

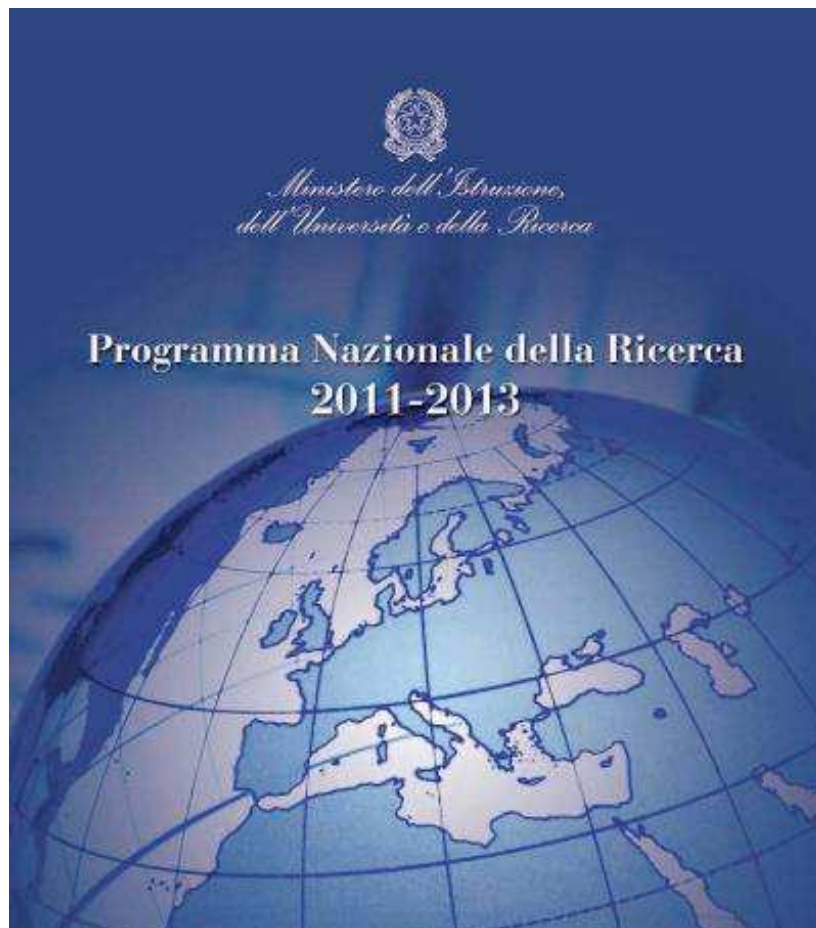


Consiglio Nazionale delle Ricerche



Progetto Bandiera
“La Fabbrica del Futuro
Piattaforma Manifatturiera Nazionale”

Scientific and Technological Challenges



Direttore Progetto: Prof. Tullio A. M. Tolio
Vice Direttore Progetto: Dott.ssa Federica Rossi

Premessa

Nell'ambito del Piano Nazionale della Ricerca 2011-2013, il Progetto Bandiera "La Fabbrica del futuro" è stato approvato dal Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) e sarà coordinato dal CNR.

E' previsto che alle attività di ricerca del progetto bandiera possano partecipare organi di ricerca del CNR, università, enti e consorzi di ricerca, enti locali, altre amministrazioni dello Stato, imprese e consorzi di imprese, soggetti privati. Il progetto favorisce la partecipazione della comunità scientifica e delle categorie produttive ai temi di ricerca proposti, anche attraverso l'assegnazione di contributi di ricerca con procedure di valutazione.

In linea con quanto previsto dal D.L.gvo 213/2009, art. 9.1, il Progetto Bandiera "La fabbrica del futuro" fa riferimento al Dipartimento "Sistemi di Produzione" del CNR. Il Direttore del dipartimento di riferimento Prof. Riccardo PIETRABISSA segue lo svolgimento del progetto per conto del Consiglio di Amministrazione CNR, cui esprime le proprie valutazioni.

Il Prof. Tullio Antonio Maria TOLIO (ITIA-CNR) ed la Dr.ssa Federica ROSSI (IBIMET-CNR) sono stati nominati rispettivamente Direttore e Vicedirettore del Progetto Bandiera come da delibera n. 110/2011-Verb 177 del 11/5/2011 e saranno coadiuvati dal Comitato Esecutivo in accordo con la Delibera n. 166/2011-Verb. 184 del 13/7/2011.

Muovendo dalle peculiarità del sistema manifatturiero italiano e dall'evoluzione del contesto industriale europeo e globale, il Progetto Bandiera "La fabbrica del futuro" ha lo scopo di attivare importanti iniziative di ricerca per aumentare la competitività dell'industria italiana e in particolare del "Made in Italy" nel contesto globale. Esso contempla diverse tipologie di iniziative che, oltre a generare innovazioni di importanza strategica, sono anche volte alla creazione di una community nazionale di eccellenza e duratura nel tempo che possa elaborare le direzioni future di innovazione del Manifatturiero italiano e che possa rappresentarlo nel contesto internazionale.

Il piano esecutivo illustrato in questo documento, tenuto conto delle conoscenze a livello internazionale e delle potenzialità di ricerca esistenti nel Paese, precisa gli obiettivi e le priorità del Progetto Bandiera. In particolare, esso indica:

- l'articolazione in sottoprogetti;
- gli obiettivi scientifici intermedi e il loro raccordo con gli obiettivi finali;
- le risorse umane e la ripartizione dei finanziamenti, compresa l'entità dei contributi di ricerca da assegnarsi con procedure di valutazione;
- i risultati attesi e la relativa potenziale utenza.

Executive Summary

L'Industria Manifatturiera costituisce un "asset" fondamentale per la generazione di ricchezza, di posti di lavoro e per assicurare una crescente qualità di vita. Essa è inoltre un pilastro importante per il settore dei servizi in quanto da un lato produce i beni necessari al suo funzionamento, dall'altro genera la necessità di nuovi servizi e ne amplia quindi il mercato.

L'Italia ha rappresentato nel 2009 la quinta potenza manifatturiera mondiale e la seconda in Europa dopo la Germania. I settori dell'industria italiana e del Made in Italy (tra cui quello delle macchine è il primo in termini di esportazioni) danno lavoro a circa 3,9 milioni di persone e presentano molte eccellenze che classificano il nostro paese al primo e secondo posto in diversi ambiti industriali (oltre a quello delle macchine, meccanica, tessile-abbigliamento, casa-arredo, nautica, ecc.). In termini di evoluzione industriale, negli ultimi anni si è assistito ad rimescolamento settoriale della manifattura italiana da settori tradizionali a settori a più alto contenuto tecnologico. Tale evidenza rende ancor di più necessario supportare l'industria italiana ed il Made in Italy con soluzioni moderne e ad alto contenuto di innovazione provenienti dal mondo della Ricerca.

Alla luce del difficile contesto dei mercati globali e della crisi dell'Eurozona, il nostro paese deve necessariamente maturare una profonda trasformazione affinché possa continuare ad occupare un tale ruolo di primaria importanza nel contesto internazionale. L'innovazione dei prodotti, dei processi e delle tecnologie di produzione, perseguita catalizzando le eccellenze nazionali verso uno scopo sistemico, dovrà essere il fattore abilitante di tale trasformazione. In tale scenario, il Progetto Bandiera "La fabbrica del futuro" rappresenta un'importante occasione per il sistema paese.

Il Progetto Bandiera, il cui piano esecutivo è definito nel presente documento, propone di perseguire cinque macro-obiettivi relativi alle caratteristiche che le fabbriche del futuro dovranno possedere per garantire lo sviluppo sostenibile della produzione industriale italiana. L'insieme di tali macro-obiettivi caratterizza il concetto stesso di "Fabbrica del Futuro":

- Fabbriche per prodotti personalizzati.
- Fabbrica evolutiva e riconfigurabile.
- Fabbrica ad elevate prestazioni.
- Fabbrica sostenibile.
- Fabbrica per le persone.

Tali obiettivi sono coerenti con i principali indirizzi espressi dai governi e dalle istituzioni mondiali, Europee e nazionali (ad esempio le "grand-challenges" identificate dalla Comunità Europea, la "Roadmap" e "Strategic Research Agenda" sviluppate dall'Associazione Europea EFFRA - European Factories of the Future Research Association, la piattaforma Europea "Manufuture", l'iniziativa "American Leadership on Advanced Manufacturing" promossa dal Presidente degli Stati Uniti, il Piano Nazionale della Ricerca PNR).

Per realizzare la "Fabbrica del Futuro", il Piano esecutivo propone di sviluppare diverse tipologie di tecnologie abilitanti, intendendo con esse soluzioni hardware, software e metodologiche la cui integrazione consentirà di raggiungere i macro-obiettivi realizzativi. Esse sono:

- Information Communication Technology (ICT) e tecnologie "Digital Factory" per la fabbrica intelligente.
- Tecnologie di produzione.
- Tecnologie di de-produzione e recupero materiali.
- Tecnologie di controllo di risorse e sistemi.
- Tecnologie di riconfigurazione della fabbrica.

- Tecnologie di gestione e manutenzione delle risorse.
- Tecnologie per il monitoraggio ed il controllo della qualità.
- Tecnologie di interazione uomo-macchina.

Il concetto di “Fabbrica del Futuro” con i suoi cinque pilastri, realizzata attraverso le tecnologie abilitanti, avrà un alto potenziale di ricaduta industriale in molteplici settori dell’industria italiana e del Made in Italy, valorizzando le tradizionali performance di qualità, flessibilità e personalizzazione attraverso soluzioni innovative.

Il Piano Esecutivo si articola in due sottoprogetti, ciascuno composto da work package e task. I sottoprogetti propongono un mix organico di attività di ricerca di diversa tipologia per impatto ed attori coinvolti, volta allo sviluppo delle tecnologie abilitanti per i macro-obiettivi realizzativi. Attraverso tale mix si vuole assicurare il coinvolgimento sistemico e la valorizzazione di tutti gli attori nazionali che a vario titolo ed a diversi livelli possono contribuire alla promozione dell’innovazione, con il CNR che assume ruolo sia di sviluppatore di ricerca attraverso le proprie competenze interne, sia di integratore dei diversi soggetti e di catalizzatore verso gli obiettivi strategici definiti. I sottoprogetti comprendono al loro interno, ciascuno per i contenuti di competenza, le attività necessarie a promuovere la cultura della Fabbrica del Futuro presso i vari stakeholder e a diffondere i risultati della ricerca in maniera proattiva. In tal modo, il progetto si propone di formare una comunità nazionale di eccellenza in grado di sviluppare strategie manifatturiere di successo per il futuro, basandosi anche sui risultati ottenuti nei tre anni della sua durata.

Sottoprogetto 1: “Fabbrica del Futuro: verso la realtà”

Lo scopo del Sottoprogetto 1 è quello di mettere a fattor comune le competenze interne del CNR per promuovere innovazioni di frontiera ed avvicinarle alla dimensione industriale. Sono previste tre tipologie di progetti di ricerca:

- S1.A Dall’idea di frontiera alla produzione del prototipo innovativo.
- S1.B Tecnologie di avanguardia per la Fabbrica del Futuro.
- S1.C Nuovi framework per la progettazione e gestione delle fabbriche.

