair.
Variability of usage	2	Adaptability to different workspaces depending on the configuration required for the context. Furthermore, with the appropriate modifications, it can operate in ports, sea, rivers, lakes, etc. (with the lightening of certain elements and the addition of a flotation system).

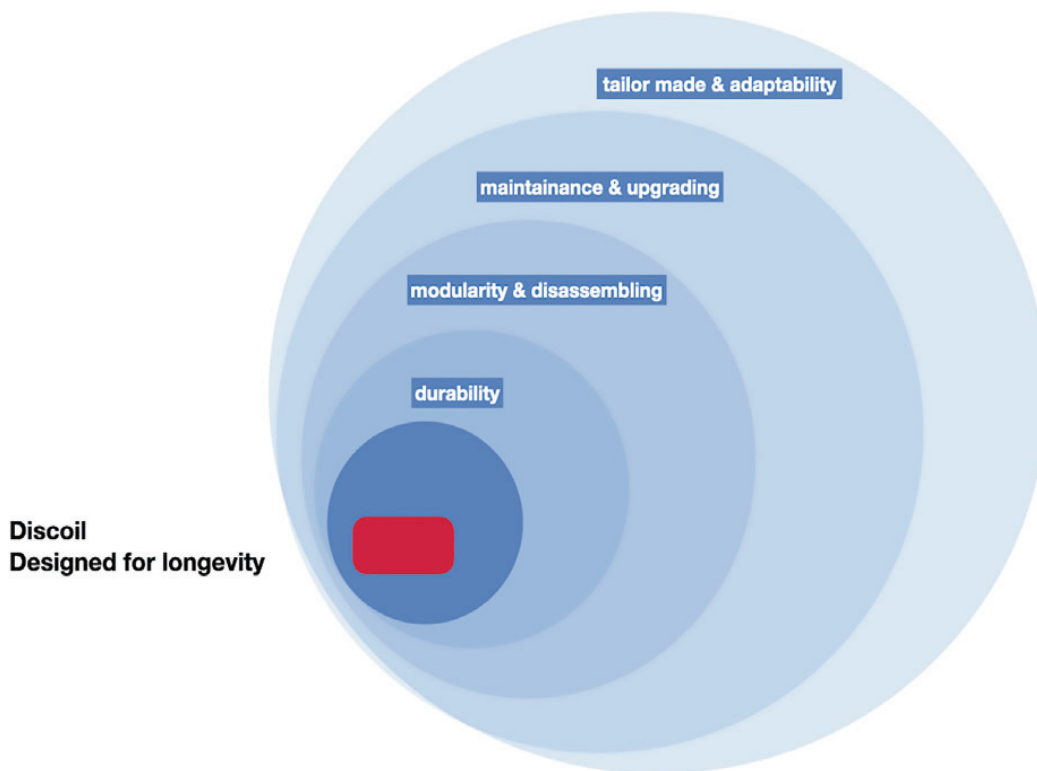


Fig. 10 | The application of the Circular Design strategies selected for the Discoil product (credit: the Authors, 2023).

gianti dall'acqua senza emulsioni, il disoleatore rende l'acqua pulita (circolarità dell'elemento inquinato che viene reso salubre) e recupera gli idrocarburi che possono così essere reinseriti, ove possibile, nei processi produttivi (circolarità dell'elemento inquinante). Va ricordato che il prodotto è in grado di recuperare in modo efficace tutto l'olio presente su una superficie d'acqua senza creare emulsioni, caratteristica che, unica nel suo genere, consente alle sostanze prelevate di essere facilmente raccolte nel serbatoio della macchina e reimmesse nel ciclo produttivo o riutilizzate in altro modo.

Alla luce dei risultati conseguiti è possibile affermare che la ricerca 'L1 – Discoil' ha testato la validità di un approccio metodologico, replicabile e scalabile per altri prodotti, in grado di offrire a designer e aziende un esempio concreto delle potenzialità delle strategie del Design per l'Economia Circolare applicate all'ambito della sostenibilità idrica.

Within Sustainable Development Goal no. 6 of the United Nations (UN, 2015), aimed at ensuring the availability and sustainable management of water and sanitation facilities globally, target 6.3 specifically deals with the reduction of water pollution. The aim is to eliminate uncontrolled discharge practices by 2030 and halve the percentage of untreated wastewater, increasing recycling and reuse (UNEP, 2009). This target is based on the fact that over 80% of wastewater generated by human activities worldwide (both domestic and industrial) is discharged into rivers or seas without treatment (UN Water, 2023). Among wastewater types, industrial wastewater has a particularly significant environmental impact, as it contains processing residues such as heavy metals, oils, and solvents; according to the monitoring of UN Indicator 6.3.1, only 27% of wastewater is treated safely worldwide (UN-Habitat and WHO, 2024).

