

REPORT

ROADMAP TECNOLOGICHE PRIORITARIE PER LA REGIONE TOSCANA IN AMBITO NUOVI MATERIALI

Indice

Premessa	3
Metodologia adottata e processo di partecipazione	3
Soggetti coinvolti nel percorso di partecipazione	6
1. Posizionamento internazionale	7
2. SWOT analysis di comparto.....	10
3. Elenco delle Roadmap aggiornate proposte in ambito “Nuovi Materiali”.....	12
4. Scostamenti con le roadmap approvate inizialmente	14
5. Descrizione di ciascuna roadmap	16
5.1. Roadmap n. 1 - Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni	16
5.2. Roadmap n. 2 - Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti	29
5.3. Roadmap n. 3 - Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi	43
5.4. Roadmap n. 4 - Tecnologie e materiali per la remediation ambientale.....	53
5.5. Roadmap n. 5 - Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un’ottica di economia circolare.....	62
5.6. Roadmap n. 6 - Materiali per la Stampa 3D.....	74
5.7. Roadmap n. 7 - Reti di competenza per Trasferimento e Servizio Tecnologico e Open Innovation	81
Allegato I – Rappresentazione Grafica delle Roadmap	87
Allegato II – Lista dei progetti nazionali, regionali ed europei di rilevanza per le Roadmap	102
Allegato III – Elenco dei soggetti coinvolti nel percorso di partecipazione	139

Premessa

Nel quadro generale della Strategia Europa 2020 la *Smart Specialisation* rappresenta, secondo la Commissione Europea, il pilastro attorno al quale Stati Membri e Regioni sono chiamati a costruire la propria strategia di impiego dei Fondi di Sviluppo (ERDF - European Regional Development Fund) individuando i domini tecnologici prioritari in materia di ricerca ed innovazione. A partire dal periodo di programmazione 2014-2020, la definizione di una Smart Specialisation Strategy Regionale (RIS3) rappresenta pertanto condizione fondamentale per il conseguimento dei fondi EU su cui si basano i Programmi Operativi Regionali (POR) e ne determina l'utilizzo.

Nel 2013 la Regione Toscana avviò un'ampia campagna di partecipazione per la definizione della sua prima RIS3 alla quale furono invitati enti e rappresentanze del mondo della ricerca e dell'imprenditoria. In questo contesto, i Poli di Innovazione contribuirono presentando le proprie proposte tecnologiche e linee prioritarie di sviluppo (roadmap) nei diversi settori di applicazione dell'economia regionale: fra essi il Polo di Innovazione per le Nanotecnologie NANOXM, che contribuì presentando 6 roadmap di sviluppo - con potenzialità di applicazione in contesti differenti quali manifatturiero, edile, biomedicale, farmaceutico, ambientale, etc. - e sostenendo l'inserimento della "Chimica e nanotecnologie" quale asse tecnologico prioritario (e trasversale) su cui basare la strategia regionale in materia di ricerca ed innovazione.

In conformità con le disposizioni della Comunità Europea, che per il 2018 richiede una revisione dei documenti strategici presentati all'inizio del periodo di programmazione (Mid-Term Review), e della Regione Toscana, che intende aggiornare la propria RIS3 anche in relazione all'apertura del dibattito sui Fondi Strutturali per il periodo post 2020, il Distretto Tecnologico per i Nuovi Materiali - che dal 2016 ha sostituito il Polo di innovazione per le Nanotecnologie ampliandone gli ambiti di azione - è stato invitato ad avviare un processo di revisione "partecipata" delle roadmap prioritarie presentate nel 2013.

Il presente documento costituisce il risultato finale del nuovo percorso partecipativo attuato fra giugno e novembre 2017, e restituisce alla Regione Toscana **7 roadmap tecnologiche** aggiornate alle mutate esigenze del contesto regionale.

Metodologia adottata e processo di partecipazione

Raccogliendo l'invito lanciato dalla Regione Toscana ed in conformità alle disposizioni ricevute dall'Osservatorio S3, il Distretto Tecnologico per i Nuovi Materiali si è attivato mettendo in atto un processo di coinvolgimento di imprenditori/ricercatori ad esso afferenti allo scopo di:

- verificare l'effettiva rispondenza alle attuali esigenze delle roadmap approvate nel 2013 di propria pertinenza
- procedere alla loro eventuale modifica od aggiornamento in conformità con le richieste e le metodologie dettagliate nella lettera di incarico.

Il processo di revisione delle roadmap si è sviluppato in 3 fasi.

FASE 0 – PREPARAZIONE

La fase di preparazione si è svolta nel periodo aprile-maggio 2017 con l'obiettivo di impostare il percorso di lavoro ed è stata caratterizzata da due incontri tecnici (27 aprile, 18 maggio) con i referenti dell'Osservatorio RIS3 ai quali hanno partecipato anche rappresentanti del Comitato di Indirizzo del DT Materiali. In questa fase:

- a. E' stato presentato, a cura dell'Osservatorio S3, il processo di Mid-Term review nel suo complesso (obiettivi, fasi, output) e chiariti gli ambiti di partecipazione dei Distretti nella fase del processo di scoperta imprenditoriale (EDP) ovvero nell'analisi del contesto imprenditoriale locale per evidenziarne le potenzialità di sviluppo.
- b. E' stata presentata la metodologia di verifica/aggiornamento delle roadmap unitamente agli strumenti da adottare in occasione di incontri, focus group, workshop con stakeholder.
- c. Sono stati effettuati incontri tecnici preliminari fra il Soggetto Gestore ed i principali stakeholder del DT Materiali (membri del Comitato Tecnico e consulenti esterni) allo scopo di impostare un programma di lavoro compatibile con i tempi ed i risultati richiesti.

FASE 1 - ORGANIZZAZIONE DI INCONTRI, FOCUS GROUP E WORKSHOP CON STAKEHOLDER

La prima fase del percorso di partecipazione si è svolta fra giugno e settembre 2017 con l'obiettivo di far comprendere ad imprenditori e ricercatori afferenti al DT Materiali la rilevanza strategica della RIS3 e favorire un primo livello di confronto ed emersione degli elementi di competitività territoriale sulle materie di competenza del Distretto. In questa fase:

- a. E' stato organizzato n°1 incontro pubblico (**Empoli, 15 giugno**) fra i principali stakeholder del DT Materiali e la Regione Toscana (referenti Osservatorio S3) con l'obiettivo di condividere il percorso di revisione ed aggiornamento della RIS3 per il settore materiali ed aprire un primo confronto sulle roadmap approvate nel 2013.
- b. Sono stati organizzati n°2 incontri pubblici (**Firenze 19 giugno e Pisa 28 giugno**) finalizzati a presentare la RIS3, le roadmap 2013, il percorso per il loro aggiornamento e le modalità di partecipazione da parte di imprenditori e ricercatori, ed avviato un primo livello di confronto e proposizione di tecnologie ed ambiti di applicazione. In ambedue le occasioni il confronto con i partecipanti è stato stimolato anche dalla contemporanea presentazione dei nuovi bandi di ricerca e sviluppo 2017 che hanno fornito una occasione supplementare alla emersione degli interessi e delle strategie di investimento ed innovazione per i prossimi 3 anni da parte delle imprese nel settore dei materiali.
- c. Si sono svolti numerosi incontri (B2B/R2B con referenti diversi del DT o con gruppi di imprese) che, pur organizzati in molti casi nell'intento di costruire progetti di ricerca in risposta ai Bandi RS 2017, hanno fornito utili indicazioni anche in chiave RIS3.
- d. Sono stati organizzati n°2 focus di approfondimento con i membri del Comitato di Indirizzo (**13 settembre**) e con il Comitato Tecnico del DT Materiali (**2 ottobre**) a seguito dei quali, attraverso gli strumenti e conformemente alle metodologie richieste dall'incarico ricevuto

dalla Regione (cfr. paragrafo 7, punto 1 “Caratteristiche e Modalità di realizzazione della prestazione” della lettera di invito), è stato possibile:

- i. Esaminare le risultanze dei precedenti incontri
- ii. Ridefinire tipologia e priorità delle roadmap tecnologiche rispetto a quelle approvate in precedenza
- iii. Identificare n°7 roadmap - complete di tecnologie, ambiti di applicazione e target di sviluppo - da sottoporre al giudizio di imprenditori/ricercatori aderenti o meno al DT Materiali
- iv. Concordare una metodologia unica di presentazione delle roadmap preliminari e raccolta di contributi
- v. Predisporre gli strumenti della seconda fase del percorso di partecipazione ed in particolare:
 - una **scheda introduttiva**, contenente le tracce delle 7 roadmap tecnologiche preliminarmente elaborate dal DT Materiali;
 - una **scheda per la raccolta di contributi**, nella quale ciascuno (in pochissimi passaggi) potesse evidenziare tecnologie e contesti applicativi per i quali chiedere particolare attenzione (definendone tempi, modi, target di sviluppo) per il prossimo impiego dei fondi EU, in coerenza con le 7 roadmap proposte o proponendone una nuova.