I risultati dei progetti saranno di tipo diverso a secondo della distanza tra il processo di laboratorio e l’applicazione industriale, inclusi progetti di massima e/o di dettaglio di fabbriche per la realizzazione di prodotti e tecnologie innovative, studi di fattibilità economici ed ambientali delle nuove fabbriche, nuovi framework per la progettazione delle fabbriche del futuro e dimostratori industriali in cui il progetto di fabbrica e/o l’utilizzo di nuove tecnologie all’interno del sistema siano implementati nella realtà. La selezione dei progetti avverrà attraverso una procedura di valutazione delle proposte presentate nell’ambito di un bando tematico.

Il Sottoprogetto 1 prevede specifiche attività per la promozione e diffusione dei risultati raggiunti.

Sottoprogetto 2: “Promozione dell’Innovazione a supporto della Fabbrica del Futuro”

Il Sottoprogetto 2 si propone di sviluppare diversi tipi di innovazioni coerenti alle tematiche scientifiche del Progetto Bandiera attraverso un insieme organico di iniziative volte a:

- Potenziare la cooperazione tra Università, Enti di ricerca ed industria.
- Valorizzare il ruolo di realtà locali come Distretti ad alta tecnologia, Piattaforme tecnologiche nazionali e Poli di eccellenza nazionali nel ciclo dell’innovazione.
- Supportare le risorse umane di eccellenza nello sviluppo delle loro ricerche.
- Promuovere iniziative di formazione sulla “Fabbrica del Futuro”.

Nel Sottoprogetto 2 il CNR agirà pertanto come “hub” per convogliare e strutturare le attività di ricerca di eccellenza condotte a livello nazionale relative ai macro-obiettivi del progetto Bandiera. Coerentemente, verranno supportate quattro principali tipologie di attività:

- S2.A Progetti di ricerca per lo sviluppo di innovazioni di medio-lungo periodo.
- S2.B Progetti di ricerca per lo sviluppo di innovazioni di breve-medio periodo.
- S2.C Progetti di ricerca a supporto del rilancio del capitale umano dedicato alla ricerca.
- S2.D Progetti di formazione sulla Fabbrica del Futuro.

I destinatari dei progetti S2.A, S2.B saranno consorzi partecipati da imprese industriali ed università o enti di ricerca, con almeno un rappresentante per tipologia. I partner industriali potranno essere imprese singole, consorzi e società consortili, parchi scientifici e tecnologici, Associazioni Industriali. Sarà premiata la multidisciplinarietà dei consorzi e la rappresentanza dei settori del Made-In-Italy. I destinatari dei progetti di tipo S2.C saranno invece giovani ricercatori presso gli enti pubblici di ricerca afferenti al MIUR e gli atenei italiani con un’età inferiore ai 35 anni. Per i progetti S2.D i destinatari potranno essere anche entità singole.

La partecipazione ai progetti avverrà attraverso una procedura di selezione di proposte presentate nell’ambito di bandi tematici.

Il Sottoprogetto 1 prevede specifiche attività per la promozione e diffusione dei risultati raggiunti.

Grazie all’articolazione organica, al disegno di un mix di azioni tra di loro complementari in grado di coinvolgere e valorizzare le eccellenze italiane, alla coerenza rispetto allo scenario competitivo internazionale ed al suo approccio di diffusione di una nuova cultura dell’innovazione Manifatturiera che possa creare una comunità nazionale di eccellenza, il Progetto Bandiera “La fabbrica del futuro” rappresenta un’importante occasione per supportare la competitività futura del nostro paese nella quale il CNR si inserisce con un ruolo di centralità nella promozione dell’innovazione.

Indice

1. LO SCENARIO DI RIFERIMENTO	7
1.1. Il Manifatturiero italiano nel mondo: sfide industriali e ruolo della ricerca.....	7
1.2. Il quadro istituzionale e programmatico dell’Unione Europea e dell’Italia	11
2. IL RUOLO DEI PROGETTI BANDIERA NEL SISTEMA NAZIONALE DELLA RICERCA E DELL’INNOVAZIONE.....	14
2.1. Fabbrica del Futuro.....	14
2.1.1. Fabbriche per Prodotti Personalizzati	16
2.1.2. Fabbrica Evolutiva e Riconfigurabile.....	17
2.1.3. Fabbrica ad Elevate Prestazioni	18
2.1.4. Fabbrica per la produzione sostenibile.....	19
2.1.5. Fabbrica per le Persone	20
2.2. Le Tecnologie Abilitanti	22
2.2.1. Information Communication Technology (ICT) e tecnologie “Digital Factory” per la fabbrica intelligente.....	22
2.2.2. Tecnologie di produzione	23
2.2.3. Tecnologie di de-produzione e recupero materiali	23
2.2.4. Tecnologie di controllo di risorse e sistemi.	24
2.2.5. Tecnologie di riconfigurazione della fabbrica.....	24
2.2.6. Tecnologie di gestione/manutenzione delle risorse.....	24
2.2.7. Tecnologie per il monitoraggio e controllo della qualità.....	25
2.2.8. Tecnologie di interazione uomo-macchina	25
3. BIBLIOGRAFIA	27

1. LO SCENARIO DI RIFERIMENTO

1.1. Il Manifatturiero italiano nel mondo: sfide industriali e ruolo della ricerca

L'Italia ha rappresentato nel 2009 la quinta potenza manifatturiera mondiale, con il 3,9% della produzione manifatturiera globale. In ambito Europeo, essa è il secondo paese manifatturiero dopo la Germania, che ha mantenuto negli ultimi anni la sua posizione di leadership difendendo il proprio vantaggio competitivo. Hanno invece perso terreno rispetto al nostro paese la Francia (settima con il 3,6%) ed il Regno Unito (decimo con il 2,3%). Guardando allo scenario globale, la Cina è balzata saldamente in testa alla classifica con il 21,5% della produzione manifatturiera, scavalcando Stati Uniti e Giappone, rispettivamente al secondo ed al terzo posto. Sebbene la variazione dei volumi produttivi assoluti di tali paesi sia contenuta, in termini percentuali essi hanno quasi dimezzato nell'ultimo decennio il proprio contributo alla manifattura mondiale (pari rispettivamente al 15,1% e all'8,5% nel 2009) proprio in virtù della poderosa crescita delle economie emergenti. Pur difendendo la propria posizione, il nostro paese risulta però incalzato da vicino dalla crescita industriale di Corea del Sud, India e Brasile, rispettivamente al sesto posto con il 3,6%, ottavo con il 2,9% e nono con il 2,7% (Tabella 1).

Paesi produttori	Quote % dei primi 20 produttori mondiali in dollari correnti		
	2000	2007	2009
1 Cina	8,3	15,4	21,5
2 Stati Uniti	24,8	17,4	15,1
3 Giappone	15,8	8,9	8,5
4 Germania	6,6	7,5	6,5
5 Italia	4,1	4,5	3,9
6 Corea del Sud	3,1	3,9	3,6
7 Francia	4,0	3,9	3,6
8 India	1,8	2,7	2,9
9 Brasile	2,0	2,6	2,7
10 Regno Unito	3,5	3,0	2,3
11 Russia	0,7	2,1	2,2
12 Spagna	2,0	2,5	2,2
13 Canada	2,3	2,2	1,8
14 Messico	2,3	1,8	1,6
15 Turchia	0,9	1,1	1,3
16 Taiwan	1,7	1,4	1,3
17 Paesi Bassi	1,1	1,2	1,2
18 Polonia	0,6	0,9	0,9
19 Belgio	0,9	1,0	0,9
20 Svizzera	0,7	0,8	0,8
UE 15	25,7	27,6	24,0
BRIC	12,8	22,7	29,3
Nuovi-UE	1,4	2,6	2,5

Tabella 1 - Primi 20 paesi per produzione manifatturiera [Confindustria, 2010]

La vocazione manifatturiera dell'Italia risulta ancora più marcata se si considera la produzione industriale pro-capite. Secondo questo indicatore, il nostro paese è la seconda nazione più industrializzata al mondo dopo la Germania. Dopo l'Italia seguono il Giappone e gli Stati Uniti (Figura 1).

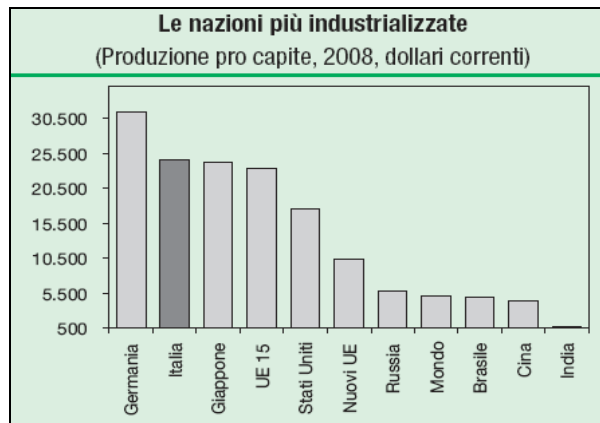


Figura 1 - Produzione pro-capite dei paesi industrializzati [Confindustria, 2010]

In termini di contribuzione al valore aggiunto complessivamente prodotto nel nostro paese, la produzione manifatturiera è stata responsabile nel 2010 di una quota del 17% (Dati Eurostat). Il manifatturiero non va considerato come un settore in grado di produrre ricchezza e occupazione di per sé, ma come un pilastro fondamentale dell'economia moderna, senza il quale anche il mondo dei servizi non avrebbe più possibilità di erogare la sua offerta da una lato, e perderebbe parte del suo attuale mercato di sbocco dall'altro. L'industria, infatti, richiede servizi per il suo funzionamento ed il suo sviluppo traina quello del settore dei servizi (effetto "pull"). È stato stimato che un posto di lavoro nell'industria crea circa due altri posti di lavoro supplementari nei servizi [Parlamento Europeo, 2010]. D'altra parte, l'industria fornisce prodotti e semilavorati che sono necessari alle imprese di servizio per erogare le proprie prestazioni (effetto "push"), determinandone attivamente la qualità e le possibilità di erogazione degli stessi. In veste di "fornitore", è stato calcolato che il settore manifatturiero italiano dedica circa l'11% circa della sua produzione totale al funzionamento del mondo dei servizi [Commissione Europea, 2009]. La Figura 2 riassume il legame sopra descritto.

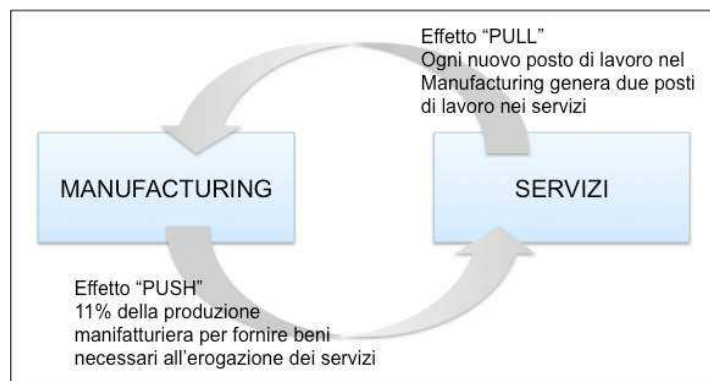


Figura 2 - Legame "push" e "pull" tra Manufacturing e mondo dei servizi

Tali dati indicano che le fabbriche trainano l'intera economia nazionale ed Europea sia producendo beni e servizi impiegati in altri settori, che essendo mercato di sbocco per questi.