In this context, this contribution aims to highlight the reduction of oil pollution in industrial or open wa-

ters, as well as the potential to recover, recycle, and reuse oils and hydrocarbons through low-impact water treatment technologies. To this end, the results of the research 'L1 – Discoil – Processes for the valorisation, implementation, and communication of low environmental impact systems for the recovery of oils and hydrocarbons' are presented here, funded through a competitive call by the Veneto Region (DGR n. 497 of 20/04/2021) and carried out between 2022 and 2023. The Research Group is made up of Design Professors from the 'luav' University of Venice, professional designers and the company OCS – Officine Costruzioni Speciali SpA of Albignasego (PD, Italy).

Water polluted by oils and hydrocarbons is currently treated using mechanical and chemical methods (Adetunji and Olaniran, 2021; Varjani et alii, 2020). The main mechanical methods include, on the one hand, machines composed of absorbent material elements, and on the other, compact disc systems (skimmers) that, when mounted perpendicular to the liquid surface, leverage the oil's viscosity to separate it from the water mechanically. The critical issue with mechanical methods lies in the risk of emulsifying water and oil during treatment, a process that must be avoided to enable recycling and potential reuse of the materials. Chemical methods, on the other hand, involve the use of additives that fragment the hydrocarbon film, with the main concern being the environmental impact of chemical solutions.

Although bioremediation systems using bacteria, still under discussion, are being studied, particularly for large spills or open waters, the research focused on a solution of notable environmental preference: a disc-type oleodynamic skimmer called Discoil, proposed as a case of interest during the drafting and presentation of the research project.

In 1970, the engineer Giancarlo Ravagnan, founder of the OCS company, invented and produced a compact oil separator with low environmental impact (Fig. 1, 2); a machine able to solve the problem of separating water from hydrocarbons in industrial

plants or in the event of spillage into open water, without the use of chemicals or absorbent materials. The Discoil uses a specially designed hydraulic system and stainless-steel discs to effectively recover all oil on a water surface without forming emulsions: 98% oil with only 2% water (Figg. 3, 4). This feature allows the recovered substances to be quickly and easily reintroduced into the production cycle or reused in other ways.

The most frequent application of Discoil is the separation and recovery of hydrocarbons (petrol, diesel, fuel oils, lubricating oils, crude oil, etc.) and fatty substances in general (animal and vegetable fats) from water in plants (Fig. 5). The operating principle relies on the adhesion of oil to the surfaces of discs, which, made of specially treated stainless steel, are arranged perpendicularly and partially immersed in the water to be treated while rotating on their horizontal axis. Thanks to this adhesion and cohesion, oily products are recovered in their natural state at a considerable distance from the machine, even in classified areas (Atex areas in which an explosive atmosphere can form).

In addition to its use in industrial plants and refineries, over the years, Discoil has been used in the event of oil spills at sea (Figg. 6, 7): Discoil has been used in numerous oil spills, including Haven in 1992, Agip-Abruzzo, and Moby Prince in 1991, and during a collision between two ships near Corsica in 2018.

Its function and specific features have characterised it since its first production, making it a product inherently attentive to sustainability. This led to the selection of Discoil as a case of interest for research and redesign from a regenerative perspective. The research project explored how the product and its design could be adapted to meet environmental sustainability standards, the demands of the circular economy, and the requirements of the latest European industrial production regulations, ensuring full alignment between the product and its function. It became evident that Discoil, a product of unquestionable quality originally developed by the compa-

ny, was well-suited for a revision aimed at optimising production, use, and long-term management.

The application experimentation used some Ecodesign and Design strategies for the Circular Economy, enabling increased regenerability of the machinery in line with the logic of durability, maintainability, updating, customisation, and flexibility of use. The value of the research project and its implementation in concrete actions, as exemplified by the new Discoil presented here, lies both in demonstrating the effectiveness of applying circular strategies in design and in illustrating the progressive cultural awareness that underpins the transition from a linear to a circular economy (UNDP, 2016; European Commission, 2020).

In light of these premises, this paper presents the results of the applied research activity mentioned above, funded through a competitive call and conducted in 2022-23, focused on the redesign of a low environmental impact system for the recovery of oils and hydrocarbons with a view to circularity. After an extensive discussion on definitions and differences between Ecodesign, Sustainable Design and Circular Design, the paper describes the research method and phases and finally presents the application case.

Sustainability and circularity in design | The issues addressed by the research are part of the most recent debate on the role of Design in the ecological transition and on the strategic skills of figures such as the Circular Designer¹ (Bakker et alii, 2014; Ceschin and Gaziulusoy, 2016; Franconi et alii, 2021) and the Transitional Industrial Designer (Zannoni et alii, 2024).