Le roadmap strategiche proposte dal DT Materiali hanno anche capitalizzato il lavoro svolto nelle attività di confronto e scambio a livello Europeo che ASEV, soggetto Gestore del DT Materiali, sta conducendo assieme alla Regione Toscana attraverso il coordinamento di due network europei INTERREG sul tema: NMP-REG (Delivering Nanotechnologies, advanced Materials and Production to REGIONAL manufacturing) e TANIA (TreAting contamination through NanoremediAtion).

FASE 2 – RACCOLTA CONTRIBUTI AD AMPIO RAGGIO, CONFRONTO FINALE E VALIDAZIONE

L’ultima fase del percorso di partecipazione si è svolta fra ottobre e novembre 2017 con l’obiettivo di raccogliere ad ampio raggio contributi o proposte di modifica ed integrazione alle roadmap proposte in via preliminare. Dopo una prima newsletter di alert, gli strumenti di partecipazione:

- a. sono stati inviati a tutti i soggetti aderenti al DT Materiali tramite apposita newsletter (oltre 750 contatti) e successivi remind;
- b. sono stati pubblicati sul sito www.distrettomateriali.it e promossi anche via twitter (@PORCREOToscana, #RIS3Toscana) e utenti ASEV;
- c. sono stati distribuiti a stakeholder non aderenti al DT Materiali tramite soggetto gestore e membri del CdI/CTS;
- d. in casi di particolare interesse, si è fatto ricorso al contatto telefonico o alla compilazione della scheda per conto terzi (ad esempio in caso di gruppi di imprese legate da un progetto comune), come previsto dalla scheda di raccolta e previa autorizzazione almeno verbale del soggetto rappresentato.

Il periodo formale di raccolta contributi si è protratto per l'intero mese di ottobre.

In parallelo:

- è stata inviata apposita richiesta di contributo anche ai soggetti gestori degli altri DT regionali. In questo caso, pur avvalendosi dei medesimi strumenti, è stato richiesto di completare la scheda fornendo riscontro di tecnologie e contesti di applicazione dei materiali coerenti allo scopo di integrare - ove pertinente - le roadmap "orizzontali" del DT Materiali con le loro a carattere "verticale", in quadro di coerenza complessiva della documentazione;
- sulla base delle risultanze della fase 1 e di attività di analisi desk, è stata predisposta una prima versione del documento finale di contributo (da integrarsi con i contributi), una analisi di foresight per ciascuna delle roadmap individuate e di posizionamento del comparto di riferimento nel panorama competitivo a livello internazionale.

Al termine del periodo fissato per l'invio dei contributi, si è proceduto alla loro integrazione in un documento finale ed alla convocazione di un ultimo incontro pubblico di presentazione delle roadmap, discussione finale e validazione da parte del Comitato di Indirizzo (**Empoli, 13 novembre**, sala conferenze ASEV).

Soggetti coinvolti nel percorso di partecipazione

La tabella riportata nell'Allegato III elenca gli enti (in ordine alfabetico) e le persone che hanno partecipato al percorso di definizione del presente documento intervenendo agli incontri organizzati DT Materiali e/o restituendo un contributo scritto al lavoro finale.

Nel complesso hanno contribuito ai contenuti del presente documento n°211 persone afferenti a n°121 soggetti fra imprese e centri di ricerca.

1. Posizionamento internazionale

Contesto del Comparto “Nuovi Materiali” nel panorama competitivo internazionale

Il Comparto “Nuovi Materiali” si inserisce in un contesto europeo e globale altamente competitivo, relativo ai settori dei **materiali avanzati, nanomateriali e nanotecnologie**¹, ed ai **cosidetti materiali “bio-based”**, cioè derivati dalle biomasse e in particolare i **biopolimeri**.²

Il mercato globale dei materiali avanzati si è attestato nel 2015 intorno a 43 miliardi di dollari e si stima che raggiunga i **102 miliardi di dollari nel 2024, con una crescita media annua del 10%**³. In tale mercato il Nord America e l’Europa sono stati i principali consumatori di materiali avanzati nel mercato globale e l’ulteriore crescita sarà attribuibile alle maggiori capacità produttive e all’aumento di complessità raggiungibile con le nuove tecnologie. Si stima che anche la regione Asia Pacifica nel periodo 2017-2024 aumenterà il proprio consumo di materiali per lo sviluppo delle aziende manifatturiere della Cina e dell’India.

Il mercato dei materiali avanzati può essere segmentato in **materiali ceramici, polimeri, compositi, metalli, leghe e vetri**. Tra questi i materiali ceramici ed i compositi dominano il mercato. La richiesta di materiali ceramici è cresciuta recentemente e continuerà a crescere soprattutto per l’applicazione in dispositivi medici (componenti e trattamenti superficiali). Si stima invece che il segmento dei compositi crescerà notevolmente nei prossimi anni soprattutto nei settori delle costruzioni, automotive e petrolifero.

Anche il **mercato globale dei nanomateriali** vede la leadership di Nord America ed Europa, che avranno la possibilità di sfruttare il trend di crescita dovuto all’aumento della produzione di massa e alla contestuale diminuzione dei prezzi. La regione Asia Pacifica sarà sempre più competitiva nei prossimi anni vista la crescita di India e Cina che assoceranno alla aumentata domanda interna di nanomateriali, sostanziali investimenti in ricerca e sviluppo⁴. **Considerando anche l’indotto** (prodotti e servizi resi possibili dai nanomateriali), alcune stime valutano l’attuale mercato globale delle nanotecnologie fino a **3000 miliardi di Euro per il 2017**⁵. Focalizzandosi invece principalmente sui **nanomateriali** (e non sull’indotto), **il mercato europeo è stato valutato circa 2,5 miliardi nel 2015 e si stima che arrivi a 9 miliardi entro il 2022 con una possibile crescita media annua del 20%**⁶.

¹ I nanomateriali possono essere definiti come materiali in cui almeno una dimensione esterna misura approssimativamente da 1 a 100 nanometri.

² Definizione secondo lo standard EN 16575:2014 ‘Bio-based products – Vocabulary’. Le biomasse possono essere state sottoposte a trattamenti fisici, chimici e biologici. Per biomasse si intende “materiale di origine biologica con l’esclusione di materiale incluso in formazioni geologiche e/o fossilizzato”.

³ <https://www.transparencymarketresearch.com/advanced-materials-market.html>

⁴ <https://www.futuremarketinsights.com/reports/nanomaterials-market>

⁵ http://www.corriere.it/scienze/14_giugno_16/nanotecnologia-mercato-3-mila-miliardi-dollari-3f98b342-f539-11e3-ac9a-521682d84f63.shtml

⁶ <https://www.alliedmarketresearch.com/europe-nanomaterials-market>

I nanomateriali possono essere classificati in **nanomateriali a base di carbonio** (nanotubi di carbonio, grafene, fullereni e POSS, i.e. polisilsesquiossani), **ossidi metallici e non metallici** (diossido di titanio, ossido di zinco, diossido di silicio, ossido di alluminio, ossido di cerio, ossido di stagno-antimonio, ossido di rame, ossido di bismuto, ossido di cobalto, ossidi di ferro, ossido di magnesio, ossido di manganese, ossido di zirconio), **metalli, dendrimeri, nano argille e nanocellulosa**.

I principali prodotti/settori di applicazione dei materiali sono numerosi, tra questi quelli dei rivestimenti/trattamenti superficiali, adesivi e sigillanti, il settore della medicina, salute e cura della persona, energia, elettronica e beni di consumo, edilizia e trasporti.

Secondo alcuni studi⁷, i principali driver per la crescita dei nanomateriali sono i crescenti investimenti in ricerca e sviluppo, la progressiva penetrazione dei nanomateriali in vari settori applicativi e le loro eccellenti ed innovative proprietà fisico-chimiche. Tuttavia fattori come la legislazione ambientale sempre più stringente e il prezzo elevato dei nanomateriali potrebbero ostacolare la forte crescita prevista per il mercato, così come la non ancora completa conoscenza dell'influenza della dimensione nano e della forma sulla salute dell'uomo, potrebbe costituire un fattore rallentare lo sviluppo e la diffusione.

Il **mercato delle bioplastiche** è stato di circa 18,9 milioni di tonnellate **nel 2016**⁸, rappresentando circa il 6% dell'attuale mercato delle plastiche, per un valore di circa **3 miliardi di dollari** e con un consumo di suolo agricolo dello 0.3%. Si stima che le bioplastiche **nel 2021** rappresenteranno circa il 10% del mercato delle plastiche, per un valore di **5,1 miliardi di dollari, con una crescita del 12.0%** medio annuo in valore⁹ e con un consumo dell'1% del suolo agricolo.

Uno dei fattori che influenzerà la crescita è la crescente attenzione all'ambiente e allo sviluppo sostenibile, al miglioramento dello stile di vita, che spinge i consumatori a comprare prodotti ad alta qualità. Inoltre si stimano ingenti investimenti industriali in ricerca per ampliare l'area di applicazione delle bioplastiche. Infine, in **Europa una legislazione e una politica sempre più consapevole dei problemi ambientali e sempre più favorevole alla promozione dell'Economia Circolare**¹⁰ ha spinto le aziende ad usare materie prime "bio-based", generalmente meno tossiche per l'ambiente e che permettono un minore consumo di energia ed emissione di anidride carbonica. Non a caso, l'Europa è attualmente leader del mercato (37%) seguita da Nord America (25%) e Asia Pacifica (13%). La Germania, **l'Italia** e la Francia sono tra le **regioni europee a contribuire maggiormente alla crescita**.