Il fatturato ed il valore aggiunto relativi all'anno 2010 dei settori che compongono il comparto manifatturiero italiano sono rappresentati nella Figura 3, aggregati a partire dalla classificazione NACE dei settori industriali.

Lo spaccato mostra che il primo settore sia per fatturato che per valore aggiunto è quello delle meccanica, seguito da quello dei macchinari, dell'industria chimico-farmaceutica e della gomma-plastica, dell'alimentare e del tessile-abbigliamento. I settori del Made in Italy sono quelli rappresentati dalle "4A": Automazione, Alimentare, Abbigliamento, Arredo [Fondazione Edison 2009].

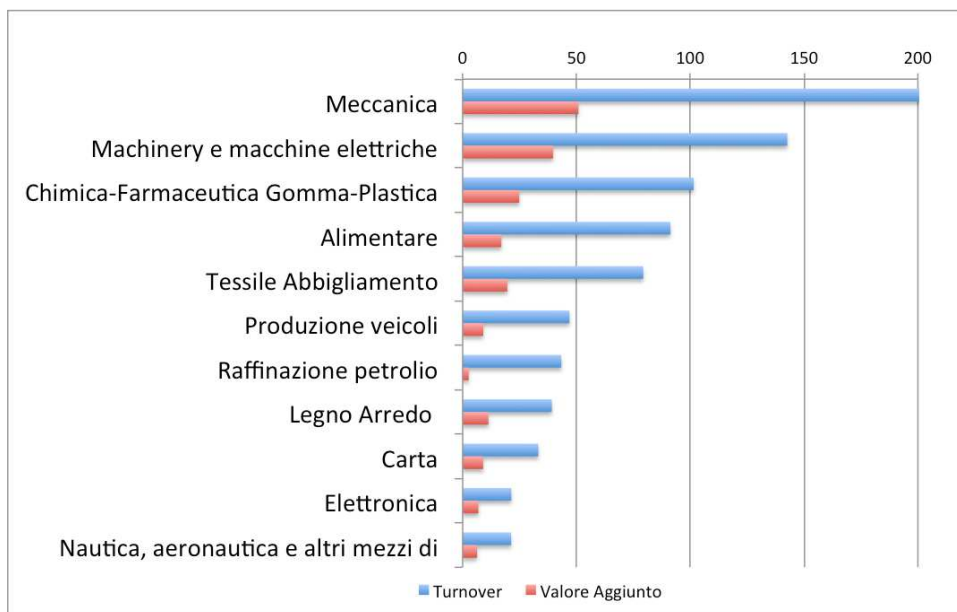


Figura 3 - Fatturato e valore aggiunto dei settori manifatturieri italiani aggregati in miliardi di euro [elaborazione su dati Eurostat 2010]

Tali dati confermano il trend già rilevato da Confindustria di rimescolamento settoriale dell'economia italiana, dai settori più tradizionali conciario-calzaturiero, del mobile-arredamento e tessile-abbigliamento, a settori più pesanti a maggior contenuto tecnologico, come quelli delle macchine utensili e sistemi di produzione, della meccanica e dei metalli, automobilistico e della chimica-gomma-plastica.

Questo rimescolamento richiama la necessità di soluzioni industriali più sofisticate e dalla maggior innovazione, sia per essere impiegate nella manifattura di prodotti dalla maggior complessità industriale, sia per supportare in maniera più efficiente le produzioni industriali più tradizionali che, per continuare ad essere competitive, devono adottare le pratiche più efficaci ed evolute.

Va comunque rilevato come, nonostante tale rimescolamento settoriale, l'Italia continui ad essere sempre il primo paese Europeo in questi settori in cui detiene solide tradizioni e stile indiscusso, anche in virtù dell'aumento di efficienza che le aziende che hanno continuato ad operarvi hanno dovuto realizzare. La Tabella 2, infatti, mostra come, oltre ad occupare il primo posto in Europa nel tessile-abbigliamento-cuoio-pellame, l'Italia detiene il secondo posto in Europa nelle macchine industriali, nella produzione di metalli e non metalli, prodotti in metallo, legno e carta, mobili (dati 2006). Esistono poi le nicchie di eccellenza come quella della nautica e delle imbarcazioni di lusso che, data la loro dimensione ridotta, non apportano ad oggi ingente contributo alla produzione industriale complessiva, ma che affermano la leadership mondiale del nostro paese nei settori dove occorre coniugare tecnologia e design.

Chapter	Largest	Second largest
2 Mining & quarrying	United Kingdom	Denmark
3 Food, beverages & tobacco (2)	Germany	United Kingdom
4 Textiles, clothing, leather & footwear (3)	Italy	Germany
5 Wood & paper (4)	Germany	Italy
6 Fuel processing & chemicals (5)	Germany	France
7 Rubber & plastics (6)	Germany	France
8 Other non-metallic mineral products	Germany	Italy
9 Metals & metal products	Germany	Italy
10 Machinery & equipment	Germany	Italy
11 Electrical machinery & optical equip.	Germany	France
12 Transport equipment	Germany	France
13 Furniture & other manufacturing (7)	Germany	Italy
14 Network supply of elec., gas & steam (8)	Germany	United Kingdom
15 Recycling & water supply (9)	United Kingdom	Germany
16 Construction	United Kingdom	Spain
17 Motor trades	Germany	United Kingdom
18 Wholesale trade	United Kingdom	Germany
19 Retail trade & repair	United Kingdom	Germany
20 Accommodation & food services	United Kingdom	France
21 Transport and storage	United Kingdom	Germany
22 Media & communications	United Kingdom	Germany
23 Real estate, renting & leasing (10)	Germany	United Kingdom
24 Research & development (11)	United Kingdom	Germany
25 Business services	United Kingdom	Germany

(1) Malta, not available; Bulgaria, Cyprus, Poland and Romania, 2005; the Netherlands, industrial activities, 2005; the specialisation ratios may include rounded estimates based on non-confidential data.

(2) Latvia and Lithuania, not available.

(3) Austria and Slovenia, 2005; Denmark, Latvia, Portugal and Slovakia, not available.

(4) Luxembourg, not available.

(5) 2005; Bulgaria, Denmark, Ireland, Cyprus, Latvia, Lithuania, Portugal and Slovakia, not available.

(6) Cyprus, not available.

(7) Bulgaria, Ireland, Greece, not available.

(8) Ireland, Greece, Cyprus and the Netherlands, not available.

(9) Ireland, Greece and Cyprus, not available.

(10) Luxembourg and Sweden, not available.

(11) 2005; Luxembourg and Sweden, not available; Ireland, specialisation ratio, not available.

Tabella 2 - Prima e seconda posizione europea per valore della produzione nei diversi settori industriali [Eurostat 2009]

In termini di occupazione, le attività di produzione manifatturiera italiana danno lavoro a circa 3,9 milioni di persone con la distribuzione per area industriale indicata in Figura 4. L'occupazione nei servizi legati al manufacturing ammonta invece a circa 6,5 milioni di persone (un valore equivalente a quelle impiegate nell'insieme della Pubblica Amministrazione e dei servizi sociali) (dati Eurostat 2010).

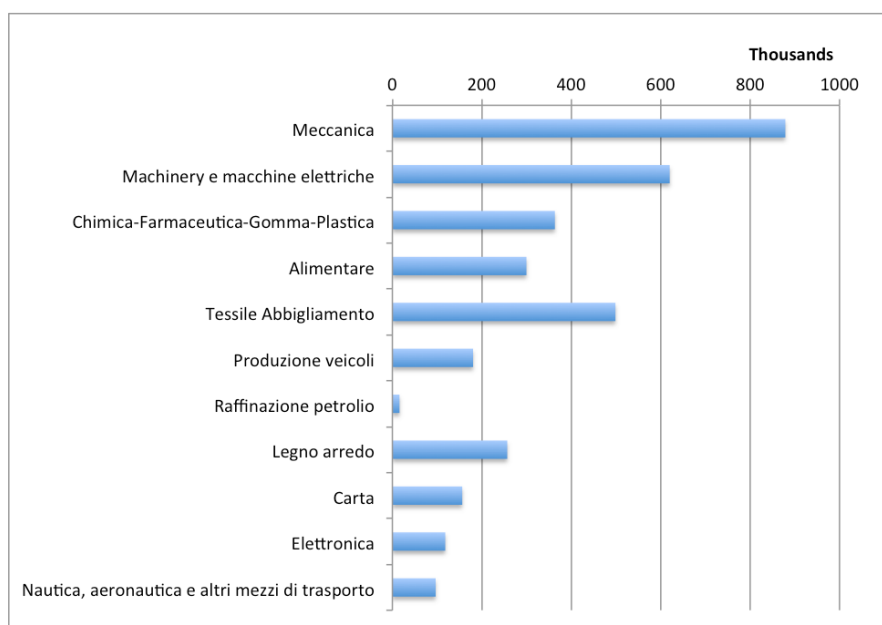


Figura 4 - Impiegati nei settori manifatturieri italiani [elaborazione su dati Eurostat]

L'export dei prodotti "Made in Italy" è rappresentato nella Figura 5, costruita con dati 2008 dell'Istituto per il Commercio Estero. Il *machinery* si colloca al primo posto nella classifica dell'export italiano, seguito dalla chimica-farmaceutica-gomma-plastica, dal tessile-abbigliamento e dall'alimentare.

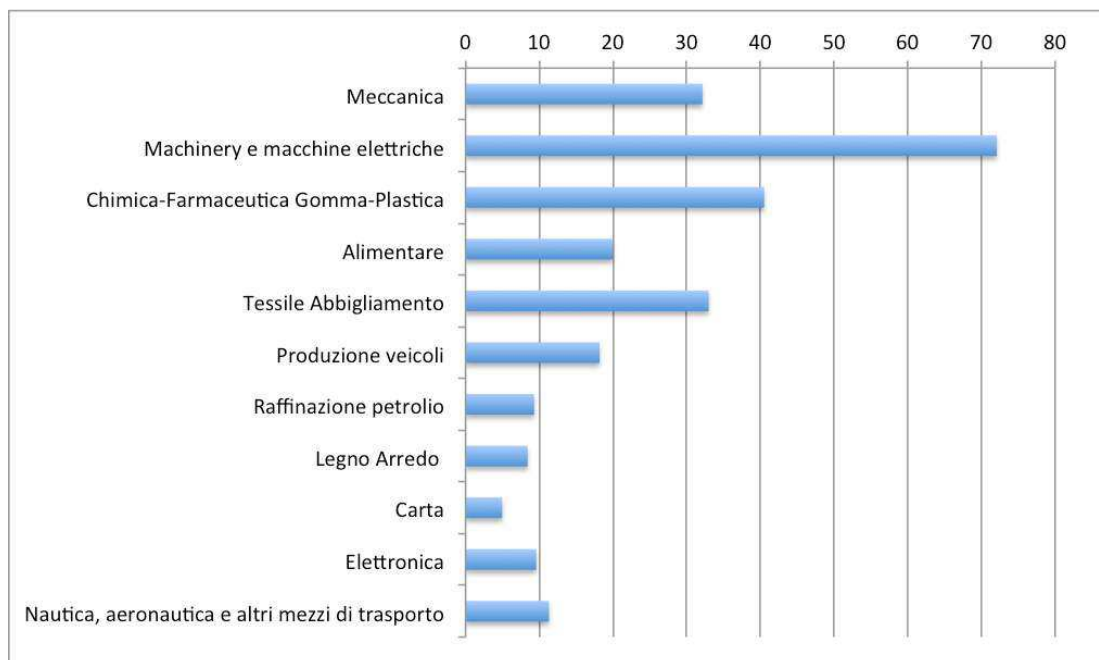


Figura 5 - Esportazioni industriali italiane per settore in miliardi di euro [elaborazione su dati ICE-Istat 2009]

1.2. Il quadro istituzionale e programmatico dell'Unione Europea e dell'Italia

L'articolazione del presente Progetto Bandiera non può prescindere dalle iniziative di ricerca e innovazione per il settore manifatturiero in corso sia a livello nazionale che europeo. Esse sono sinteticamente riportate nel seguito con visione cronologica.