According to the most recent definition in the Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ES-PR), Ecodesign is the process of integrating environmental sustainability considerations into the characteristics of products and processes across the product value chain (European Commission, 2024). This integration must lead to the definition of ecodesign requirements, i.e. a series of requirements that make the product environmentally preferable to products with identical functions and performance. The objective of this design approach is to reduce environmental impacts, i.e. changes to the environment deriving even partially from the product, taking into account what happens in all phases of its life cycle, from design to management of the end of its first useful life, and to the start of its new lives.

The aforementioned Regulation focuses on the role of Design and its potential ability to intervene upstream of the problem. In fact, in the 2020 Circular Economy Action Plan, the European Commission pointed out that up to 80% of a product's environmental impact is determined in the design phase (European Commission – Directorate-General for Communication, 2020). Years earlier, in the Directive on the development of ecodesign requirements for energy-related products (European Commission, 2009), the Commission highlighted a key element for enabling a circular economy in product design: if properly designed, products can last longer, be easier to repair, refurbish, or regenerate. This also facilitates recycling, allowing recycling companies to recover valuable materials and components.

It is therefore evident that the issues of environmental sustainability and Ecodesign, which have been

the subject of reflection for several decades now, as well as the 'cyclical metabolism' of resources (EMF, 2015) – central to the circular economy model – are essential in design cultures, although confusion often persists regarding the meaning of the various terms. To clarify, it is appropriate to compare the terms most commonly used when discussing the relationship between products and sustainability. The field of Ecodesign is, in fact, intertwined with the themes of Sustainable Design and Design for the Circular Economy.

In an effort to summarise a complex topic while highlighting its nuances, it can be said that sustainability in design addresses the simultaneous reduction of impacts and the enhancement of quality across environmental, economic, and social dimensions (Vezzoli and Manzini, 2010). Ecodesign, on the other hand, focuses more specifically on minimising the environmental impact of production and the depletion of natural resources throughout the entire life cycle of a product, or, more accurately, across its potential multiple life cycles (Braungart and McDonough, 2002; Bhamra and Hernandez, 2021).

Design for the Circular Economy introduces a new point of view: in this case, it is a question of extending the life of products so that they can be used for as long as possible. The goal is to create a closed cycle in which everything can be shared, regenerated, repaired, reused and only at the end, as a last resort, recycled. Achieving this goal depends on adopting innovative business models that prioritise use and service over product ownership (Stahel, 2010; Earley, 2017). The focus shifts from merely assessing the life cycle impact of products, achiev-