⁷ <https://www.alliedmarketresearch.com/europe-nanomaterials-market>

⁸ Biopolymers Facts Statistics 2016 – IFFB Hannover

⁹ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopolymers-bioplastics-market-88795240.html>

¹⁰ Economia circolare è un termine per definire un sistema economico pensato per potersi rigenerare da solo. In un'economia circolare i flussi di materiali sono di due tipi: quelli biologici, in grado di essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, destinati ad essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera. Da <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/overview/concept>

Il mercato può essere segmentato per materiali in **bio-polietileni (Bio-PE)** (che domina il mercato), **bio-polietilentereftalati (bio-PET)**, **acido polilattico (PLA)**, **derivati da amido**, **poliesteri biodegradabili**, **cellulosa rigenerata** e **bio- poliidrossialcanoati (PHA)**.

I maggiori settori applicativi sono gli imballaggi, le bottiglie, l'agricoltura, il settore automobilistico e i prodotti di consumo.

Per quanto riguarda **la ricerca e l'innovazione** nell'ambito dei materiali avanzati e nanotecnologie **l'Europa** (e anche **Italia**¹¹) pur vantando una produzione scientifica di qualità e quantità elevate, presenta, rispetto al Nord America, un disavanzo nella produzione di brevetti, uno dei segnali che indica la difficoltà tutta europea di superare la "Valle della Morte", cioè la distanza che separa un progresso scientifico dalla sua applicazione sul mercato in prodotti e servizi¹².

In quest'ottica la Commissione Europea lancerà nel biennio 2018-2020 bandi per progetti volti a realizzare **"Open Innovation Test Beds" nell'ambito dei materiali avanzati, nano e bio tecnologie.** Tali "Test Beds" costituiranno delle reti di centri di ricerca e innovazione che supporteranno l'industria nella progettazione, selezione, sviluppo e caratterizzazione dei materiali e nella loro applicazione in prodotti e servizi al fine di collegare meglio il mondo accademico e di ricerca all'industria e di abbassare il rischio tecnologico di impresa legato allo sviluppo di nuovi materiali e prodotti. In particolare la Commissione prevede di finanziare centri di open innovation per (1) Materiali e componenti multi-funzionali leggeri, (2) Superfici e Membrane nanostrutturate, (3) Materiali "bio-based", (4) Caratterizzazione dei materiali e (5) Modellazione dei materiali¹³.

¹¹ Research and Innovation Performance in Italy, European Commission – 2014.

¹² <http://euronanoforum2017.eu/wp-content/uploads/2017/06/Session-13-Peter-Droell-Open-innovation-hubs-EU-strategy.pdf>

¹³ I programma di lavoro 2018-2020 sui materiali avanzati, pubblicati il 27 ottobre 2017 sono disponibili su http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-leit-nmp_en.pdf

2. SWOT analysis di comparto

La seguente tabella SWOT valuta i punti di forza (Strengths), i punti di debolezza (Weaknesses), le opportunità (Opportunities) e le minacce (Threats) del comparto Nuovi Materiali, in relazione alle roadmap individuate.

Punti di forza	Punti di debolezza
<ul style="list-style-type: none"> • Presenza di gruppi di ricerca altamente qualificati a caratura internazionale negli atenei e nei centri di ricerca toscani. • Collaborazioni già in parte avviate con successo fra enti di ricerca e realtà produttive in settori di applicazione differenti. • Presenza di realtà produttive sul territorio all'avanguardia in numerosi campi di applicazione industriale ed adatti alle roadmap proposte (tessile, vetro, ceramica, metalli, conciario, caseario, agroalimentare in generale ecc). • Capacità industriale di rispondere alle richieste di mercato di prodotti sempre più performanti con un innalzamento degli standard qualitativi dei prodotti. • Competenze di ricerca trasversali negli ambiti della chimica, fisica ingegneria e scienze della vita e interessi in vari ambiti applicativi che consentono la realizzazione di filiere e consorzi di impresa moltiplicando i contributi ai progetti nati nell'ambito di una specifica roadmap. • Ricerca di eco-sostenibilità dei progetti identificati nelle roadmap: per sempio, attenzione per la sostenibilità dei processi produttivi grazie all'utilizzo e la valorizzazione di materiali derivanti da fonti rinnovabili o da scarti. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deboli i canali di dialogo tra ricerca e piccola impresa. • Relativa scarsità di investimenti privati in attività di ricerca. • Necessità di formare la forza lavoro per l'utilizzo delle nuove tecnologie. • Deboli canali di ingegneria finanziaria per il supporto all'innovazione high risk/ high gain. • Alti costi per l'infrastrutturazione di laboratori per sperimentazioni avanzate e necessità di periodici aggiornamenti del parco strumentale (con conseguente necessità, per ovviarvi, di fare rete a livello regionale nazionale ed internazionale). • Dimensione ridotta e settoriale delle imprese manifatturiere. • In alcuni ambiti del settore manifatturiero, difficoltà di far coincidere le necessità di una produzione ancora artigianale, sebbene automatizzata, con le tecnologie più avanzate proposte dalle roadmap. • Trasferimento tecnologico dal laboratorio al prodotto industriale spesso molto difficoltoso. • Nelle attività di ricerca nanotecnologica, insufficienti dati sulla tossicità dei sistemi nanometrici e degli effetti a lungo termine sulla salute nonché insufficiente conoscenza della biodistribuzione e del fato dei nanosistemi e dei loro prodotti di degradazione. • Alti costi di produzione dei nanomateriali.
Opportunità future	Minacce future
<ul style="list-style-type: none"> • Sfruttamento della forte capillarità toscana nel campo della ricerca e sviluppo accademica ed industriale in numerosi settori applicativi (agroalimentare, salute, chimico e farmaceutico, edilizia, urbanistica e beni culturali, tessile, moda e lusso, energia, manifatturiero, trasporti, automobilistico e cantieristica navale, elettronica e sensoristica ecc.). • Attenzione crescente a impatto ambientale di processi e prodotti: allineamento con le strategie europee ed i mercati emergenti in ambito nuove tecnologie per la remediation ambientale e per un approccio più generale di Economia Circolare. • Trasferimento di conoscenze e tecnologie dai centri di ricerca/ accademia alle industrie e 	<ul style="list-style-type: none"> • L'ambito multidisciplinare delle roadmap indentificate richiede un'azione concertata tra comitato di indirizzo, soggetto gestore e aziende presenti nel territorio, in modo da evitare la dispersione di energie e risorse e in particolare evitare un coinvolgimento basso e inefficace della realtà produttiva. • Grande concorrenza dei big player a livello mondiale su diversi settori e tecnologie - necessità di investimenti strutturali per mantenere tali settori competitivi sul panorama internazionale. • Il sistema regionale della ricerca pubblica e del trasferimento è minacciato dalla generale riduzione della spesa pubblica.

implementazione su scala industriale di ricerche effettuate in ambito accademico e/o privato.

- **Creazione di nuove realtà imprenditoriali** (spin-off, start-up, etc.), con conseguente aumento dei posti di lavoro.
- Formazione di figure professionali innovative (ad esempio necessarie per lo sviluppo della roadmap n.7).
- **Capacità di attrarre finanziamenti pubblici e privati** da parte di gruppi e consorzi con conoscenze e competenze di eccellenza.
- Opportunità di **diversificare il business aziendale**, importante sia per grandi imprese sia per PMI.
- Sensibilità crescente da parte di consumatori alla **qualità** dei prodotti ed al loro **processo produttivo ed origine geografica**.
- Progresso tecnologico delle industrie che ne consenta la competitività sul mercato nazionale e internazionale e la garanzia della continuità di **occupazione**.
- La **ricaduta in campo medico** delle nuove tecnologie (principalmente roadmap 1, 2, 3 e 6) porterà a un miglioramento della scelta diagnostica e terapeutica e nel medio termine ad un abbattimento dei costi e tempi, con un conseguente abbattimento delle spese sanitarie ed innalzamento della qualità del servizio.

- **Mancanza di una politica** regionale e nazionale alla innovazione con un sostegno economico significativo a quelle aziende anche operanti in settori maturi che volessero **diversificare** il loro core-business.
- **Comunicazione insufficiente** al pubblico sull'**impatto dei nanomateriali sulla salute e sull'ambiente**. Insorgere, nel caso di una insufficiente o non corretta informazione di un'opinione pubblica sfavorevole alle nuove tecnologie, soprattutto nell'ambito alimentare o cosmetico.
- Difficile **riproducibilità a livello industriale** di molte tipologie di materiali sviluppate alla scala di laboratorio e costi produttivi troppo elevati da poter essere sostenuti dalla singola (piccola) realtà industriale.
- Nell'ambito della caratterizzazione dei materiali, rischio di perdita di competitività a causa di **obsolescenza delle strumentazioni e dalla difficoltà di trattenere e mantenere il personale non strutturato formato**.
- In alcuni ambiti (es. Medicale, Farmaceutico) vi sono **barriere normative** per l'ingresso sul mercato difficili da superare per piccole e medie imprese.
- Eccessiva concentrazione di fondi per il finanziamento di figure professionali a tempo determinato all'interno dei progetti senza possibilità di stabilizzazione a fine progetto. **Mancanza di continuità e certezze di azioni progettuali di sostegno**.
- **Burocrazia** e complessità nei bandi alla ricerca ed innovazione.
- Nell'ambito della diagnostica e terapia, l'avvento di nuove tecnologie potrebbe portare ad una eventuale disuniformità tra centri ospedalieri nella diffusione dei nuovi protocolli e nella gestione dei dati – necessità di attività di standardizzazione.
- Sul tema nanotecnologie esistono ancora delle problematiche legate alla percezione negativa che ne hanno i consumatori.
- **Necessità di accelerare la ricerca di nuovi standard** per le nuove tecnologie. Stabilire approcci comuni per la nomenclatura, la metrologia, le misurazioni e la caratterizzazione applicati ai nanomateriali. **Mancanza di un data-base europeo sui materiali**.