Per rispondere alle sfide poste dallo scenario industrial moderno, si è costituita nei primi anni 2000 la piattaforma Europea "ManuFuture", che raggruppa le principali azioni ed iniziative a livello Europeo, nazionale e regionale sul manufacturing al fine di supportare il settore manifatturiero Europeo. Dopo numerosi gruppi di lavoro, cui la direzione ITIA-CNR ha partecipato in qualità di membro dell'"High level Group" e dell"Implementation Support Group", nel 2006 "ManuFuture" ha sancito la necessità di cambiare il paradigma competitivo Europeo, ormai inadeguato a fronteggiare la nuova situazione globale [Manufuture, 2006]. Da una parte, infatti, il manifatturiero Europeo soffre, nei suoi comparti a più elevato contenuto tecnologico, l'agguerrita competizione di altri paesi industrializzati, quali ad esempio la Corea. Dall'altra, le attività produttive nei comparti più tradizionali si stanno progressivamente spostando nei paesi a più basso costo del lavoro, con i quali le condizioni strutturali non consentono di competere. La risposta strategica proposta dalla piattaforma è lo spostamento della competizione su prodotti e attività ad alto valore aggiunto e contenuto di conoscenza, intorno ai quali deve ruotare l'innovazione del comparto manifatturiero. In particolare, i cinque pilastri del manifatturiero del futuro, sono indicati dalla piattaforma in:

- Nuovi sistemi di prodotti-servizi ad alto valore aggiunto.
- Nuovi modelli di business.
- Adozione di soluzioni avanzate di ingegneria industriale.
- Sviluppo di conoscenze e tecnologie manifatturiere.
- Innovazione dell'infrastruttura della ricerca e del sistema di educazione.

La crisi finanziaria intervenuta negli anni successivi ha ancor di più sottolineato l'importanza del settore manifatturiero quale pilastro delle economie. A livello Europeo, infatti, il "recovery plan" varato dal presidente Barroso nel 2008 ha previsto la creazione di "Public Private Partnerships" tra la Commissione Europea e privati per stimolare gli investimenti in settori ed attività strategiche. In particolare, per il settore manifatturiero è stato stanziato un budget complessivo di 1,2 miliardi di euro [Barroso 2008] [European Commission 2008]. Ciò ha portato alla costituzione della "European Association for the Factories of the Future" (EFFRA), una Associazione privata di rilevanza europea nata in ambito *ManuFuture* che si compone di aziende, associazioni di categoria e centri di ricerca. EFFRA ha lo scopo riconosciuto dalla UE di svolgere il ruolo di interlocutore Privato che insieme alla parte Pubblica (UE) si impegni nella realizzazione della Public-Private Partnership (PPP) sulla tematica "Factories of the Future". EFFRA ha prodotto una "Strategic multiannual roadmap" alla quale l'Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ITIA-CNR) ha apportato contributo in qualità di membro dello "Industrial Research Advisory Group" [Effra 2010]. Tale roadmap traccia le linee guida delle attività di ricerca ed innovazione europea nel manifatturiero proposte dagli stakeholder industriali, che si articolano lungo i seguenti quattro filoni fondamentali:

- Manufacturing sostenibile (dal punto di vista ambientale, economico e sociale).
- Manufacturing intelligente abilitato da ICT.
- Manufacturing dalle alte prestazioni.
- Sfruttamento di nuovi materiali attraverso il manufacturing.

Le tematiche proposte della roadmap strategica di EFFRA hanno costituito la base per lo sviluppo delle "call for proposal" di progetti di ricerca Europei attualmente in corso.

Nell'ultimo anno, l'importanza del manifatturiero e la necessità di considerarlo elemento centrale nella definizione delle future politiche europee in merito all'economia, industria, infrastrutture e nuove tecnologie è stata confermata da alcune relazioni elaborate dalla Commissione per il Parlamento Europeo da parte delle direzioni generali "Enterprise and Industry", "Research and Innovation" ed "Information Society and Media" [European Commission 2010 (a) (b) (c) (d)].

Anche negli Stati Uniti, la centralità del manifatturiero è stata posta dal Presidente Obama quale elemento fondante della ricostruzione a seguito della crisi finanziaria. Similmente a quanto avvenuto in Europa, il "recovery plan" varato dal presidente prevede uno specifico capitolo per "Manufacturing and green jobs", che delibera l'istituzione di un "Advanced Manufacturing Fund" per lo sviluppo delle strategie manifatturiere avanzate, il raddoppio dei finanziamenti per innovare le tecnologie di produzione e migliorare la loro efficienza, oltre che ingenti investimenti per lo sviluppo di nuove tecnologie nel settore dell'energia in ottica di sostenibilità [Obama, 2010]. Onde supportare l'implementazione operativa di tale piano, il "Council of Advisors on Science and Technology" ha pubblicato nel Giugno 2011 il "Report to the President on ensuring american leadership In Advanced Manufacturing" [Advisors 2011]. In esso si suggerisce di stanziare da 0,5 a 1 miliardo di dollari per anno (per quattro anni) a supporto di importanti iniziative di ricerca nel manifatturiero avanzato che le imprese non sarebbero in grado di intraprendere da sole. In particolare, le azioni indicate sono:

- lo sviluppo di nuove tecnologie e metodologie di progettazione a sostegno della produzione di prodotti e materiali altamente innovativi;
- lo sviluppo di metodologie di progettazione che riducano drasticamente il tempo necessario per passare dall'idea dei prodotti alla loro manifattura;
- la creazione di partnership pubblico-private pre-competitive in grado di sviluppare tecnologie manifatturiere "cutting-edge";

- la creazione di infrastrutture condivise che consentano alle piccole e medie imprese di innovare i loro prodotti e processi per meglio competere su scala globale.
- Parallelamente, il report definisce quali priorità la creazione di condizioni fiscali favorevoli all'innovazione nel manifatturiero ed il potenziamento della formazione nelle discipline tecnico-scientifiche che possa favorire la crescita di competenze di eccellenza nelle tecnologie di frontiera.

A livello nazionale, l'attenzione delle istituzioni e del mondo industriale alla innovazione e al supporto del settore è attualmente altissima. Muovendo dai trend e dai bisogni espressi dai tavoli tematici rappresentativi di diversi comparti e settori, uno dei quali è stato specificamente dedicato ai beni strumentali, il Programma Nazionale della Ricerca (PNR) predisposto dal Governo stabilisce importanti azioni di ricerca orientata alle tecnologie abilitanti, allo sviluppo di settori industriali innovativi, al sostegno delle industrie esistenti per il miglioramento della loro efficienza e competitività ed al sostegno di nuove imprese high-tech [PNR, 2010]. Ciò risulta coerente con la logica di evoluzione verso un manifatturiero a più alto valore aggiunto promossa in sede Europea. A livello regionale, è da segnalare l'iniziativa "Mind in Italy" in cui il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e la Regione Lombardia hanno recentemente sottoscritto un accordo quadro per la realizzazione di quattro progetti di ricerca per complessivi 40 milioni di euro (20 a carico della Regione, 20 del CNR), per quattro progetti uno dei quali è dedicato a "processi high-tech e prodotti orientati al consumatore per la competitività del manifatturiero lombardo" [CNR, 2006]. Il progetto Bandiera descritto nel seguito rappresenta la concretizzazione delle direzioni di ricerca espresse nell'ambito del PNR e dalla comunità di ricerca nazionale, in coerenza con le iniziative e le strategie in corso di svolgimento a livello europeo e mondiale.

2. IL RUOLO DEI PROGETTI BANDIERA NEL SISTEMA NAZIONALE DELLA RICERCA E DELL'INNOVAZIONE

2.1. Fabbrica del Futuro

In questo capitolo l'iniziativa Progetto Bandiera "La fabbrica del futuro" viene posizionata nel quadro complessivo del manifatturiero Italiano ed Europeo. Vengono definiti cinque macro-obiettivi al raggiungimento dei quali l'iniziativa "La fabbrica del futuro" aspira a contribuire attraverso due sottoprogetti. La descrizione di dettaglio dei contenuti e delle modalità operative di tali Sottoprogetti sarà trattata nel Capitolo 3. Infine, viene introdotto il concetto di "Tecnologie Abilitanti" e viene descritto il ruolo centrale del Progetto Bandiera nello sviluppo di queste tecnologie per contribuire al raggiungimento dei cinque macro-obiettivi che costituiscono la portante dell'idea di "Fabbrica del Futuro".

La definizione dei cinque macro-obiettivi, cardine dell'iniziativa "Fabbrica del Futuro", è coerente con le "grand-challenges" identificate a livello mondiale, dai più recenti documenti strategici relativi alla definizione di "Roadmap" e "Strategic Research Agenda" sviluppati, in particolare, in ambito UE, dall'Associazione Europea EFFRA, dal programma di ricerca Europeo "Factories of the Future", dalla piattaforma Europea "Manufuture", dell'iniziativa su "American Leadership on Advanced Manufacturing" promossa dal Presidente degli Stati Uniti e dall'iniziativa IMS – Intelligent Manufacturing Systems 2020 così come risponde alle caratteristiche del mercato manifatturiero italiano emerse nelle analisi proposte nel capitolo precedente e contenute nei documenti strategici e operativi del Piano Nazionale delle Ricerca (PNR).

Questo processo ha portato alla definizione di cinque macro-obiettivi relativi alle caratteristiche che le fabbriche del futuro dovrebbero avere per garantire lo sviluppo sostenibile della produzione industriale nel nostro paese. Queste portanti sono elencate di seguito:

- Fabbriche per prodotti personalizzati.
- Fabbrica evolutiva e riconfigurabile.
- Fabbrica ad elevate prestazioni.
- Fabbrica sostenibile.
- Fabbrica per le persone.

L'insieme di questi macro-obiettivi caratterizza il concetto stesso di "Fabbrica del Futuro".

Nel contesto Italiano è di importanza strategica favorire l'evoluzione di fabbrica dal paradigma della produzione di massa e della *mass customization*, in cui l'attenzione è posta sui volumi produttivi, sulla ripetibilità dei processi, sulla standardizzazione spinta delle operazioni e sulla modularità dei componenti, verso il concetto di fabbrica per la produzione di prodotti personalizzati di tipo "one of a kind", cioè un'unità prodotta per codice di prodotto. Infatti, come emerso nell'analisi riportata in precedenza, uno dei principali punti di forza della produzione manifatturiera Italiana è la capacità di fornire soluzioni che rispondano alle specifiche esigenze di ogni singolo cliente utilizzando il know-how di prodotto e di processo ed una spiccata propensione all'innovazione. Si pensi, ad esempio, al mercato del mobile, dei prodotti di design e della moda, ma anche al settore meccanico. D'altra parte, tale capacità progettuale deve essere supportata da tecnologie industriali e strutture produttive flessibili che siano in grado di produrre una grande quantità di varianti di prodotto in lotti piccoli mantenendo un elevato grado di automazione ed elevata qualità in modo sostenibile. Il macro-obiettivo 1, "Fabbrica per prodotti personalizzati", indirizza la ricerca in questo contesto.