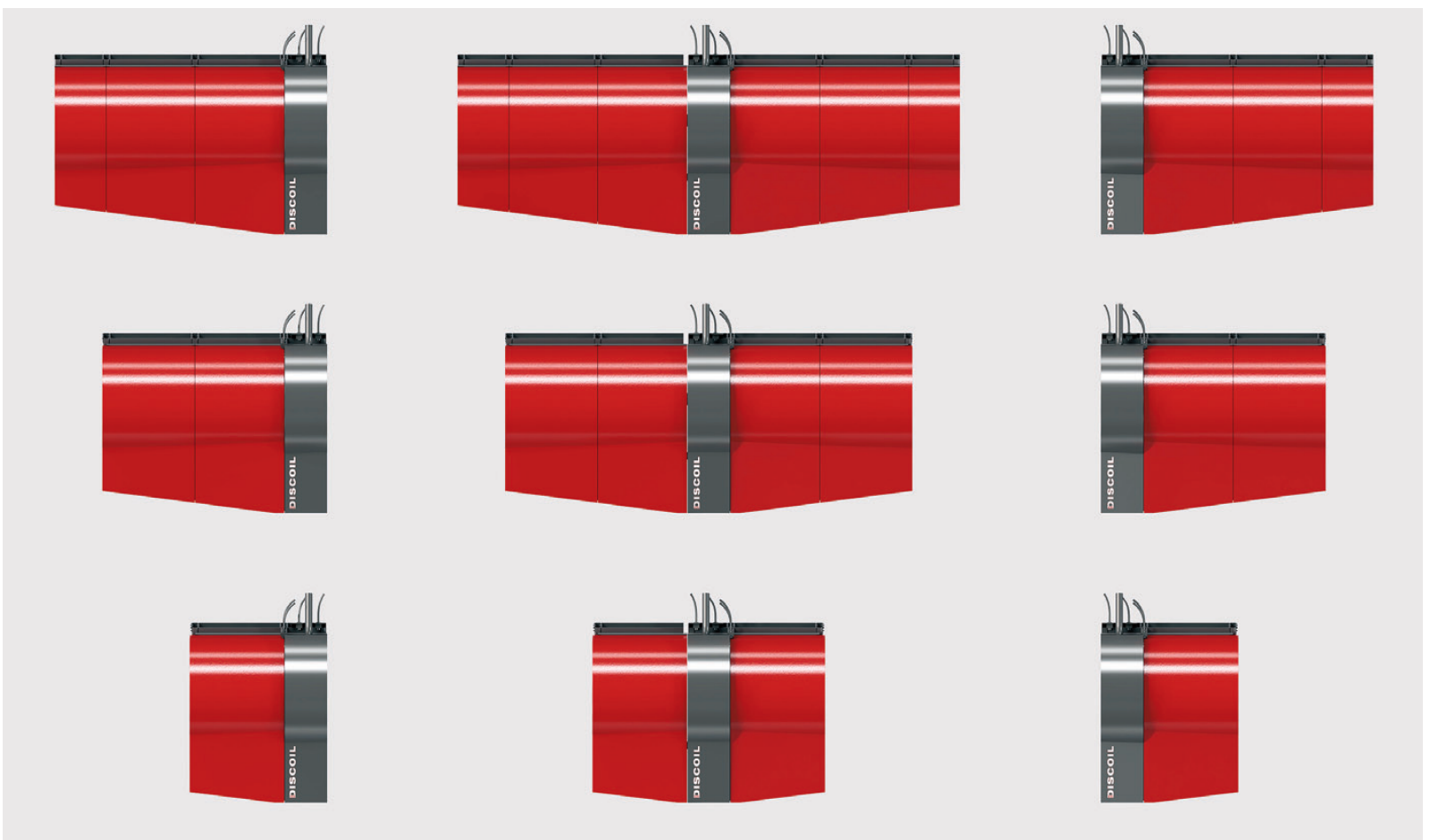
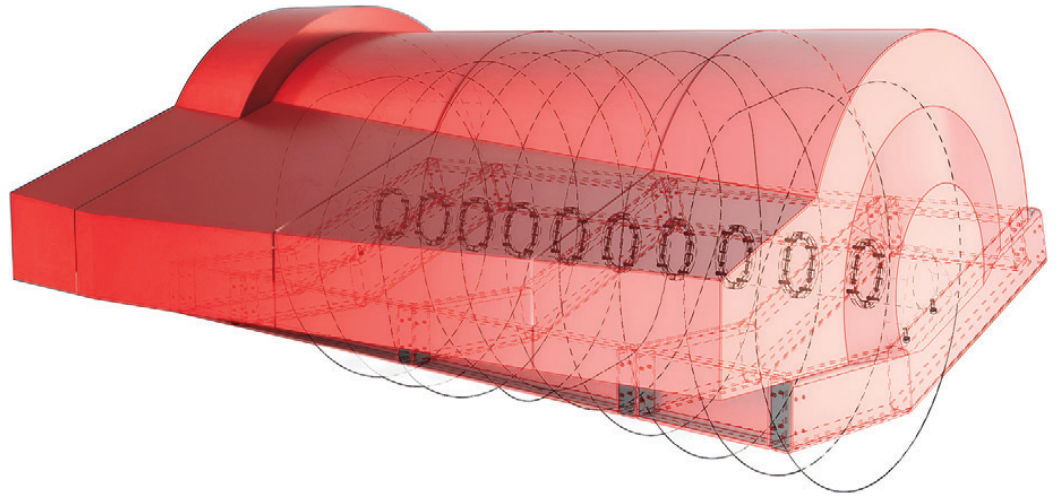


Fig. 11 | The redesign of the product with a focus on modularity to simplify customisation, assembly, disassembly, maintenance, and upgrading (credit: G. Gaino and C. Silvestri, 2025).



Previous page

Figg. 12, 13 | Rendering of the New Discoil in situ (credits: G. Gaino and C. Silvestri, 2023).



Figg. 14, 15 | The shape of the new oil separator reduces the materials used in the casing and makes the product's functioning explicit (credits: G. Gaino and C. Silvestri, 2023).

able through analyses such as LCA, to resource efficiency over time (EMF, 2013; Bompan and Brambilla, 2021).

From the perspective of moving from Ecodesign to Circular Design, cases transitioning toward a truly circular economy require going beyond the logic of optimisation and reduction, typical of environmental sustainability processes, toward a clear shift in consumption and production models that prioritise regenerative processes (EMF, 2013; Rau and Oberhuber, 2019). This step can only be achieved by equipping designers with new, in-depth knowledge and awareness, to be applied whenever they are involved in conceiving and designing new products, as part of a radical systemic shift in the approach to needs management.

Design for the Circular Economy is therefore based not on the reduction of impacts, but on the 'principle of inertia' by Walter Stahel (2010), according to which a product must remain alive for as long as possible to decouple its economic value from the consumption of resources, to maintain its 'performance' and to minimise its environmental costs. Furthermore, the Circular Economy is not centred on waste management and material reprocessing through recycling (an activity that remains necessary and expected, provided it does not lead to down-cycling), but focuses on preventing waste generation in the first place.