3. Elenco delle Roadmap aggiornate proposte in ambito “Nuovi Materiali”

Il DT Materiali ha individuato 7 Roadmap strategiche in una logica di coerenza ed aggiornamento delle precedenti roadmap 2013.

Roadmap (titolo)	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione
1) Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni	5 ¹⁴	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Processi avanzati di fabbricazione ¹⁵	a) Manifatturiero b) Edilizia c) Meccanica, inclusi i settori dell'Automotive e dei Trasporti d) Agroalimentare e) Medica f) Produzione energetica
2) Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Processi avanzati di fabbricazione, Biotecnologie, Fotonica, Micro- e Nano elettronica	a) Diagnostica b) Manifatturiero c) Edilizia d) Agroalimentare
3) Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Processi avanzati di fabbricazione, Biotecnologie, Fotonica, Micro- e Nano elettronica	a) Medicina, Farmaceutica e Nutraceutica b) Alimentare e cosmetica c) Agricoltura
4) Tecnologie e materiali per la remediation ambientale	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Processi avanzati di fabbricazione, Biotecnologie, Fotonica, Micro- e Nano elettronica	a) Forestale e Agricoltura b) Oil & Gas e Minerario c) Edilizia e Urbanistica d) Chimico, Farmaceutico, Manifatturiero e Siderurgico e) Bonifiche ambientali
5) Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un'ottica di economia circolare	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Processi avanzati di fabbricazione, Biotecnologie	a) Forestale, vivaistico, agricoltura e allevamento b) Agrindustria e Alimentare c) Manifatturiero e Chimico d) Edilizia e Urbanistica

¹⁴ Sono riassunte in tabella e riportate solo le roadmap che nella attività di analisi hanno conseguito le priorità di maggiore livello.

¹⁵ In allineamento con le politiche della Commissione Europea sono state considerate le cosiddette “Key Enabling Technologies” come tecnologie da applicare: nanotecnologie, materiali avanzati, biotecnologie, fotonica, micro e nanoelettronica e processi avanzati di fabbricazione. Si veda https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/key-enabling-technologies_en

Roadmap (titolo)	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione
			e) Siderurgico f) Produzione energetica e) Settore trattamento rifiuti organici (Fanghi, FORSU, Digestati e Compost)
6) Materiali per la Stampa 3D	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Processi avanzati di fabbricazione	a) Medicale b) Meccanica fine c) Elettronica d) Edilizia e) Manifatturiero
7) Reti di competenza per Trasferimento e Servizio Tecnologico e Open Innovation	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Processi avanzati di fabbricazione, Biotecnologie, Fotonica, Micro- e Nano elettronica	Varie

4. Scostamenti con le roadmap approvate inizialmente

Le nuove roadmap 2017 (R) rappresentano la naturale evoluzione ed aggiornamento delle precedenti approvate nel 2013 (P), ed in questo processo l'identificazione degli Assi Strategici del DT Materiali effettuata ad inizio 2016 (A) ne ha rappresentato il passaggio intermedio: la tabella che segue "visualizza" la trasformazione intercorsa. Le roadmap vicine per tema sono rappresentate con colore simili.

Roadmap 2013 →→→	→ → Assi di indirizzo DT →→	→→→ Roadmap 2017
P1 - Nanomateriali per il manifatturiero e la meccanica	A1 - Materiali per superfici e compositi funzionali (coating)	R1 - Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni
P2 - Piattaforma integrata nanomedicina		R2 - Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti
P3 - Prodotti e tecnologie innovative per il nano-biotech		R3 - Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi
P4 - Nanomateriali e nanotecnologie per prodotti a matrice polimerica e per incapsulamento principi attivi	A2 - Nanomateriali e nanotecnologie per prodotti a matrice organica per incapsulamento e rilascio di principi attivi	R4 - Tecnologie e materiali per la remediation ambientale
P5 - Nanoremediation-nanotecnologie eco-compatibili ed eco-sostenibili per la bonifica di suoli ed acque contaminati	A3 - Tecnologie per l'ambiente (nano-remediation) e per il recupero e la valorizzazione dei materiali	R5 - Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un'ottica di economia circolare
P6 - Centri di competenza per trasferimento nanotecnologico		R6 - Materiali per la Stampa 3D ¹⁶
	A4 - Materiali per la Stampa 3D	R7- Reti di competenza per Trasferimento e Servizio Tecnologico e Open Innovation

In particolare, nel processo di identificazione delle tecnologie da inserire nella nuova RIS3 si è scelto di:

- A. **Conferire alle roadmap maggiore omogeneità:** la roadmap P1 del 2013, ad esempio, copriva un ambito di applicazione prima più limitato ed oggi divenuto eccessivamente vasto, mentre al contrario a posteriori la P2 ha più carattere di progetto finalizzato di interesse regionale.
- B. **Estrapolare la roadmap dal contesto applicativo,** allo scopo di evitare sovrapposizioni con le roadmap di altri Distretti (n.d.r le roadmap del DT Materiali sono trasversali, ma non sovrapponibili a quelle degli altri DT): la roadmap P3 del 2013, ad esempio, dichiarava il proprio contesto applicativo sin dal titolo con evidenti sovrapposizioni all'ambito life sciences.

¹⁶ Nel presente documento è stato utilizzato il termine di Stampa 3D piuttosto che di Manifattura Additiva (Additive Manufacturing), perché generalmente più immediatamente comprensibile per i potenziali stakeholder del documento, provenienti da settori diversi.

C. Aggiornare alle mutate esigenze politiche e strategiche anche le roadmap confermate.

Nello specifico:

- Le roadmap R1 ed R2 costituiscono l'evoluzione della precedente P1 (e P3) e contestualizzano l'asse strategico A1 distinguendo i materiali fra passivi (R1) ed attivi (R2), quali ad esempio i sensori.
- La roadmap R3 è la semplice evoluzione di P4, con l'accento posto maggiormente sulla funzione di delivery. La R3 coincide con l'asse strategico 2 del DT.
- Le roadmap R4 ed R5 rappresentano l'evoluzione della precedente P5 (non solo nanotecnologie, ma tecnologie basati sui materiali avanzati) ed ampliano il contesto applicativo dei materiali innovativi alle tecnologie per il recupero e dei materiali grezzi in un'ottica di economia circolare ed in piena sintonia con l'asse strategico 3 del DT.
- La roadmap R6 è del tutto nuova. La RIS3 2013 includeva il tema della stampa 3D solo entro gli assi tecnologici di ICT e Fabbrica Intelligente. Il tema dei materiali avanzati per la stampa 3D rappresenta una nuova sfida già lanciata dal DT con l'asse 4, viste le innumerevoli applicazioni che la stampa 3D sta trovando, in molti settori manifatturieri.
- La roadmap R7 rappresenta la naturale evoluzione della precedente P6, con l'accento posto sul concetto di Open innovation e multidisciplinarietà ed inoltre raccoglie il problema, identificato a livello europeo, di mettere a disposizione dell'industria manifatturiera un sistema di caratterizzazione avanzata dei materiali, con lo sviluppo di reti competenze accademiche e con altre iniziative mirate a sfruttare al meglio conoscenza, personale e strumentazioni già disponibili.

5. Descrizione di ciascuna roadmap

5.1. Roadmap n. 1 - Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni

Roadmap n. 1 - Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

- tecnologie da sviluppare;
- gli ambiti di applicazione;
- principali contesti territoriali di applicazione;
- target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (attività target, tempi, fattori critici).

Nell'ambito industriale è sempre più pressante la necessità di creare valore aggiunto nei prodotti da commercializzare: questo può avvenire mediante lo sviluppo di **superfici e materiali compositi con elevate proprietà protettive e funzionali** (ad esempio strutturali, anti-corrosive, anti-incendio, anti adesive, autopulenti, idrofobe, ottiche, magnetiche, autoriparanti ecc.).

Tali materiali si inseriscono nel contesto più ampio dei materiali compositi e dei coating, i cui mercati sono descritti dalle tabelle sottostanti, che denotano un trend evolutivo positivo ed un buon posizionamento dell'Europa in termini di grandezza del mercato.