Oltre alla personalizzazione, un'altra caratteristica significativa dei prodotti ad alto contenuto tecnologico del Made in Italy (si vedano i settori dei beni strumentali, delle tecnologie medicali, della meccanica, della chimica e dell'automotive) è la riduzione del ciclo di vita dei prodotti e la loro rapida evoluzione nel tempo. Dal punto di vista della fabbrica che produce tali prodotti l'impatto è notevole, perché la fabbrica non può più essere un'entità statica, il cui design rimane inalterato nel tempo, ma è essa stessa una struttura in continua evoluzione che deve adattare i suoi processi e le sue prestazioni per far fronte a nuove specifiche e nuovi materiali. Pensata come entità in evoluzione la fabbrica dovrà essere dotata di tecnologie abilitanti in grado di consentirne la modifica di configurazione e processi con bassi costi, limitati tempi di transizione tra una configurazione e la successiva ed elevati gradi di libertà nel cambiamento di configurazione. La necessità di operare in contesti produttivi dinamici dove la domanda e le tecnologie evolvono rapidamente, richiederà la capacità della fabbrica di poter reagire al cambiamento congiuntamente con i prodotti ed i processi, modificandosi in modo efficace ed economicamente competitivo. La riconfigurabilità si dovrà manifestare sui vari livelli della fabbrica, dalla singola risorsa produttiva alla rete logistica globale. Questi concetti sono stati riassunti in letteratura nei paradigmi di fabbrica evolutiva, flessibile e riconfigurabile. Il macro-obiettivo 2, "Fabbrica evolutiva e riconfigurabile", si focalizza sulle problematiche relative allo sviluppo di questi paradigmi.

La necessità di prodotti personalizzati ed in evoluzione impatta notevolmente anche sul concetto di "prestazione" della fabbrica considerato da due punti di vista. In prima istanza, nuove misure di prestazione diventano rilevanti, come l'abilità della fabbrica di trasformarsi per far fronte a differenti specifiche o la capacità di integrare processi produttivi innovativi, o la capacità di adattare i livelli di qualità e i ritmi produttivi alle specifiche condizioni del momento. Sulla base dei dati rilevati dal campo, la fabbrica ad elevate prestazioni sarà in grado di implementare in modo autonomo strategie adattative modificando le proprie prestazioni, i propri modi e dinamiche operative.

In secondo luogo, i nuovi requisiti identificati rendono centrale la disponibilità di nuove tecnologie hardware e software e di nuove metodologie per il miglioramento delle prestazioni di fabbrica e per il controllo della qualità che siano in grado di garantire il raggiungimento dei target di qualità e produttività richiesti anche per produzioni in piccoli lotti.

In questo contesto, diventa quindi di fondamentale importanza portare all'attenzione della ricerca l'obiettivo di sviluppare una fabbrica del futuro ad elevate prestazioni, in grado di garantire il raggiungimento di elevate performance pur in presenza di un continuo cambiamento delle condizioni operative. Questo tema è al centro del terzo macro-obiettivo del Progetto Bandiera.

Negli ultimi anni, anche l'introduzione del concetto di prodotti "green" ha avuto un forte impatto a livello globale ed ha naturalmente coinvolto anche i prodotti "Made in Italy". I prodotti "green" sono prodotti che utilizzano materiali a basso impatto ambientale, riciclabili, riutilizzabili o facilmente smaltibili, ma non solo. In senso esteso e nell'ottica della LCA o "Life Cycle Assessment" i prodotti "green" devono anche essere caratterizzati da limitato impatto ambientale e consumo energetico durante la loro fase di produzione. Questo concetto rende la tematica della produzione sostenibile centrale per il mercato di prodotti Made in Italy. La produzione sostenibile deve garantire limitati consumi energetici dei processi, dei sistemi e degli impianti industriali, limitata produzione di scarti industriali durante la produzione, limitato consumo di acqua, materiali rari ed altre risorse naturali critiche. Il sistema fabbrica dovrà operare nel completo rispetto dei vincoli di consumo energetico e di emissioni, a partire dai consumi delle macchine operatrici fino alla regolazione dei sistemi di illuminazione e condizionamento. La fabbrica sarà in grado di ridurre il proprio impatto ambientale anche sotto il profilo energetico sfruttando in modo intelligente le fonti energetiche pulite, oltre a riutilizzare ogni potenziale fonte disponibile nella fabbrica. Oltre

ad essere “green”, la fabbrica sarà sostenibile dal punto di vista sociale, integrandosi e sfruttando al meglio le capacità dei lavoratori e i costumi socio-economici così da contribuire alla crescita del opera tessuto locale.

La fabbrica sarà inoltre in grado di far fronte alle sempre più crescenti esigenze di gestire le fasi finali del ciclo di vita dei prodotti andando a de-produrre, disassemblare, riusare, riciclare o recuperare i prodotti, generando nuove opportunità e risorse per il mondo del lavoro. In caso di necessità, la fabbrica sarà in grado di modificare i prodotti esistenti che necessitano up-grade nelle funzionalità o modifiche delle caratteristiche tecnologiche. Il paradigma di fabbrica del futuro sostenibile è tema del quarto macro-obiettivo del Progetto Bandiera.

Infine, l’idea di fabbrica del futuro per le persone è oggetto del quinto macro-obiettivo identificato. La spinta verso questa tematica emerge dai profondi cambiamenti sociali e demografici che negli ultimi anni, e con stimoli crescenti, stanno investendo il contesto produttivo mondiale, europeo ed italiano. Dal punto di vista sociale, la necessità di offrire impiego nel manufacturing alla popolazione del nostro paese nel rispetto delle condizioni di lavoro caratteristiche dell’economia Europea è obiettivo di strategica importanza. Unitamente a questo, l’aumento dell’età pensionabile dei lavoratori ed il globale invecchiamento della popolazione spingono verso un profondo ripensamento e conseguente riprogettazione dell’ambiente fabbrica. Questo tema impatta su aspetti ergonomici e di sicurezza dei sistemi di produzione, da un lato, ma anche su aspetti legati al miglioramento delle modalità di interazione uomo-macchina nel contesto produttivo, al fine di valorizzare e incentivare il capitale umano e di conoscenza che opera nel sistema fabbrica. Gli uomini e le macchine dovranno cooperare, condividendo in sicurezza l’ambiente manifatturiero. L’ambiente produttivo dovrà essere sano e confortevole per l’uomo, aumentandone la percezione di operare in un ambiente che contribuisce al suo benessere. Solo in questo modo sarà possibile mantenere elevato lo standard di qualità della forza lavoro italiana e contribuire ad affermare a livello nazionale i principi cardine del knowledge-based employment Europeo, evitando così la perdita di capitale umano a vantaggio dei paesi dall’economia in forte crescita.

Nel capitolo successivo i cinque macro-obiettivi saranno analizzati nel dettaglio e le specifiche azioni di ricerca necessarie al raggiungimento di tali obiettivi verranno descritte. Queste sfide aprono una nuova opportunità di transizione per il concetto di fabbrica e l’iniziativa Progetto Bandiera “La fabbrica del futuro” si pone come riferimento nazionale per promuovere e supportare tale transizione.

2.1.1. Fabbriche per Prodotti Personalizzati

La capacità delle imprese italiane di adattare i propri prodotti e processi alle specifiche esigenze dei clienti in modo da fornire soluzioni su misura è un grande punto di forza che ha consentito di mantenere quote di mercato in settori ad alto valore aggiunto e di competere con i paesi emergenti attraverso un’offerta differenziata di prodotti e servizi che siano difficilmente replicabili. La personalizzazione spinta, cioè l’offerta di prodotti e servizi in grado di adattarsi alle specifiche caratteristiche ed esigenze dei clienti (per esempio alle loro caratteristiche biometriche, a requisiti di dimensioni, forme e finiture non standard e non note a priori, ecc.) rappresenta un’evoluzione del concetto di “mass customization” per cui i prodotti vengono offerti in diverse varianti già precostituite. Mantenere la leadership nella soddisfazione della domanda di prodotti e servizi personalizzati rappresenta un’importante opportunità strategica per l’Italia, in quanto tale domanda è espressa dalle economie dei paesi maturi ed emergenti ed in quanto sposta i driver della competizione dai costi al valore aggiunto.

Importanti settori del Made-In-Italy trarranno vantaggio della ricerca in questi ambiti. A titolo di esempio, i settori in cui si realizzano prodotti per la persona quali calzature, occhiali ed accessori, abbigliamento, protesi e dispositivi ortopedici, beni di lusso, ecc. Oltre a questi, si possono

menzionare anche i settori in cui occorre un supporto specializzato e competenze di design per indirizzare le personalizzazioni in accordo con le esigenze e i gusti dei clienti, come avviene nei settori dell'arredamento, degli accessori per la casa, ecc.

Per mantenere il primato alla luce dei rapidi progressi dei concorrenti, che sempre più stanno allargando la gamma dei loro prodotti praticando prezzi ridotti, occorre progettare ed implementare un nuovo ciclo di innovazione che crei una nuova generazione di metodi e fabbriche per prodotti personalizzati. Partendo dall'attuale patrimonio di conoscenze, infrastrutture e metodologie produttive, le fabbriche italiane dovranno dotarsi di tecnologie ed approcci moderni per incrementare ulteriormente quelle caratteristiche di flessibilità, efficienza e capacità di offrire servizi ad alto valore aggiunto che continuerà a garantire loro competitività.

Le Fabbrica del Futuro per prodotti personalizzati avrà come obiettivo la produzione di prodotti ad elevato valore aggiunto con un forte impatto sull'utilizzatore in termini di comfort, salute ed unicità. Ne consegue la necessità di pensare e progettare soluzioni di fabbriche "customer driven" basate sul concetto di cooperazione stretta con gli utilizzatori finali. Le fabbriche in grado di produrre prodotti fortemente personalizzati dovranno essere caratterizzate da elevata flessibilità in modo da adattare rapidamente i requisiti tecnologico-produttivi alle specifiche di prodotto. A supporto di queste caratteristiche della fabbrica sarà necessario fare affidamento su un tessuto di automazione elevato così come una logistica integrata ed efficiente che permetta il continuo trasferimento di informazioni tra i partner della supply chain in modo da soddisfare i requisiti produttivi degli utenti in modo coordinato ed efficiente.

La ricerca dovrà anche essere indirizzata a migliorare i processi di collezione ed analisi dei bisogni personalizzati, di progettazione di prodotti su misura e di produzione degli stessi in tempi molto rapidi, offrendo al tempo stesso ai consumatori un'esperienza positiva lungo tutte le fasi del ciclo di vita dei prodotti.