Stahel himself, in his comprehensive and uncompromising vision of the circular economy, argues that recycling should not even be considered a strategy, as it is an external element – a connection to the linear economy: where waste exists to

be treated, the circular economy has failed. In the butterfly diagram proposed by the Ellen MacArthur Foundation (Fig. 8), considered by the scientific community to be one of the most effective representations of the circular economy system, recycling is included, albeit as the outermost technical cycle and therefore furthest from the core of circularity.

In line with these considerations, the cited Regulation on Ecodesign requirements for energy-related products (European Commission, 2009) sets out specific Ecodesign criteria and, in relation to ensuring maximum overall product performance, includes aspects aimed at reducing environmental impacts: reducing energy and water consumption (energy and water efficiency); reducing or eliminating substances of concern; decreasing carbon and overall environmental footprints; improving resource efficiency; using recycled materials; and managing the expected generation of waste.

Given that the aspects listed were already present in previous European Ecodesign documents of 2009 and 2015, the novelty of the new Regulation (European Commission, 2024) lies in its extension to multiple product categories beyond energy consumption and the inclusion of several elements related to circularity and product regeneration, such as: extended product lifespan (durability); potential for remanufacturing and recycling; reusability; repairability, maintainability, and refurbishment; upgradability and potential for improvement; and the recovery of materials and components.

Most of these aspects require careful attention to the compositional and formal elements of products, as well as deep expertise in environmental and

social issues. The knowledge and ability to apply these design strategies are therefore fundamental elements of the designer's profession, who, as Tomás Maldonado (1970) argued, is a 'technical intellectual' with an important social and ethical responsibility, capable of restoring ordered complexity to systems that tend toward disordered complexity, that is, complication (Chiapponi, 1989). All these reflections and considerations provided the foundation for the applied research activity conducted on water treatment systems and Discoil.

Objectives, methodological approach, and research phases | The research had a dual objective: on one hand, to provide a process for enhancing, developing, and retraining the transversal skills of a group of OCS employees through in-depth training on circular economy topics; on the other hand, to apply this knowledge to a specific business case to test its validity and develop a method that can be easily replicated for other products or processes. The chosen approach was to intervene through processes of enhancement and modernisation of low environmental impact systems for the recovery of oils and hydrocarbons, using Discoil as a case study: a high-performance product that, as mentioned, needed to be enhanced and updated according to the methodologies of Ecodesign and Design for the Circular Economy.

In addition to the indications of the ESPR and within the framework of Circular Design, both the Ellen MacArthur Foundation's butterfly diagram matrix and the 'wheel of 30 strategies' were used (Fig. 9), derived from research on this topic carried out

at the 'luav' University of Venice in previous years (Badalucco and Fortuna, 2023). Within the Circular Design wheel, the strategies analysed in greater detail and applied in this specific case were those related to 'extending product lifespan' (Design for Longevity, the core of the research), 'materials', and 'return flows'.

A diverse working group was set up to develop the project, composed of: a) a team of six people with different roles and interdisciplinary skills in the areas of research and development, management, sales and marketing, technical office, and quality control at OCS; b) three professors from the 'luav' University of Venice with specific expertise in product design (with a particular focus on ecodesign and design for the circular economy) and communication design (a topic covered by Prof. Luciano Perondi); c) two external designers, from the Synthesis Design studio, experts in the design of industrial products and in the digitisation and rendering of projects.

The activity was carried out over six months from the second half of 2022 to the first months of 2023 and divided into five phases. The first phase was designed to update and retrain the company's internal skills in the field of environmental, economic and social sustainability, the circular economy and communication oriented towards the issue of 'greenwashing' and 'greenhushing' risks; particular attention was given to training on Ecodesign and Design strategies for the Circular Economy.

The second phase focused on the definition and in-depth analysis of the chosen case study (the oil separator) with the intention of evaluating and understanding the contribution that the product can make to the transition to a circular and regenerative economy and to the 17 Sustainable Development Goals (SDGs).

The third phase was dedicated to the analysis and decomposition of the original product (projects, variables, sizing, materials and operation) with the aim of re-evaluating it from the perspective of Ecodesign and Circular Design based on the elements that were most suitable from the first phase (Tab. 1). To support the process, the company team was assisted in digitising the product's technical drawings, making the technical information accessible and shareable across the organisation – the analysis of the information provided the necessary data to guide interventions in the subsequent design phases.

The fourth phase was dedicated to defining the guidelines for the new product/service, providing an initial tool to support the newly acquired skills and ensuring a long-lasting and stable competitive advantage in a highly competitive sector. The guidelines are functional to the development and implementation of possible improvements, reconfigurations, replacement of materials or thicknesses and the overall rethinking of product design from a circular perspective. The fifth and final phase focused on the design analysis of the individual innovations of the Discoil, considering, on one hand, the application of the most suitable circular strategies to the system, and on the other, the definition of the mathematical specifications necessary to properly reconfigure the product.