Mercato globale dei materiali compositi

Grandezza del mercato	47 miliardi di dollari nel 2016 ¹⁷ .
Trend evolutivo	Stima di 102 miliardi di dollari nel 2025, con una crescita media annua del 8.9% ¹⁸ . Sfruttamento della crescente domanda di materiali leggeri e con elevate proprietà meccaniche per i settori dell'aerospazio, automobilistico ed energia.
Posizionamento geografico	Nord America leader di mercato (37%). Asia Pacifica: crescita futura stimata del 9%. La crescita futura in Europa dello 8,6%, principalmente nel settore dell'aerospazio e automotive ¹⁹ grazie alla posizione di leadership dell'Europa nel settore delle auto di categoria "premium" e alle attività aerospaziali.
Segmentazione per materiale	Compositi a matrice polimerica – leader di mercato (es. plastiche rinforzate con fibre di carbonio- CFRP; compositi con fibre aramidiche), compositi a matrice metallica, compositi a matrice ceramica.
Settori applicativi	Trasporti e Automobilistico; Edilizia e Infrastrutture; Aerospazio e Difesa; Settore elettrico ed Elettronica; Settore marittimo, & Gas; Energia; Beni di consumo.

¹⁷ <https://www.transparencymarketresearch.com/composites-market.html>

¹⁸ <https://www.transparencymarketresearch.com/composites-market.html>

¹⁹ <https://www.transparencymarketresearch.com/composites-market.html>

Mercato globale dei coating	
Grandezza del mercato	<u>Coating protettivi</u> : 17.42 miliardi di dollari nel 2015 ²⁰ . <u>Coating antimicrobici</u> : 1.5 miliardi di dollari nel 2012 ²¹ .
Trend evolutivo	<u>Coating protettivi</u> : 21.47 miliardi di dollari nel 2021, con una crescita media annua del 4% ²² . <u>Coating antimicrobici</u> : 2.9 miliardi di dollari nel 2018 ²³ . Crescita dei coating "verdi", supportata dalla recente regolamentazione che limita i componenti organici volatili (VOC).
Posizionamento geografico	<u>Coating protettivi</u> : Asia-Pacifica (38%), seguita da Nord America (31%) ed Europa (25%) ²⁴ . <u>Coating antimicrobici</u> : Nord America (35%) seguita da Asia-Pacifica e Europa ²⁵ .
Segmentazione e per materiale	<u>Coating protettivi</u> : Coating a base di resine (acriliche, epossidiche, poliuretani, poliesteri, resine alchidiche ed altre come le fenoliche ed i fluropolimeri). <u>Coating antimicrobici</u> : Coating polimerici addizionati con trattamenti superficiali a base di argento (30% del mercato), rame, ossido di zinco, zirconio, ossido di titanio.
Settori applicativi	<u>Coating protettivi</u> : Edilizia e Infrastrutture, Oil & Gas, Aerospazio, Industriale, Marittimo, Automobilistico e Trasporti, Energia, Minerario e altro (Elettronica e industria cartaria). <u>Coating antimicrobici</u> : Condizionamento e qualità dell'aria indoor (25% del mercato), medicale, trattamenti anti-muffa, edilizia, settore alimentare, tessile.

I materiali e le tecnologie di interesse nella Roadmap n. 1 porteranno trasversalmente a ricadute positive in vari ambiti di interesse: ad esempio, dall'ottimizzazione di coating con proprietà anti-fouling per la cantieristica navale, all'uso di molecole che mitigano gli effetti dei raggi UV in svariati settori che vanno dall'edilizia al packaging, dal nautico al tessile/conciario, allo sviluppo di materiali a base di cellulosa per dispositivi medicali usa-e-getta, con adeguate proprietà antibatteriche e meccaniche ecc. L'attenzione per la sostenibilità dei processi produttivi porterà ad includere materiali da fonti rinnovabili o di scarto, da ogni settore produttivo, nei materiali innovativi sviluppati.

Il processo di identificazione e definizione della Roadmap n. 1 si è avvalso anche della attività di confronto e scambio a livello internazionale che la ASEV, soggetto Gestore del DT Materiali, sta conducendo assieme alla Regione Toscana nell'ambito del network Europeo NMP-REG "Delivering Nanotechnologies, advanced Materials and Production to REGIONAL manufacturing" (INTERREG EUROPE).

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o

²⁰ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/protective-coatings-market-125206748.html>

²¹ <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/antimicrobial-coatings.asp>

²² <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/protective-coatings-market-125206748.html>

²³ <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/antimicrobial-coatings.asp>

²⁴ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/protective-coatings-market-125206748.html>

²⁵ <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/antimicrobial-coatings.asp>

prodotti) nei settori indicati in tabella.

La rappresentazione grafica della roadmap, divisa in azioni di sviluppo tecnologico e di applicazione in specifici ambiti produttivi è disponibile in “Allegato I – Rappresentazione Grafica delle Roadmap”. Per poter mettere in relazione le attività alla rappresentazione grafica della roadmap, ogni attività è numerata.

	TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Manifatturiero	1. Sviluppo di superfici e materiali compositi con elevate proprietà protettive e funzionali (ad esempio strutturali, anti-corrosive, anti-incendio, anti adesive, autopulenti, idrofobe, ottiche), con ricadute in diversi settori (salute, home care, industria cartaria ecc., settore automobilistico ecc.).	2018-2020	Requisiti del mercato
	2. Coating e tessuti idrofobici e/o batteriostatici (ad esempio argento nanometrico), anti-UV, anti-macchia nei settori moda, rivestimenti interni del settore automobilistico e navale.	2018-2020	Scale up di sintesi
	3. Modifiche proprietà materiali polimerici (strutturali e non) mediante agenti “compatibilizzanti”. Realizzazione e caratterizzazione di materiali compositi nanostrutturati con proprietà superficiali favorevoli per applicazioni industriali e civili (es. nautica, edilizia e mobile). Miglioramento proprietà strutturali di compositi polimerici (settore packaging, tessile, componentistica auto/apparecchiature elettriche ed elettroniche)	2018-2020	Barriere normative
	4. Tecniche di lavorazione di materiali polimerici mirate al miglioramento delle proprietà strutturali	2018-2022	Barriere tecnologiche
	5. Tecniche innovative di produzione di compositi a matrice ceramica.	2018-2020	Requisiti del mercato
	6. Materiali e soluzioni tecnologiche per l’isolamento termico da fonti di calore	2018-2022	Requisiti del mercato
	7. Sviluppo di materiali metallici criogenici innovativi per serbatoi per lo stoccaggio criogenico, e sviluppo di soluzioni innovative per l’isolamento termico per lo stoccaggio e il trasporto di liquidi criogenici.	2018-2022	Requisiti del mercato
	8. Tecniche alternative di coating superficiali a ridotto impatto ambientale (metodi fisici vs metodi chimici), migliorative di processi tradizionali (es.componentistica settore lusso).	2018-2020 (sviluppo) 2020-2022 (implementazione)	Costi ancora relativamente elevati. Macchine di produzione industriale specifica ancora a livello prototipale

	<p>9. Miglioramento delle proprietà barriera dei film per packaging (esempio con l'utilizzo di grafene) e di resistenza ai raggi UV e di flessibilità. Sviluppo di inchiostri più resistenti all'UV.</p>	<p>2020-2025</p>	<p>Rapporto costi/benefici Standard di riferimento. Normative MOCA per imballaggio alimentare</p>
	<p>10. Sviluppo di tessuti tecnici mediante l'introduzione di materiali avanzati nano e micro strutturati.</p>	<p>2018-2020</p>	<p>La presenza di un settore tessile nel territorio regionale offre un'opportunità di sviluppo da cogliere in tempi brevi, viste le difficoltà attraversate da tale settore, ma resta preoccupante la frammentazione e industriale del settore e la scarsa propensione all'investimento finalizzato allo sviluppo tecnologico</p>
	<p>11. Sviluppo di materiali cartari e/o a base di cellulosa (sia da fonte naturale che da recupero) innovativi.</p>	<p>2018-2020 (sviluppo) 2020-2022 (implementazione)</p>	<p>Competizione internazionale</p>
	<p>12. Elaborazione di rivestimenti per bigiotteria / accessori con caratteristiche migliorate in termini di resistenza e lucentezza</p>	<p>2018-2020</p>	<p>Necessari investimenti importanti sia in tecnologie che in risorse umane, anche se il mercato ha spazio nella nicchia del lusso</p>