Le caratteristiche dei clienti, i loro bisogni e preferenze dovranno essere acquisiti, elaborati e condivisi attraverso tecnologie innovative. Questi dati verranno trasmessi alla fabbrica che ne eseguirà la produzione o pre-produzione attraverso macchine e sistemi ad elevata automazione e flessibilità, e potranno essere resi disponibili ai clienti per test, eventuali modifiche successive e consegna finale. Importanti temi di ricerca riguarderanno:

- Utilizzo innovativo di strumenti ICT a supporto della personalizzazione (es. realtà virtuale ed aumentata, progettazione e simulazione dei prodotti e della loro interazione con l'uomo, scambio di informazioni tra modelli virtuali e fabbrica reale, ecc.).
- Progettazione di nuovi approcci e strumenti a supporto della flessibilità di sistema, macchine ed attrezzature, dal punto di vista fisico e logico.
- Generazione di strumenti innovativi e business model a supporto dell'ottimizzazione economica e logistica per la produzione di prodotti "one of a kind".
- Sviluppo di approcci innovativi di progettazione, gestione e cooperazione dinamica per filiere produttive e singole aziende a supporto della produzione di prodotti personalizzati, fronteggiando frequenti cambiamenti della domanda così come dei sistemi di produzione.
- Definizione di nuovi strumenti e servizi a supporto dell'utilizzatore basati su tecniche innovative di monitoraggio e mantenimento lungo il ciclo di vita del prodotto.

2.1.2. Fabbrica Evolutiva e Riconfigurabile

La necessità di far fronte a richieste dei consumatori sempre più complesse e variabili nel tempo unita all'evoluzione tecnologica di prodotti e processi, ha causato una drastica riduzione del ciclo di vita dei prodotti, soprattutto nei settori high-tech supportati dai recenti progressi nel campo dei materiali innovativi, ICT e mecatronica. Ciò pone molteplici sfide alle imprese manifatturiere che devono evolvere al fine di adeguare rapidamente le proprie tecnologie allo stato dell'arte e

seguire i mutamenti del mercato attraverso l'offerta di prodotti sempre innovativi. La necessità di operare in contesti produttivi dinamici dove la domanda e le tecnologie evolvono rapidamente, richiede la capacità della fabbrica di poter reagire al cambiamento congiuntamente con i prodotti ed i processi, denominata co-evoluzione, modificandosi in modo efficace ed economicamente competitivo. Esse devono quindi acquisire una flessibilità operativa ed un'elevata capacità di riconfigurazione dei propri sistemi di prodotto-processo-infrastruttura manifatturiera. La capacità dei sistemi produttivi di evolvere e di riconfigurarsi si dovrà manifestare sui vari livelli della fabbrica, dalla singola risorsa produttiva alla rete logistica globale. La loro evoluzione riguarderà modifiche e riconfigurazione delle risorse produttive operanti nel sistema e del layout, modifiche delle logiche di gestione operativa della produzione nonché modifiche delle politiche di pianificazione e gestione della produzione.

In questo senso le caratteristiche di riconfigurabilità del sistema fabbrica risultano di cruciale importanza. La fusione del mondo dell'automazione e del mondo ICT svolge un ruolo fondamentale per risolvere la complessità della produzione manifatturiera ed abilitare la flessibilità sia a livello hardware che software.

La ricerca e l'innovazione devono puntare allo sviluppo e definizione di strumenti metodologici trasversali in grado di supportare la progettazione di sistemi evolutivi in cui siano incorporate logiche di riconfigurabilità dell'hardware e del software lungo diversi orizzonti temporali, dal livello di pianificazione di lungo periodo alla gestione degli eventi in tempo reale.

Tematiche di ricerca a supporto delle fabbriche del futuro evolutive ed adattative verteranno su:

- Progettazione di nuovi approcci e strumenti a supporto della flessibilità e riconfigurabilità di sistemi produttivi, sistemi di controllo, automazione, macchine ed attrezzature, sia dal punto di vista fisico che logico per far fronte ad esigenze produttive e di qualità.
- Sviluppo di metodologie e strumenti a supporto della progettazione congiunta di prodotti-processi-sistemi produttivi in ottica evolutiva.
- Ideazione di approcci di ottimizzazione volti alla riduzione dei tempi di set-up e ramp-up dei sistemi produttivi.

2.1.3. Fabbrica ad Elevate Prestazioni

La produzione di prodotti complessi caratterizzati da elevati standard di qualità e nel rispetto dei tempi di consegna ristretti imposti dal mercato rappresenta un elemento di competizione estremamente importante per l'Italia nel mondo. Questo comporta la definizione di apparati produttivi efficienti in senso esteso, dalla singola risorsa operatrice alla logistica integrata. La fabbrica ad elevate prestazioni si propone di fronteggiare la domanda produttiva minimizzando tutte le inefficienze associate alla produzione, derivanti dal sistema di movimentazione e dai magazzini interoperazionali, dai processi di trasformazione ed i loro parametri di processo, dall'Hardware e Software impiegato, dalle politiche di gestione e manutenzione delle risorse e dalle tecniche di ispezione e controllo della qualità implementate.

Attraverso il continuo aggiornamento delle informazioni collezionate dal campo, la loro elaborazione mediante uso di innovative tecniche di analisi basate sulla conoscenza del processo produttivo e della dinamica del sistema, l'identificazione delle cause di anomalie e guasti e dei disturbi al funzionamento del sistema, e la sintesi di azioni e interventi automatici di miglioramento sarà possibile operare il sistema fabbrica costantemente in condizioni di elevata efficienza e limitata difettosità. Inoltre, attraverso lo sviluppo di processi di trasformazione sempre più efficienti e caratterizzati da ritmo produttivo elevato sarà possibile ridurre i tempi ciclo delle operazioni di trasformazione eseguite nel sistema, con conseguente riduzione del *lead time* di produzione e miglioramento del livello di servizio della fabbrica.

Di conseguenza, le fabbriche ad elevate prestazioni saranno caratterizzate da soluzioni di macchine e di architetture di sistemi avanzati, da un complesso tessuto ICT per l'ispezione ed il monitoraggio continuo di processi e sistemi e da una serie di strumenti software di elaborazione delle informazioni finalizzati all'identificazione di politiche di miglioramento continuo, di manutenzione predittiva e di azzeramento dei difetti.

Le soluzioni di Fabbriche ad Elevate Prestazioni risulteranno dallo studio delle seguenti problematiche di ricerca:

- Sviluppo di nuovi processi di trasformazione e nuovi sistemi di movimentazione materiali ad elevate prestazioni.
- Ideazione ed implementazione di modelli e piattaforme per la raccolta di dati dal campo finalizzata al miglioramento dell'efficienza tecnica dei sistemi produttivi.
- Sviluppo di metodologie per supportare la progettazione del sistema di controllo qualità, delle politiche di manutenzione delle risorse e delle politiche di gestione e controllo dei flussi produttivi.
- Ideazione e progettazione di nuove soluzioni tecnologiche hardware e software per sistemi di misura di prodotto ed ispezione in linea, per consentire il monitoraggio di sistemi ad elevato ritmo produttivo e la manipolazione continua dei dati dal campo.

2.1.4. Fabbrica per la produzione sostenibile

La progettazione e gestione di fabbriche che siano in grado di realizzare una produzione sostenibile richiedono di approfondire i temi energetici insieme a quelli sociale ed economico e al tempo stesso di seguire l'evoluzione delle normative che regolamentano la sicurezza, la qualità dell'ambiente di lavoro e l'impatto ambientale sia dei prodotti che dei relativi processi produttivi. Queste esigenze riguardano contestualmente i prodotti, i processi e le fabbriche. I prodotti ed i processi devono essere concepiti e progettati in modo sostenibile, oltre che salubre, selezionando le materie prime e le tecnologie che ne garantiscano una composizione chimica a minimo impatto ambientale sia in fase di produzione che lungo l'intero ciclo di vita, fino alla sua dismissione e riciclaggio/recupero.

Per garantire la produzione sostenibile, la Fabbrica del Futuro dovrà essere in grado di:

- Garantire la massima efficienza energetica.
- Ottimizzare la progettazione dei prodotti e dei relativi processi produttivi.
- Incorporare nuove logiche di de-produzione.
- Operare in una filiera produttiva concepita per ottimizzare la logistica sostenibile, ovvero adottando forme di trasporto con basso impatto ambientale.

Dal punto di vista dell'efficienza energetica, la Fabbrica del Futuro sarà supportata da strategie di riduzione del consumo energetico sia da parte del sistema produttivo che dell'edificio, rispettando requisiti di produttività ed economicità. Ciò implicherà anche lo studio e l'ottimizzazione dell'impatto energetico delle tecnologie utilizzate e, parallelamente, l'integrazione nella fabbrica di sistemi di co-generazione di energia basati su fonti rinnovabili e sistemi per il recupero dell'energia e dei materiali di scarto.

Le fabbriche per la produzione sostenibile impiegheranno tecnologie il cui impatto ambientale sia minimizzato in termini di emissioni e di scarti della produzione. Congiuntamente alle tecnologie, anche i prodotti dovranno essere concepiti e progettati nell'ottica della sostenibilità, andando a selezionare le materie prime ed i semi-lavorati sulla base di criteri legati alla loro salubrità e alle proprietà chimico-fisiche.

Unitamente alle fabbriche per la produzione, una nuova generazione di fabbriche sostenibili dovranno essere concepite e sviluppate sia a supporto della riparazione/upgrade dei componenti

lungo il loro ciclo di vita che per la loro fase di riciclaggio. Le fabbriche per la de-produzione saranno in grado di disassemblare, riparare e riciclare componenti ed assemblati in modo efficiente dal punto di vista ambientale, separando anche le parti che devono essere dismesse secondo procedure particolari.

Sia le fabbriche per la produzione che per la de-produzione dovranno operare in una network produttiva sostenibile nel suo complesso in cui ciascun partner condivide le logiche di trasporto e produzione sostenibile.

Le linee di ricerca da esplorare riguarderanno:

- La definizione di nuovi materiali e tecnologie produttive innovative che sfruttino risorse energetiche verdi e rinnovabili, e che permettano di riutilizzare in modo efficiente dal punto di vista ambientale ed economico le dissipazioni di materiale e le emissioni dei processi.
- Lo sviluppo di strumenti ICT per il controllo integrato e la gestione ottimale della fabbrica sia nella sua componente produttiva che degli edifici, considerando aspetti energetici, ambientali e manutentivi.
- Lo sviluppo di metodi e strumenti a supporto della progettazione e gestione di soluzioni di processi, macchine, sistemi e fabbriche in cui siano incorporate logiche di sostenibilità e l'uso efficiente delle risorse con costi ottimizzati.
- La definizione di nuovi modelli di business per l'utilizzo più efficiente delle risorse produttive attraverso la massimizzazione della loro saturazione, il prolungamento del loro ciclo di vita, l'offerta di servizi mirati ad un loro utilizzo più efficace, strategie di produzione/de-produzione integrate, ecc.
- Lo sviluppo di metodi e strumenti a supporto della progettazione e gestione delle fabbriche per la de-produzione.

2.1.5. Fabbrica per le Persone

La fabbrica del futuro deve esplorare nuove forme di interazione fra processi produttivi, macchine ed esseri umani che garantiscano un ambiente di lavoro confortevole e stimolante per operatori ed impiegati.