Application of Design for the Circular Economy in Discoil | The applied research activity produced two significant results: increased company awareness of sustainability and circular economy issues across production, corporate life, and products, and

the application of the acquired skills to the redesign of Discoil, used as a case study. The aim is to provide the company with lasting expertise by imparting knowledge on the design strategies used to achieve sustainability and circularity goals. Hopefully, by the end of the process, the company will have acquired and assimilated concepts that can be reapplied in new projects.

Concerning the implementation of environmental skills and awareness within the company, an analysis and reflection matrix was created to identify possible improvements, starting with fundamental environmental issues and developing the process on three levels: 1) sustainability at the production plant level (buildings, equipment, supplies); 2) sustainability in company life (including the canteen service, transport, etc.); 3) the sustainability of Discoil products (elements for improving the product or its production, suppliers, certifications, sales, and maintenance). Each team member identified at least five actions for each issue, which were then analysed, prioritised, and circulated to company staff to help define a clear corporate sustainability strategy (social, environmental, economic, and governance-related) and to raise environmental awareness and sensitivity across the company. The application to a specific business case proved decisive because, by focusing on a product already on the market for several decades, the customisation of individual research-action interventions enabled the creation and consolidation of skills, as well as the verification of the level of implementation achieved.

The second result was the redesign of the oil separator with a view to circularity, with a specific focus on minimisation, longevity, and modularity (Fig. 10); in particular, issues related to modularity and design for assembly and disassembly, in addition to rationalising supplies, production times and costs, play a fundamental role in the transition from a linear to circular economy model, specifically for the multi-cyclicity and regenerability of products/processes (Mestre and Cooper, 2017; Pietroni, Di Stefano and Galloppo, 2023).

Concerning the design application in the case study, two lines of action were proposed, the first of which led to the development of an architectural/structural intervention aimed at rethinking the product from a modular perspective (Fig. 11). Thus, the new solution has made it possible to enhance some of the sustainability features that were already present in the product and to increase circularity levels in line with sustainability strategies, including ease of routine and non-routine maintenance (including replacement of components on site or at the company), the possibility of updating, faster customisation during production (already a key feature of the product, which is currently manufactured on an ad hoc basis in various configurations depending on the number of blades present and whether it is used in a plant or in open water), flexibility of use, and ease of assembly and disassembly (Mital et alii, 2015; Charter, 2018). Finally, the almost exclusive use of materials, such as steel and aluminium, ensures that its end of life is already clear today; the existing structure allows for different configurations, including a symmetrical layout with a central motor or an asymmetrical layout with a side motor (Fig. 12, 13).

The second planned action involved the redesign of the casings. The intervention made it possible to increase the ease of identification of the machine fleet, reducing the components and thus facilitating

maintenance, and finally to effectively communicate both the system's simplicity and the product's identity. The study of the shape and the evaluation of possible variants using 3D modelling also made it possible to reduce the thickness of the machine casing, while retaining the existing materials (necessary for the Atex 0 zone, where an explosive atmosphere is continuously or repeatedly present) and taking advantage of structural strength through form (Fig. 14, 15). The redesign intervention has therefore enabled the product to be rethought with a view to both reduction and modularity: the new solution enhances characteristics already present in the product and increases circularity levels, in line with the wide range of durability strategies mentioned.

Conclusions | More examples are needed to promote the circular and regenerative approach, demonstrating its feasibility, potential, and limitations, while providing solutions that can be replicated in other contexts. The activities presented here aim precisely to provide a concrete example of application in the design and production of water treatment solutions, along with a working methodology that can be applied to the design phases in other manufacturing sectors. To this end, the 30-strategy wheel also serves as a process checklist. The research provided insights on several levels:

- on the people involved, by implementing skill enhancement actions for a group of employees who also took on the task of disseminating the knowledge acquired within the company;
- on the company, by initiating reflection on an overall sustainability strategy aimed at increasing employee awareness and understanding, and by identifying the first easily implementable actions in this process (directly linked to SDG 9 and indirectly to SDG 12);
- on the product, which, while retaining its identity and guiding principle, stands out on one hand for higher environmental preference and longer lifespan (SDG 12), and on the other hand for reduced production costs (through thinner components and modularity) and positive effects on goods handling and the entire supply chain, both in the case of purchase and rental;
- on the context of use, increasing the ease of use of the product for the treatment of water pollution by hydrocarbons (direct reference to SDG 6 and indirect reference to SDG 14).