Edilizia e tutela del patrimonio culturale	13. Coating e compositi nanostrutturati protettivi e funzionali e ad alta durabilità (anti graffito, anti muffa, anti fouling, anti-corrosione, anti-incendio, anti-UV, superfici IR riflettenti per il comfort ambientale, anti-smog) per strutture architettoniche, opere artistiche e per edilizia.	2018-2020	Raggiungiment o costi competitivi
	14. Malte biocomposite ottenute da fibre vegetali di scarto dell'orticoltura, anche a valle di una precedente fase di estrazione.	2020-2025	Prestazioni e costi
Meccanica, inclusi i settori dell'automotive e dei trasporti	15. Superfici anticorrosione, ad alta resistenza meccanica allo scratch basate su nuovi coating e materiali compositi (ad es. materiali nanocompositi a base polimerica, polimeri silano-silossanici nanostrutturati, grafene), sviluppo di coating resilienti (resistenza all'imbutitura), resistenza delle superfici metalliche ad ambienti estremi (atmosfera, corrosive, saline...).	2018-2022	Requisiti di mercato, competizione internazionale. Barriere normative
	16. Materiali compositi (polimerici, in fibra di vetro, carbonio, basalto, nanotubi, grafene, etc..) per applicazioni industriali (coibentazione, materiale antincendio).	2020-2022	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	17. Materiali a ridotta densità per il risparmio energetico nei trasporti e nella camperistica.	2020-2022	Prestazioni strutturali
	18. Rivestimenti e parti strutturali ceramici per turbine con resistenza meccanica e termica.	2018-2022	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	19. Ceramiche Tecniche per il settore automotive: Ossidi e non ossidi per migliorare le prestazioni di veicoli elettrici (es. SiC, B4C, AlN, Zr O2, BN, Si3N4, TiB2).	2020-2025	Costi elevati e diffusione ancora limitata sul mercato
	20. Miglioramento delle proprietà termo/meccaniche mirato ad applicazioni funzionali di materiali da fonti rinnovabili o di scarto utilizzando additivi eco compatibili.	2018-2020	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	21. Incremento delle proprietà strutturali (resistenza meccanica a diverse sollecitazioni) e funzionali (resistenza chimica, barriera, conducibilità, etc.) derivanti dalla nano-strutturazione dei materiali.	2020-2022	Requisiti di mercato, competizione internazionale
Agro-alimentare	22. Sviluppo di deposizioni superficiali, trattamenti di superficie o compositi per il conferimento di caratteristiche antibatteriche, antiossidanti o di barriera alla permeazione di gas e vapori (ad es. vapore acqueo) per preservare i prodotti alimentari industriali da attacchi microbiologici e per l'agricoltura.	2020-2022	Normative stringenti sulle tecnologie attuali
	23. Trattamenti superficiali antibatterici per ambienti di confezionamento alimenti.	2018-2020	Requisiti di mercato

	24. Trattamenti di superficie per ridurre le perdite di principi nutritivi e attivi nelle fasi di cottura in acqua degli alimenti (es. paste alimentari).	2020-2022	Requisiti di mercato
Medicale	25. Sviluppo di superfici e compositi polimerici per impianti biomedicali nel settore dentale e della rigenerazione ossea.	2018-2020 (sviluppo) 2020-2020 (dimostrazione)	La competizione internazionale nel settore rende urgente l'adozione di tali tecnologie e la messa in rete di banche prova e strumenti di validazione
	26. Sviluppo e messa a punto di specifici banchi prova per l'analisi in-vitro di nuovi materiali e sviluppo e messa a punto di specifici ambienti di simulazione numerica per l'analisi in-silico.	2018-2022	
	27. Sviluppo di materiali medicali usa e getta (esempio a base di cellulosa) con proprietà meccaniche appropriate (es. anti-strappo) e superfici antimicrobiche.	2018-2020 (sviluppo) 2020-2020 (dimostrazione)	
	28. Trattamenti superficiali antibatterici per dispositivi medici.	2018-2020	
Produzione Energetica	29. Aumento delle prestazioni termo-strutturali dei materiali per produzione energetica. Esempi: aumento delle proprietà termo-meccaniche per i materiali coinvolti in processi energetici come geotermia e oil & gas. Incremento delle prestazioni di resistenza all'urto di materiali impiegati nel settore delle energie rinnovabili tipo foto-voltaico.	2018-2020	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	30. Sviluppo di metodologie atte a modificare la superficie di matrici polimeriche per conferire proprietà particolari (es. antifouling per fotobioreattori; anti-scaling per settore geotermico e oil and gas).	2022-2025	Barriere tecnologiche
	31. Sviluppo di ceramici magnetici nanostrutturati per sistemi elettronici ad altissima frequenza, basse perdite di potenza, dimensioni ridotte (applicazioni nei processori per sistemi di calcolo ultraveloci, alta capacità di immagazzinamento, intelligenze artificiali, elettronica top-gamma).	2020-2025	Barriere tecnologiche legate alla nanostrutturazione dei ceramici

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap²⁶.

	Principali Contesti Territoriali di applicazione
Manifatturiero	Area Pratese (tessile)
	Pisa Livorno Lucca (nautica)
	Lucca, Pistoia (cartario)
	Pontedera, Pisa, Livorno (automotive)
	Firenze, Arezzo (moda, beni culturali)
Edilizia e tutela del patrimonio culturale	Firenze, Pisa, Siena (beni culturali), Empolese
Meccanica, inclusi i settori dell'automotive e dei trasporti	Pistoia, Firenze e Siena (trasporti e camperistica)
	Settore meccanica /manifatturiero (Pisa)
	Meccanica per aerospazio (Firenze, Grosseto, Livorno)
	Firenze (ceramica)
	Area Pratese (tessile, tessile tecnico)
Agro-alimentare	Firenze, Pisa, Empolese (food, packaging)
Medicale	Life Science / medicale (Siena, Firenze, Pisa)
Produzione energetica	Geotermico (Pisa) Energie rinnovabili (Grosseto); Oil & gas (Firenze)

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La natura multidisciplinare della Roadmap 1 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano vasti e numerosi, principalmente legati alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici della regione nelle province di Firenze, Pisa, Siena e Lucca.

La presenza di numerose collaborazioni e progetti di ricerca e industriali sia a livello nazionale che

²⁶ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

Europeo dimostra l'importanza di tali bacini territoriali, che hanno una posizione di leadership per esempio nell'area dei materiali avanzati per la salute e per i beni culturali, delle nanotecnologie per diversi settori tra cui il settore automotive, tessile e homecare, energetico e trasporti (incluso l'aerospazio).

Di seguito i principali stakeholder regionali e i principali competitors extra regionali nonché la lista dei progetti europei. La lista dei progetti regionali e nazionali si trova invece in "Allegato II – Lista dei progetti nazionali, regionali ed europei di rilevanza per le Roadmap".

Principali stakeholder regionali industriali e della ricerca (sviluppo/applicazione)²⁷

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Nome	Tipo
Aerospazio Tecnologie Srl (Rapolano Terme – SI)	Industria
Archa Srl (Pisa)	Industria
Aurora Cucine Scrl (Poggibonsi – SI)	Industria
Auserpolimeri Srl (Piano Di Coreglia – LU)	Industria
Baker Hughes Srl, a GE company (ex Nuovo Pignone Tecnologie Srl) (Firenze)	Industria
Baraclit Spa (Bibbiena – AR)	Industria
Biomerieux Italia Spa (Bagno A Ripoli – FI)	Industria
C.R.M.Compositi Srl (Livorno)	Industria
C.T.S. Europe Srl (Firenze)	Industria
Cabro Spa (Arezzo)	Industria
Centro Qualità Unità Operativa di Lucense @ Polo Tecnologico Lucchese (Lucca)	Altro
Centro Ricerca Energia e Ambiente – CREA Scarl.(Colle di Val d'Elsa – SI)	Ricerca
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
Chemical Controls Srl (Livorno)	Industria
Cicci Research Srl (Grosseto)	Industria
CNR – ICCOM Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (Firenze - Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
Consorzio Polo Tecnologico Magona (Livorno)	Industria
Continental Spa (Pisa)	Industria
Cooperativa Archeologia (Firenze)	Industria
Cromology Italia Spa (Porcari – LU)	Industria

²⁷ Gli stakeholder sono riportati in ordine alfabetico.

DITECFER Distretto per le Tecnologie Ferroviarie, l'Alta Velocità e la Sicurezza delle Reti Scarl (Pistoia)	Industria
ECOPOL Spa (Capannori –LU)	Industria
Effebe Spa (Viareggio – LI)	Industria
Emmetex Srl (Montespertoli – FI)	Industria
Enecom Srl (Montemurlo – PO)	Industria
Enel Green Power Spa (Pisa)	Industria
Enertec Srl	Industria
Fabio Perini Spa (Lucca)	Industria
Faggi Spa (Sesto F.no – FI)	Industria
Femto Engineering Srl (San Casciano Val di Pesa – FI)	Industria
Fondazione Toscana G. Monasterio (Massa)	Ricerca
Fondazione Toscana Life Science (Siena)	Ricerca
Gas and Heat Spa (Pisa, Livorno)	Industria
GE Oil & Gas Spa (Firenze)	Industria
Grado Zero Espace Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
GRINT (Empoli – FI)	Industria
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
IMT Altì Studi (Lucca)	Ricerca
Industria Tessile Srl (Prato)	Industria
INDUSTRIE BITOSSI Spa (Vinci – FI)	Industria
INDUSTRIE TESTI Spa (Empoli – FI)	Industria
Irplast Spa (Empoli – FI)	Industria
Italnastri Spa (Cerreto Guidi – FI)	Industria
Italprogetti Spa (Montopoli Val d'Arno – PI)	Industria
Lega COOP Toscana (Firenze)	Industria
Lem Srl (Levane-Buccine – AR)	Industria
LENS European Laboratory for Non-linear Spectroscopy (Firenze)	Ricerca
Leonardo Spa (Firenze)	Industria
Light4Tech Srl (Scandicci – FI)	Industria
LMPE Srl (Capannori – LU)	Ricerca
Lucense Srl (Lucca)	Industria
Martelli Srl (Firenze)	Industria
Marziali Recuperi Srl (Montevarchi – AR)	Industria
Microtest Srl (Altopascio – LU)	Industria
Movet – Center for Engines, Vehicles and related Technologies (Pontedera – PI)	Altro
N.T. Laboratory Srl (Calenzano - FI)	Industria
Nanesa Srl (Arezzo)	Industria
Opera Della Primaziale Pisana (Pisa)	Altro

ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Pontlab Srl (Pontedera – PI)	Industria
R.i.CO. Srl (Montacchiello – PI)	Industria
Rina Consulting Spa (Viareggio – LU)	Industria
Romei Srl (Scarperia – FI) e (Montevarchi – AR)	Industria
Salov Spa (Montramito – LU)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio SMART (Pisa)	Ricerca
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
Selene Spa (Lucca)	Industria
Sintecnica Srl – Ingegneria civile, strutturale, geotecnica e ambientale (Cecina – LI)	Industria
Sitael Spa (Grosseto)	Industria
Sofidel Spa (Lucca)	Industria
SpinPET Srl (Pontedera – PI)	Industria
Team Service Sas (Nanographex) (Livorno)	Altro
Technores Srl (Prato)	Industria
Tecnowall Srl (Poggibonsi – SI)	Industria
TOSTI Srl(Castel del Piano – GR)	Industria
Trigano Spa (San Gimignano – SI)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento Di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca
Valmet Plating Srl (Calenzano – FI)	Industria
Zamak Srl (Levane Buccine – AR)	Industria

Stakeholders/competitors extra regionali

In base all'analisi di mercato effettuata, i principali competitors industriali internazionali/extra regionali sono:

- In ambito compositi: Toray Industries, Owens Corning, Teijin Ltd., Hexcel Corporation, TPI Composites, Inc., Faurecia, Performance Composites Inc., Enduro Composites, Inc., Kineco, Applied Poleramic Inc., Hexagon Composites, Creative Composites Ltd. e HITCO Carbon Composites Inc.
- In ambito coating protettivi: Produttori di materie prime: The Dow Chemicals Company, BASF SE, Dow Corning e Kisco Ltd. Integratori dei materiali in coating protettivi: PPG Industries, Sherwin-Williams Company Ltd., e Arkema SA. Aziende utilizzatrici: Boeing, BMW e DLF.
- In ambito coating anti-microbici: AkzoNobelNV, Dow Microbial Control, Sherwin-Williams, Diamond Vogel, BASF, PPG. Tra i fornitori di additivi ci sono BioCote, Halosource, Microban, Sciecent LLC (Agion).

Esempi di principali stakeholders internazionali/extra-regionali nell'ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono: Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, CEA- Commisariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (Francia) , Fraunhofer Gesellschaft Zur Foerderung Der Angewandten Forschung E.V. (Germania), KIT - Karlsruher Institut Fuer Technologie (Germania), University of Cambridge (Regno Unito).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- principali partner europei.

Principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo)

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani
BIOBOARD	FP7	Coating biodegradabile per effetto barriera in imballaggi multistrato	Lucense Srl
BIOCLEAN "Biotechnological solutions for the degradation of synthetic polymeric materials"	H2020- MSCA-ITN-2016	Ruolo dei biofilm in superfici di utilizzo quotidiano	CSGI - Università di Firenze, Università di Siena
CAP-IT! "Advanced encapsulation technology for sustainable detergency"	FP7-PEOPLE	Tecnologie di incapsulamento per detergenza	CSGI - Università di Firenze
COACH	H2020- ITN	Superfici antibatteriche per medicale	Colorobbia Consulting
Dibbiopack	Progetto europeo FP7 NMP.2011.LARG E.5 –	Sviluppo di nanocompositi multifunzionali a matrice polimerica biodegradabile adatti all'imballaggio mediante metodi di injection e blow extrusion: miglioramento delle proprietà strutturali e barriera, conferimento di proprietà funzionali e intelligenti nel rispetto della sostenibilità	CNR ICCOM, INSTM
DREAMS (Development of a Research Environment for Advanced Modelling of Soft matter)	EU ERC FP7	Smart materials e molecole responsive a stimoli prelezionati in matrice polimerica	Scuola Normale Superiore - SMART
ECCO	EU	Vetroceramici autopulenti IR-trasparenti per l'industria dell'acciaio	Colorobbia Consulting

ECOBINDER "Development of insulating concrete systems based on novel low CO2 binders for a new family of eco-innovative, durable and standardized energy efficient envelope components"	H2020-NMBP-2014 - EeB-01-2014 - Materials for building envelope	Materiali e coating ad elevate prestazioni (alte proprietà meccaniche e di isolamento, anti-corrosione ecc.) per il settore delle costruzioni	Rina Consulting
FREECATs - Doped carbon nanostructures as metal-free catalysts	Progetto Europeo FP7 (FP7, NMP-2011-2.2-4).	Sviluppo di materiali al carbonio dopati con elementi leggeri (N,B) come catalizzatori privi di metalli in applicazioni nelle energie rinnovabili (riduzione di O ₂ per via elettrochimica nelle celle a combustibile)	CNR ICCOM
GLACERCO	FP7 -ITN	Biomateriali per protesica dentale	Colorobbia Consulting
Graphene Flagship	H2020 No. 696656-GrapheneCore1.	Materiali bidimensionali e loro applicazioni tecnologiche	Scuola Normale Superiore - NEST
NANO-CATHEDRAL "Nanomaterials for conservation of European architectural heritage developed by research on characteristic lithotypes"	H2020-NMBP-21-2014	Sviluppo con approccio alla nanoscale di nuovi materiali, tecnologie e procedure per la conservazione di edifici monumentali e cattedrali	INSTM, Opera Della Primaziale Pisana, Colorobbia
NANOFORART	FP7 - ENV-NMP.2011.2.2-5; ENV-NMP.2011.3.2.1-1	Nanomateriali per la conservazione dei Beni Culturali	CSGI - Università di Firenze
NANOJETS	EU ERC FP7	Nanofibre polimeriche per applicazioni optoelettroniche	Scuola Normale Superiore - NEST
NANORESTART "NANomaterials for the REStoration of works of ART"	H2020-NMBP-21-2014	Nanomaterial per il restauro di beni artistici	CSGI - Università di Firenze
NMP REG - Delivering NMP to REGIONAL manufacturing	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call I°)	Il progetto NMP REG prevede lo scambio di esperienze e la redazione di un "Action Plan" per migliorare le politiche a supporto dell'applicazione di nanotecnologie, nuovi materiali e nuove tecnologie di produzione (NMP) per sostenere una competitività regionale intelligente, sostenibile e inclusiva	ASEV - Agenzia lo sviluppo empoese Valdelsa

PERFORMANCE	EU – FP7	Personalised approaches to food production and distribution	CERTEMA
PHOSPUN	EU ERC Horizon 2020	Funzionalizzazione del fosforene	Scuola Normale Superiore - NEST
SHALE X Environment “Maximizing the EU shale gas potential by minimizing its environmental footprint”	H2020- LCE-16-2014	Massimizzazione del potenziale dello Shale Gas nel contesto europeo	CSGI - Università di Firenze
STABLENEXTSOL	COST action europea	Investigare la stabilità del fotovoltaico a base ibrida organico-inorganico	Cicci Research Srl
SUNPAP	FP7-NMP	Nanotecnologie nel settore della carta	Colorobbia Consulting

Esempi di partner europei:

- **Centri di Ricerca/Università:** Fraunhofer Gesellschaft Zur Foerderung Der Angewandten Forschung\ DFTYUO E.V. (Germania), KIT - Karlsruher Institut Fuer Technologie (Germania), Technische Universitaet Wien (Austria), University College London (Regno Unito), University of Manchester (Regno Unito), University of Bristol (Regno Unito, CEA - Commissariat à l' Energie Atomique et aux Energies Alternatives (Francia), International Iberian Nanotechnology Laboratory (Portogallo), Università Politecnica di Bucharest (Romania), National Technical University of Athens – NTUA (Grecia), University College Cork (Irlanda), Katholieke Universiteit Leuven (Belgio), The Art Institute of Chicago (USA), Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasile).
- **Industrie:** Procter and Gamble (USA – collaborazione con filiale italiana), Lafarge (Germania), HeidelbergCement/Italcementi (collaborazioni sia con la sede in Germania sia con la controllata in Italia), Acciona (Spagna), Wiedemann GMBH (Germania), Tecnologia Navarra De Nanoproductos SI (Spagna), Akzo Nobel (Svezia), Arkema (Francia).
- **Altro:** Enterprise Flanders (Belgio), North Regional Coordination and Development Commission (Portogallo), NanoMicroMaterialsPhotonics. NRW Cluster (Germania), Executive Agency for Higher Education, Research, Development and Innovation Funding (Romania).

5.2. Roadmap n. 2 - Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti

Roadmap n. 2 - Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

- tecnologie da sviluppare;
- gli ambiti di applicazione;
- principali contesti territoriali di applicazione;
- target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (attività target, tempi, fattori critici).