Le potenzialità delle tecnologie attuali e future possono essere sfruttate appieno solo se viene curata a fondo l'istruzione delle persone che devono gestire e lavorare nella fabbrica. Inoltre, temi come la sicurezza e l'ergonomia non dovranno più essere affrontati solo in modo reattivo in seguito all'entrata in vigore di nuove regolamentazioni, bensì dovranno essere considerati come leve fondamentali per il miglioramento della produttività e della profittabilità della fabbrica.

La fabbrica per le persone dovrà essere progettata e realizzata alla luce dei trend sociali e demografici in atto. L'aumento della vita media e l'innalzamento dell'età pensionabile dovrà riflettersi nella progettazione di macchine, tecnologie e postazioni di lavoro che siano adatte non solo a persone giovani, ma anche a chi ha a disposizione un rilevante bagaglio di esperienza. La storia del manifatturiero dimostra come la cultura, il know-how e le capacità delle persone giochino un ruolo determinante per il successo. Pertanto, decisioni riguardanti la progettazione e la localizzazione delle fabbriche non dovranno essere prese seguendo solo logiche economiche miranti alla minimizzazione dei costi di produzione nel breve-periodo, ma si dovrà piuttosto valutare appieno l'impatto socio-economico che fenomeni come la delocalizzazione della produzione comportano.

Le nuove fabbriche dovranno offrire un ambiente per le persone che consenta di fronteggiare contesti produttivi difficili caratterizzati da prodotti con brevi cicli di vita e alta variabilità, che richiedono quindi un veloce adattamento della capacità produttiva e lo sviluppo di nuova conoscenza. Da un lato, gli operatori dovranno essere in possesso di una formazione multidisciplinare che è richiesta per poter gestire in maniera flessibile la programmazione ed il

funzionamento di impianti di produzione complessi. Dall'altro lato, l'elevato ritmo di obsolescenza richiede di curare sempre più la facilità d'uso delle risorse produttive, (ri)mettendo quindi in posizione centrale il ruolo delle persone nell'ambiente di fabbrica.

Lo sviluppo della fabbrica per le persone vedrà l'approfondimento di vari temi di ricerca che spaziano dagli ambiti sociologici a quelli organizzativi da quelli psicologici a quelli più prettamente tecnologici:

Le tematiche di ricerca saranno principalmente legate ai seguenti ambiti:

- Studio di aspetti socio-economici per valutare l'impatto della conoscenza e della tecnologia, approfondendo i fattori che ne influenzano lo sfruttamento (es. aspetti etici, standardizzazione, "gap di genere", ecc.).
- Studio di tecnologie che consentano di migliorare le condizioni di lavoro dei lavoratori tramite studi ergonomici finalizzati alla riduzione delle emissioni di rumore/scorie e alla riduzione dei rischi legati a processi pericolosi grazie a maggiore automazione e uso di tecnologie di tele-controllo, realtà virtuale ed aumentata, tele-lavoro, ecc.
- Studio della cooperazione interattiva fra macchine ed esseri umani all'interno di ambienti di fabbrica avanzati per sfruttare appieno le abilità e l'intuito umano anche all'interno di mutevoli condizioni di lavoro, ridurre al minimo l'apporto umano alle attività a basso valore aggiunto e sfruttare la capacità delle macchine di gestire eventuali errori degli operatori che vengono velocemente identificati ed isolati grazie a dispositivi e sensori intelligenti.
- Sviluppo di interfacce di comunicazione uomo-macchina adattative e reattive (ad es. sfruttando il riconoscimento della voce, la comprensione della gestualità e del linguaggio, la capacità delle macchine di muoversi in modo autonomo) che consentano un'efficace collaborazione e offrano postazioni di lavoro soddisfacenti per gli impiegati/operatori.
- Studio di modelli di business che supportino la scelta della localizzazione delle fabbriche tenendo in considerazione tutti gli aspetti socio-economico-culturali collegati.

2.2. Le Tecnologie Abilitanti

Con il termine “tecnologie abilitanti” si definiscono le tecnologie ad elevato contenuto di conoscenza e capitale che sono associate ad intense attività di ricerca e sviluppo. Esse sono caratterizzate da cicli di innovazione rapidi e fortemente integrati nonché da forte coinvolgimento di capitale umano ad elevata competenza. Sono denominate “abilitanti” poiché la loro influenza è penetrante e consente innovazione a livello diffuso, coinvolgendo prodotti, processi, sistemi e servizi. Tali tecnologie sono di importanza strategica a livello sistemico, multidisciplinare e trans-settoriale. Esse inglobano competenze derivanti da diverse aree scientifico-tecnologiche con tendenza alla convergenza e la capacità di indurre cambiamenti strutturali e forti rotture rispetto alle soluzioni “stato dell’arte”.

Le “tecnologie abilitanti” sono di cruciale importanza nell’ambito degli obiettivi portanti del Progetto Bandiera definiti nel capitolo precedente: esse costituiscono le pre-condizioni e le basi sulle quali il nuovo concetto di Made in Italy proposto e i macro-obiettivi relativi alla “fabbrica del futuro” identificati possono essere fondati. Per questo motivo, nell’ambito del Progetto Bandiera le tecnologie abilitanti avranno un ruolo centrale, come verrà illustrato in seguito nel Capitolo 3 relativo all’analisi dei diversi Sottoprogetti.

L’impatto delle tecnologie abilitanti sarà visibile anche a livello più esteso e di sistema paese. Infatti, in quanto tecnologie di punta, esse costituiscono il fondamento dell’innovazione in molti settori industriali e giocano un ruolo fondamentale nel rendere disponibili alla popolazione estesa nuovi prodotti e servizi. In questo senso, si prevede che le “tecnologie abilitanti” siano in grado di fornire un significativo contributo all’economia Italiana, offrendo una vasta varietà di utilizzi in un elevato numero di applicazioni e settori, e contribuendo all’efficienza energetica attraverso nuovi materiali, processi, tecnologie e applicazioni.

Le “tecnologie abilitanti” individuate per supportare i cinque macro-obiettivi del Progetto Bandiera “La fabbrica del futuro” sono di seguito elencate:

- Information Communication Technology (ICT) e tecnologie “Digital Factory” per la fabbrica intelligente.
- Tecnologie di produzione.
- Tecnologie di de-produzione e recupero materiali.
- Tecnologie di controllo di risorse e sistemi.
- Tecnologie di riconfigurazione della fabbrica.
- Tecnologie di gestione e manutenzione delle risorse.
- Tecnologie per il monitoraggio ed il controllo della qualità.
- Tecnologie di interazione uomo-macchina.

Queste tecnologie sono descritte di seguito, con particolare riferimento alle soluzioni più innovative che dovranno essere investigate per supportare la “fabbrica del futuro”.

2.2.1. Information Communication Technology (ICT) e tecnologie “Digital Factory” per la fabbrica intelligente

L’uso di Information and Communication Technologies (ICT) in ambito manifatturiero può contribuire fortemente ad aumentare l’efficienza, adattabilità e sostenibilità dei sistemi di produzione e la loro integrazione con modelli di business e processi agili. A causa della complessità del contesto produttivo, solitamente tali metodi e strumenti sono ideati per assistere attività specifiche e limitate e, di conseguenza, poco efficienti nell’ottica integrata di fabbrica. Tuttavia, la decisione di affrontare problemi ingegneristici in modo organico e strutturato in cui si contemplino problemi di natura diversa, come la modellazione del prodotto, del processo produttivo e della progettazione di sistema manifatturiero, richiede spesso la definizione di una rete di

collaborazione multi-disciplinare. In questi casi, la sfida principale consiste nell'integrazione e armonizzazione della conoscenza dell'azienda tramite l'uso di vari metodi e strumenti software che devono superare l'eterogeneità delle informazioni relative a prodotti, processi e risorse produttive che devono essere gestite nel corso del tempo. Inoltre, è evidente la necessità di architetture ICT che siano integrate e aperte per garantire il corretto uso degli strumenti software e gestire il flusso di informazioni attraverso la fabbrica. L'interoperabilità tra strumenti software è cruciale per la condivisione e il trasferimento di dati con l'obiettivo di identificare strategie di gestione del sistema produttivo che non rappresentino delle soluzioni locali, bensì vengano prese considerando il comportamento del sistema nel suo complesso (es. il consumo energetico, il ritmo produttivo, l'affidabilità delle macchine, ecc.).

La complessità dei problemi da affrontare richiede l'ausilio di strumenti di supporto per tutte le fasi del ciclo di vita della fabbrica. Ad esempio, sono rilevanti soluzioni integrate e interoperabili per supportare il flusso di dati eterogenei nella fabbrica del futuro, che includano a livello di prodotto i software di Product Lifecycle Management (PLM) e le piattaforme per il Life-Cycle Assessment (LCA), a livello di processo, sensoristica wireless e soluzioni per il monitoraggio remoto delle risorse, soluzioni CAE (Computer Aided Engineering), CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacturing), CAPP (Computer Aided Process Planning) e modelli avanzati per la simulazione di processi e macchine utensili, a livello di sistema produttivo i software di valutazione delle prestazioni dei sistemi di produzione, software di simulazione di fabbrica multi-livello e riconfigurabili, software per la progettazione collaborativa di fabbrica basati su realtà virtuale (VR) e realtà aumentata (AR) e ontologie per la modellazione concettuale della fabbrica e dei suoi elementi.

2.2.2. Tecnologie di produzione

Lo sviluppo di nuove tecnologie di trasformazione è punto cardine nell'ottica della fabbrica per la produzione sostenibile, della fabbrica riconfigurabile e della fabbrica ad elevate prestazioni. La fabbrica del futuro dovrà inglobare tecnologie di trasformazione che consentano l'uso efficiente delle risorse e si basino su processi "puliti". Pertanto è necessaria la ricerca di nuovi processi caratterizzati da bassi consumi energetici, che sfruttino risorse rinnovabili, oltre a studiare come aumentare l'efficienza e ridurre di emissioni da parte dei processi produttivi. Inoltre, la fabbrica del futuro dovrà integrare in modo efficiente dal punto di vista delle prestazioni produttive nuove risorse di trasformazione dotate di tempi ciclo sempre più ridotti e da elevata precisione, sia per prodotti in scala macro che micro. Infine, dovranno essere sviluppate nuove tecnologie modulari e flessibili per consentire la produzione di prodotti variabili anche in piccoli lotti.

Alla luce di queste considerazioni, alcuni esempi di tecnologie di produzione abilitanti riguardano le tecnologie di trasformazione high-speed machining, le tecnologie di movimentazione modulari, riconfigurabili e performanti, le attrezzature e sistemi di fissaggio adattativi, gli utensili ad elevate prestazioni, le tecnologie di trasformazione non-convenzionali (laser, plasma, water jet, ultrasonic machining - USM, ecc.), le micro-lavorazioni, micro-assemblaggio e micro-factories, le celle di assemblaggio robotizzate ed i sistemi di produzione a flessibilità focalizzata.

2.2.3. Tecnologie di de-produzione e recupero materiali

Il tema della fabbrica per la produzione sostenibile coinvolge sia la fase di produzione del manufatto sia la fase di gestione del ciclo di vita e riuso dei materiali e dei componenti della fase di produzione, in un'ottica di gestione ad anello chiuso. In quest'ambito, il contributo delle tecnologie di re-manufacturing automatizzate e delle tecnologie di disassemblaggio robotizzato possono svolgere un ruolo chiave nel miglioramento della sostenibilità della produzione industriale. In maniera analoga, le tecnologie avanzate di separazione e frantumazione dei materiali per il recupero di materie prime secondarie rare e di notevole valore commerciale sono

tema strategico per la produzione sostenibile. Infine, nuove tecniche e procedure per facilitare il riuso dei materiali secondari recuperati rappresentano importanti opportunità per rendere il trattamento dei prodotti a fine ciclo di vita più sostenibile.