One of the research's main limitations is the time and cost required to adapt the production and sales systems for the new Discoil (product and product / service), which are slowing down its implementation. The new Discoil is still under development; the subsequent phases include the internal verification of construction details (in progress), the short-term construction of working prototypes, and the final quantification of the environmental improvement obtained both at the individual product level and in the long-term service. Although the research has yielded valuable results in terms of experimenting with circular strategies, promoting circularity education, and implementing specific design improvements to the existing product, it should be noted that its completion and full validation are still in progress.

By pursuing these objectives, the research demonstrated how an existing product can be reimagined through a circular approach, effectively combining environmental and economic sustainability. It also highlighted the dual environmental benefit

generated by the oil separator: by separating floating oils from water without creating emulsions, the device both purifies the water (circularity of the polluted element, restored to health) and recovers hydrocarbons, which can then be reintegrated, where possible, into production processes (circularity of the polluting component). It should be noted that the

product efficiently recovers all oil on the water surface without forming emulsions. This unique feature allows the collected substances to be easily collected in the machine's tank and reintroduced into the production cycle or reused.

In light of the results achieved, it is possible to say that the 'L1 – Discoil' research has tested

the validity of a methodological approach, replicable and scalable for other products, capable of providing designers and companies with a concrete example of the potential of Design for the Circular Economy strategies applied to the field of water sustainability.

Acknowledgements

The research 'L1 – Discoil: processes for the valorisation, implementation, and communication of low environmental impact systems for the recovery of oils and hydrocarbons' was carried out thanks to the funding of the competitive call of the Veneto Region (DGR n. 497 of 20/04/2021). We would like to thank the Research Group of the 'Iuav' University of Venice, consisting of L. Badalucco, R. Chiesa, L. Perondi and the designers G. Gaino and C. Silvestri. A special thanks goes to L. Ravagnan, E. Marchetto, R. Bertolin, and L. Grivellaro from the company OCS – Officine Costruzioni Speciali SpA of Albignasego (PD), for their availability and trust.

Note

1) For more information, see the webpage: greatrecovery.org.uk [Accessed 5 October 2025].