2.2.4. Tecnologie di controllo di risorse e sistemi.

Di fronte al nuovo contesto industriale, l'automazione svolge un ruolo fondamentale per risolvere la complessità della produzione manifatturiera. Le recenti innovazioni nel campo degli IPMCS (Industrial Process, Measurement and Control Systems), come l'introduzione delle avanzate tecniche di comunicazione dei bus di campo e dei dispositivi intelligenti, che incorporano microprocessori e hardware programmabile, hanno permesso la definizione di sistemi di controllo distribuiti su una rete di dispositivi eterogenei. Di conseguenza, la definizione di strumenti metodologici generali e applicativi in grado di supportare la progettazione di ambienti di controllo in tempo reale per sistemi distribuiti risulta di primaria importanza. Le tecnologie di controllo distribuito si basano sui controlli decentralizzati per sistemi computazionali distribuiti e fortemente interconnessi. In particolare, dal punto di vista metodologico, la principale innovazione riguarda la progettazione e gestione in real-time di sistemi di controllo dinamici distribuiti. Le tradizionali tecniche di modellazione, basate sullo standard IEC 61131 e sui PLC, risultano inadeguate ai sistemi distribuiti e non permettono di soddisfare i requisiti di riusabilità, flessibilità e riconfigurabilità nello sviluppo di applicazioni di controllo. Pertanto, la ricerca sui controlli distribuiti e riconfigurabili si affiderà a standard del tipo IEC 61499, specificatamente dedicati a sistemi distribuiti riconfigurabili per il controllo e la misura industriali a supporto del progetto del SW di automazione.

2.2.5. Tecnologie di riconfigurazione della fabbrica

La necessità di definire nuove architetture di sistemi e di macchine utensili, che siano riconfigurabili dal punto di vista dell'hardware e del sistema di automazione, in modo da poter far fronte a modifiche delle specifiche produttive nel tempo, risulta essere un tema molto interessante per la fabbrica del futuro e, allo stesso tempo, complesso. Questo ambito di ricerca apre le porte allo sviluppo di metodologie e strumenti per la riconfigurazione di macchine e sistemi di produzione introducendo anche nuove strategie di riduzione dell'impatto energetico e ottimizzazione delle dinamiche di automazione per nuove soluzioni meccatroniche. Inoltre, il tema delle tecnologie di supporto alla riconfigurazione di fabbrica è fortemente connesso al tema dell'incertezza: la riconfigurabilità di un sistema infatti non ha alcun valore in contesti deterministici, in cui le specifiche del sistema rimangono costanti e note. In questo contesto è quindi rilevante sviluppare metodologie di supporto alla riconfigurazione che modellano e inglobano informazioni incerte sul contesto produttivo in cui le soluzioni di sistema dovranno operare.

2.2.6. Tecnologie di gestione/manutenzione delle risorse

Le prestazioni delle fabbriche del futuro dipenderanno fortemente dall'efficacia con cui i metodi per la programmazione della produzione, la schedulazione e la pianificazione della manutenzione sono in grado di fronteggiare i cambiamenti del mercato (es. domanda) e dell'ambiente produttivo (es. configurazione del sistema produttivo, disponibilità delle risorse, ecc.). La maggior parte degli strumenti attualmente disponibili non tengono in considerazione l'evoluzione la dinamicità del contesto in cui si opera, manifestando così la necessità di sviluppare nuove tecniche a supporto della fabbrica del futuro che siano in grado di fronteggiare l'incertezza e gestire il cambiamento dei piani di produzione e di manutenzione. Ad esempio, tecniche promettenti in quest'area di ricerca riguardano le tecniche di programmazione della produzione reattiva e robusta, le tecniche di manutenzione preventiva e predittiva, le tecniche integrate di pianificazione della produzione e

della manutenzione, gli algoritmi di self-learning e self-organization per la auto-riparazione dei sistemi e le tecniche Condition Based Maintenance (CBM).

2.2.7. Tecnologie per il monitoraggio e controllo della qualità

La personalizzazione dei prodotti e la riduzione della dimensione dei lotti di produzione nella fabbrica del futuro porta a inevitabili aumenti di costi legati a set-up, modifiche di processo e adattamento delle risorse produttive. Perciò, ci sarà bisogno di soluzioni innovative che aumentino l'efficienza della produzione, agendo in particolare su sistemi di monitoraggio/controllo della qualità e miglioramento proattivo dei processi, sistemi di misura intelligenti per garantire la produzione con zero-difetti, sviluppo di una nuova generazione di sistemi basati sulla conoscenza che siano in grado di auto-apprendere, sviluppo e progettazione di soluzioni hardware e software per consentire la rilavorazione e riparazione in linea di prodotti difettosi in ottica "zero defect" manufacturing.

Il tema dell'acquisizione e manipolazione dei dati dal campo, rappresenta un'area di ricerca molto complessa. Da un lato, la complessità riguarda l'ambito della progettazione di sensori accurati e a basso costo, che ne faciliti un'adozione diffusa nel contesto produttivo manifatturiero. Dall'altro, la ricerca deve occuparsi della generazione di algoritmi per l'interpretazione dei segnali. Una tematica innovativa riguarda l'integrazione della ricerca nella metrologia con quella dello studio dei sensori complessi; tali aspetti si basano ad oggi su strumenti basati su tecniche di intelligenza artificiale che richiedono lunghi periodi di training e sono estremamente dedicati alle applicazioni specifiche. Nuovi algoritmi e modelli per la manipolazione multi-risoluzione e multi-scala dei dati permetterebbero di gestire efficientemente architetture ridondanti di sensori e migliorare l'efficacia di strumenti di controllo qualità basati su dati di prodotto congiuntamente al controllo e monitoraggio del processo.

Infine, l'operatività della fabbrica dovrà essere assistita anche da metodologie integrate di analisi delle prestazioni del sistema. Il monitoraggio e le informazioni provenienti da sensori, elaborate da tali modelli avanzati, consentiranno di prevedere il comportamento dei processi ed effettuare eventuali modifiche adattative per garantire il raggiungimento delle prestazioni target.

2.2.8. Tecnologie di interazione uomo-macchina

Il concetto di fabbrica innovativa e sostenibile deve ambire alla crescita sociale ed economica, puntando a una proficua interazione fra esseri umani, macchine e processi così come allo sviluppo di nuovi modelli produttivi che permettano di capitalizzare in modo innovativo il know-how di prodotto e processo. Le nuove generazioni di unità operatrici dovranno essere in grado di operare autonomamente e in modo affidabile e flessibile. Al concetto di supervisione da parte dell'operatore dovrà inoltre sostituirsi un concetto di cooperazione tra operatore e macchina operatrice autonoma. A lungo termine, le unità operatrici dovranno pertanto evolvere verso profili di applicazione sempre più basati sulla conoscenza e per certi aspetti "umani". Un aspetto di crescente interesse è il coordinamento di unità operatrici in ambienti dinamici che richiedono il tuning continuo e relativamente dettagliato di una varietà (a volte non predicibile) di parametri operativi.

In questo senso, nell'automazione di fabbrica si dovrà lavorare allo sviluppo di interfacce uomo/macchina più efficienti e reattive al fine di incrementare le interazioni fra robot ed esseri umani in ambienti produttivi avanzati, supportate da soluzioni di automazione intelligente che garantisca livelli occupazionali, ergonomia e incremento delle abilità dell'uomo. Inoltre, i robot industriali innovativi dovranno essere in grado di eseguire correttamente il proprio compito all'interno di ampi intervalli di incertezza operativa e con significativi gap di conoscenza.

Interfacce grafiche avanzate saranno necessarie per consentire l'uso di strumenti a complessità crescente. Un tema particolarmente critico riguarda all'interazione tra fabbrica reale e fabbrica

virtuale è la presenza di operatori umani il cui comportamento non può essere compiutamente rappresentato con modelli digitali. L'attività scientifica di ricerca su questo tema è motivata dalla consapevolezza del ruolo centrale che l'uomo deve occupare nei contesti produttivi in cui la capacità decisionale multi-criterio e l'esperienza nel gestire problemi complessi non possono essere sostituite da algoritmi e software di simulazione.

Le "tecnologie abilitanti" descritte inglobano nuove soluzioni hardware e nuove soluzioni software e metodologiche per supportare il paradigma della "Fabbrica del Futuro". Inoltre, il loro impatto è esteso a tutti i cinque macro-obiettivi identificati nella Sezione 2.1. Pertanto queste "tecnologie abilitanti" costituiscono la base di conoscenza tecnologica da sviluppare all'interno del Progetto Bandiera per fornire risposte concrete e innovative alle cinque grandi sfide identificate. Nel capitolo successivo gli obiettivi ed i temi di ricerca emersi saranno declinati e inquadrati all'interno di una serie di azioni proposte dal Progetto Bandiera.

3. BIBLIOGRAFIA

- [Advisors 2011] "Report to the President on ensuring American leadership In Advanced Manufacturing", Executive Office of the President's Council of Advisors on Science and Technology, June 2011
- [Barroso 2008] "A European Economic Recovery Plan", Barroso, Press Conference, SPEECH/08/654, Brussels, 26 November 2008
- [CNR 2006] Consiglio Nazionale delle Ricerche, 2006, www.mindinitaly.cnr.it
- [Commissione Europea, 2009] "EU Industrial structure 2009: Performance and Competitiveness", European Commission Enterprise and Industry, 2009
- [Confindustria, 2010] "Nuovi produttori, mercati e filiere globali. Le imprese italiane cambiano assetto", Centro Studi Confindustria, 2010
- [EFFRA 2010] Factories of the Future PPP, Strategic Multi-Annual Roadmap Prepared by the Ad-hoc Industrial Advisory Group, 2010
- [European Commission 2008] "FAQs on the European Economic Recovery Plan", MEMO/08/735, 2008
- [European Commission 2010 (a)] "Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: An Integrated Industrial Policy for the Globalisation Era Putting Competitiveness and Sustainability at Centre Stage", October 2010.
- [European Commission 2010 (b)] "Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: EUROPE 2020 A strategy for smart, sustainable and inclusive growth", 2010
- [European Commission 2010 (c)] "Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Europe 2020 Flagship Initiative Innovation Union, 2010
- [European Commission 2010 (d)], "Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Digital Agenda For Europe", May 2010
- [Eurostat 2009] "European Business Facts and Figures", Eurostat Statistical books, 2009
- [Fondazione Edison 2009] "Italia: Geografie del nuovo Made in Italy", Fondazione Edison-Symbola, 2009
- [Manufuture 2006] "Strategic Research Agenda assuring the future of manufacturing in Europe", 2006, <http://cordis.europa.eu/technology-platforms/pdf/manufuture.pdf>
- [Obama 2010] www.barackobama.com
- [Parlamento Europeo, 2010] "Documento di Lavoro su una politica industriale per l'era della globalizzazione", Commissione per l'industria, la ricerca e l'energia, Parlamento Europeo, 2010
- [PNR, 2010] "PNR, Programma Nazionale della Ricerca 2010-2012", 2010, www.miur.it/UserFiles/3239.pdf