References

- Adetunji, A. I. and Olaniran, A. O. (2021), "Treatment of industrial oily wastewater by advanced technologies – A review", in *Applied Water Science*, vol. 11, article 98, pp. 1-19. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s13201-021-01430-4 [Accessed 5 October 2025].
- Badalucco, L. and Fortuna, P. (2023), "Circular Design Strategies – The dissemination of circular design's strategies – The Italian case study", in *Officina*, vol. 40, pp. 64-73. [Online] Available at: doi.org/10.57623/2384-9029.2023.40.64-73 [Accessed 5 October 2025].
- Bakker, C., den Hollander, M., van Hinte, E. and Zijlstra, Y. (2014), *Products That Last – Product Design for Circular Business Models*, TU Delft Library, Delft.
- Bhamra, T. and Hernandez, R. J. (2021), "Thirty years of design for sustainability – An evolution of research, policy and practice", in *Design Science | An International Journal*, vol. 7, article e2, pp. 1-17. [Online] Available at doi.org/10.1017/dsj.2021.2 [Accessed 5 October 2025].
- Bompan, E. and Brambilla, I. N. (2021), *Che cosa è l'economia circolare*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Braungart, M. and McDonough, W. J. (2002), *Cradle to Cradle – Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, New York.
- Ceschin, F. and Gaziulusoy, I. (2016), "Evolution of design for sustainability – From product design to design for system innovations and transitions", in *Design Studies*, vol. 47, pp. 118-163. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.destud.2016.09.002 [Accessed 5 October 2025].
- Charter, M. (ed.) (2018), *Designing for the Circular Economy*, Routledge, London.
- Chiapponi, M. (1989), *Ambiente – Gestione e società – Un contributo alla teoria della progettazione ambientale*, Feltrinelli, Milano.
- Earley, R. (2017), "Circular Design Futures", in *The Design Journal | An International Journal for All Aspects of Design*, vol. 20, issue 4, pp. 421-434. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14606925.2017.1328164 [Accessed 5 October 2025].
- EMF – Ellen MacArthur Foundation (2015), *Growth within – A circular economy vision for a competitive Europe*. [Online] Available at: ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe [Accessed 5 October 2025].
- EMF – Ellen MacArthur Foundation (2013), *Toward the circular economy – Vol. 1 – Economic and business rationale for an accelerated transition*. [Online] Available at: content.ellenmacarthurfoundation.org/m/27265af68f11ef30/original/Towards-the-circular-economy-Vol-1.pdf [Accessed 5 September 2025].
- European Commission (2024), *Regulation (EU) 2024/1781 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for sustainable products, amending Directive (EU) 2020/1828 and Regulation (EU) 2023/1542 and repealing Directive 2009/125/EC*, document 32024R1781. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1781&qid=1719580391746 [Accessed 5 October 2025].
- European Commission (2020), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A new Circular Economy Action Plan for a cleaner and more competitive Europe*, document 52020DC 0098, COM/2020/98 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52020DC0098 [Accessed 5 October 2025].
- European Commission (2009), *Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products (recast)*, document 32009L0125. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009L0125 [Accessed 5 October 2025].
- European Commission – Directorate-General for Communication (2020), *Circular Economy Action Plan – For a cleaner and more competitive Europe*, Publications Office of the European Union, Luxembourg. [Online] Available at: data.europa.eu/doi/10.2779/05068 [Accessed 5 October 2025].
- Franconi, A., Badalucco, L., Peck, D. and Nasr, N. (2021), "A multi-hierarchical 'Design for X' framework for accelerating circular economy", in Nissen, N. F. and Jaeger-Erben, M. (eds), *PLATE | Product Lifetimes and The Environment – Proceedings of the 3rd PLATE Conference, Berlin, Germany, September 18-20, 2019*, Universitätsverlag der TU Berlin, Berlin, pp. 257-266. [Online] Available at: d-nb.info/1277723664/34 [Accessed 5 October 2025].
- Maldonado, T. (1970), *La speranza progettuale*, Einaudi, Torino.
- Mestre, A. and Cooper, T. (2017), "Circular Product Design – A Multiple Loops Life Cycle Design Approach for the Circular Economy", in *The Design Journal | An International Journal for All Aspects of Design*, vol. 20, issue supp. 1, pp. 1620-1635. [Online] Available at doi.org/10.1080/14606925.2017.1352686 [Accessed 5 October 2025].
- Mital, A., Desai, A., Subramanian, A. and Mital, A. (2015), "Designing for assembly and disassembly", in Mital, A., Desai, A., Subramanian, A. and Mital, A. (eds), *Product Development – A Structured Approach to Consumer Product Development, Design, and Manufacture*, Elsevier, Amsterdam, pp. 159-202. [Online] Available at: doi.org/10.1016/B978-0-12-799945-6.00007-7 [Accessed 5 October 2025].
- Pietroni, L., Di Stefano, A. and Galloppo, D. (2023), "Il design modulare verso l'economia circolare – Dal 'fare per disfare' al 'fare per rifare' | Modular design towards the circular economy – From 'making to unmake' to 'making to remake'", in *Agathon | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 14, pp. 274-283. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/14232023 [Accessed 5 October 2025].
- Rau, T. and Oberhuber, S. (2019), *Material Matters – L'importanza della materia – Un'alternativa al sovrassfruttamento*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Stahel, W. R. (2010), *The Performance Economy*, Palgrave Macmillan, London. [Online] Available at: doi.org/10.1057/9780230274907 [Accessed 5 October 2025].
- UN – United Nations (2015), *Transforming Our World – The 2030 Agenda for Sustainable Development*. [Online] Available at: sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformourworld/publication [Accessed 5 October 2025].
- UN Water (2023), *Water Quality and Wastewater*. [Online] Available at: unwater.org/water-facts/water-quality-and-wastewater [Accessed 5 October 2025].
- UN-Habitat – United Nations Human Settlements Programme and WHO – World Health Organization (2024), *Progress on the proportion of domestic and industrial wastewater flows safely treated – Mid-term status of SDG Indicator 6.3.1 and acceleration needs, with a special focus on climate change, wastewater reuse and health*. [Online] Available at: unwater.org/sites/default/files/2024-08/SDG6_Indicator_Report_63_1_Progress-on-Wastewater-Treatment_2024_EN_0.pdf [Accessed 5 October 2025].
- UNDP – United Nations Development Programme (2016), *Transitioning from the MDGs to the SDGs*. [Online] Available at: undp.org/publications/transitioning-mdgs-sdgs [Accessed 5 October 2025].
- UNEP – United Nations Environment Programme (2009), *Design for Sustainability – A Step by Step Approach*. [Online] Available at: unep.org/resources/report/design-sustainability-step-step-approach [Accessed 5 October 2025].
- Varjani, S., Joshi, R., Srivastava, V. K., Ngo, H. H. and Guo, W. (2020), "Treatment of wastewater from petroleum industry – Current practices and perspectives", in *Environ Science and Pollution Research*, vol. 27, pp. 27172-27180. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s11356-019-04725-x [Accessed 5 October 2025].
- Vezzoli, C. and Manzini, E. (2008), *Design for Environmental Sustainability*, Springer, London. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-1-84800-163-3 [Accessed 5 October 2025].
- Zannoni, M., Succini, L., Rosato, L. and Pasini, V. (2024), "Transitional Industrial Designer – La responsabilità di progettisti e imprese per una transizione sostenibile | Transitional Industrial Designer – The responsibility of designers and companies for a sustainable transition", in *Agathon | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 15, pp. 332-343. [Online] Available at doi.org/10.19229/2464-9309/15282024 [Accessed 5 October 2025].