Da una parte i recenti sviluppi tecnologici, dall'altra la necessità industriale di rispondere a requisiti sempre più sfidanti in termini di qualità e funzionalità dei prodotti, ha portato alla nascita dei **prodotti «smart»** mediante sviluppo di **superfici e materiali compositi attivi**, e multi-funzionali, capaci cioè di interagire con l'ambiente esterno e/o subire modificazioni anche in risposta a stimoli chimici, fisici e meccanici.

Il mercato dei materiali «smart» è descritto dalla tabella sottostante, che denota un trend evolutivo molto positivo ed un buon posizionamento dell'Europa in termini di grandezza del mercato.

Mercato globale dei materiali «smart»	
Grandezza del mercato	27.7 miliardi di dollari nel 2013 ²⁸ . Stima di 32.4 miliardi di dollari nel 2017 ²⁹ .
Trend evolutivo	Stima di 72.63 miliardi di dollari entro 2022, con una crescita media annua del 14.9% ³⁰ . Crescita supportata dall'aumento nell'adozione di materiali smart in vari settori industriali, i crescenti investimenti pubblici e privati per ottimizzare costi e qualità, e la crescita potenziale di economie emergent come "l'Internet of Things". Infine la crescita di alcuni materiali (per esempio materiali biomimetici e bioattivi, sensori) è supportata anche dal progressivo invecchiamento della popolazione.
Posizionamento geografico	Il nord america è leader di mercato, (share stimato nel 2020 del 38.8%). Si stima che l'Europa si manterrà in seconda posizione, nonostante la rapida crescita della regione Asia-Pacifica ³¹ .
Segmentazione per tipo di materiale e per applicazione	Tipo di materiale: Materiali piezo-elettrici, biomimetici, magnetostrittivi, materiali a memoria di forma, materiali termo-responsivi e idrogeli smart. In base all'applicazione: materiali strutturali, attuatori e motori, trasduttori, dispositivi per energy harvesting e strutture meccaniche (inclusi i costrutti biomeccanici propri della medicina rigenerativa).
Principali settori	Aerospazio e difesa, automotive, elettronica di consumo, salute, sport e tempo libero, settore agroalimentare, packaging, ingegneria civile ecc..

Le superfici e i compositi di interesse per la Roadmap n. 2 possono essere basati su materiali molto diversi tra loro quali piezoceramici, leghe e polimeri a memoria di forma, materiali magnetici

²⁸ <https://www.transparencymarketresearch.com/smart-materials-market.html>

²⁹ <https://www.alliedmarketresearch.com/smart-material-market>

³⁰ <https://www.alliedmarketresearch.com/smart-material-market>

³¹ <https://www.transparencymarketresearch.com/smart-materials-market.html>

o elettroattivi, fibre ottiche o di carbonio, materiali termoelettrici o termo-attivi e infine polimeri e ceramici bioattivi e biomimetici, cioè che mimano il comportamento delle strutture biologiche per raggiungere caratteristiche complesse. L'area coinvolge in maniera interdisciplinare campi diversi delle scienze chimiche, fisiche, biologiche, elettroniche e dei materiali.

Il processo di identificazione e definizione della Roadmap n. 2 si è avvalso anche della attività di confronto e scambio a livello internazionale che la ASEV, soggetto Gestore del DT Materiali, sta conducendo assieme alla Regione Toscana nell'ambito del network Europeo NMP-REG "Delivering Nanotechnologies, advanced Materials and Production to REGional manufacturing" (INTERREG EUROPE).

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

La rappresentazione grafica della roadmap, divisa in azioni di sviluppo tecnologico e di applicazione in specifici ambiti produttivi è disponibile in "Allegato I – Rappresentazione Grafica delle Roadmap". Per poter mettere in relazione le attività alla rappresentazione grafica della roadmap, ogni attività è numerata.

	Tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Biomedicale, nanosensistica e elettronica di avanguardia	1. Sistemi di diagnostica ultrasensibile sia per applicazioni intracorporee, sia di tipo lab-on-chip- Esempi: biosensori Lab-On-Chip basati su microfluidica e onde acustiche di superficie. con l'utilizzo di materiali biocompatibili e piezoelettrici. Sviluppo di prototipi ultrasensibili per la rivelazione di biomarker (es. marker di cancro) in fluidi biologici (es. sangue).	2018-2022	Barriere tecnologiche, costi elevati

	<p>2. Sviluppo di materiali biomimetici e bioattivi (capaci di adattarsi e rispondere all'ambiente fisiopatologico, modificando una o più delle loro proprietà) per l'ingegneria tissutale e la medicina rigenerativa (es. cartilagine artificiale e rigenerazione ossea, rigenerazione nervosa, sostituti vitreali e del cristallino, rigenerazione nervosa, pelle artificiale, ecc.). La generazione di nuovi biomateriali per supportare i meccanismi di auto-guarigione del corpo presenta due grandi sfide: la compatibilità biologica e meccanica. La combinazione di molecole di segnalazione con i nuovi materiali può portare ad un incremento della compatibilità biologica tra il tessuto ingegnerizzato ed il paziente. Per quanto riguarda la compatibilità meccanica i materiali progettati devono garantire l'integrità strutturale durante il riassorbimento fino alla completa realizzazione di nuovi tessuti.</p>	<p>2018-2020 sviluppo 2020-2022 dimostrazione</p>	<p>Regolamentazione e uso in clinica</p>	
	<p>3. Sviluppo e messa a punto di specifici banchi prova per l'analisi in-vitro dei nuovi materiali smart e sviluppo e messa a punto di specifici ambienti di simulazione numerica per l'analisi in-silico.</p>	<p>2018-2025</p>	<p>Costi elevati</p>	
	<p>4. Miglioramento delle tecnologie e dei sistemi di diagnostica in particolare on-chip e/o realizzazione di (bio e nano) sensori altamente selettivi e sensibili per monitoraggio (es: biologico, ambientale, alimentare, biomedicale) Tra le possibili tecnologie: nanofili in argento, fotografting con molecole specifiche, sensori chimici resistivi nano/microstrutturati ad ossidi di metallo per i monitoraggio ambientale, biosensori lab-On-Chip basati su microfluidica e onde acustiche di superficie da utilizzare per la rivelazione di biomarker in fluidi biologici).</p>	<p>2018-2022</p>	<p>Riproducibilità e stabilità</p>	
	<p>5. Implementazione di nanotecnologie e sviluppo di materiali da impiegare in combinazione con sensori a fibra ottica commerciali, per il potenziamento delle attuali tecniche diagnostiche basate sui principi della biofisica. Le proprietà ottiche e funzionali dei materiali sviluppati permetteranno lo sviluppo di tecniche diagnostiche rapide e altamente sensibili.</p>	<p>2018-2020 (sviluppo); 2022-2025 (adozione)</p>	<p>Sviluppo: standardizzazione e protocolli e dati di analisi. Adozione: validazione clinica e certificazione</p>	

	6. Sviluppo di tecnologie dedicate per la realizzazione di nanostrutture innovative in materiali plastici o nanocompositi, ad emissione di luce, polimeri conduttivi, o basati su sistemi piezoelettrici. Applicazioni: tessuti attivi, in grado di generare energia, nanostrutture su supporti flessibili e conformabili su qualsiasi superficie, nanostrutture e microstrutture basate su biomateriali, in grado di interfacciarsi con cellule e tessuti, per lo studio ed il controllo del comportamento cellulare.	2018-2020	Barriere tecnologiche, costi elevati
	7. Materiali, tecnologie e componenti attivi per l'elettronica e l'optoelettronica: es. preparazione di materiali ibridi per dispersione di nanocariche semiconduttrici in matrici polimeriche attraverso metodologie sintetiche diverse; ottimizzazione grafene e sviluppo di nuovi materiali per l'elettronica 2D.	2020-2022	Forte competizione internazionale
	8. Sviluppo di materiali ad alte prestazioni elettriche per il biomedicale, elettronica, sensoristica e comunicazioni.	2022-2025	Barriere tecnologiche, costi elevati
	9. Miniaturizzazione e studio sperimentale di memorie logiche (Random Access Memory RAM) per la nanoelettronica superconduttiva (memorie RAM ultraveloci non-volatili e a basso consumo energetico).	2018-2022	Forte competizione internazionale
	10. Nanotecnologie semiconduttive per lo sviluppo di detector ultrasensibili di onde elettromagnetiche nel lontano e medio infrarosso. Sensori da utilizzarsi nel monitoraggio ambientale, biomedicale e nella sicurezza (armi, sostanze illecite ed altri oggetti offensivi in materiale non metallico).	2018-2022	Forte competizione internazionale
	11. Sviluppo di materiali riconfigurabili ad alte prestazioni elettromagnetiche per antenne e dispositivi a microonde, sensoristica e applicazioni biomediche.	2022-2025	Barriere tecnologiche, competizione internazionale
	Manifatturiero	12. Dispositivi di sensoristica basati sull'ingegnerizzazione delle deformazioni nel grafene o in altri materiali bidimensionali (sensori di pressione, temperatura e campi elettromagnetici che operino in condizioni di pressione e/o temperatura ambientale).	2020-2022

	13. Sviluppo e ottimizzazione di coating, compositi e tessuti multifunzionali e sensorizzati e/o nanostrutturati in grado di rispondere agli stimoli ambientali (e.s. cambiamento di pH, luce con l'utilizzo di fluorofori, temperatura) e/o rispondere a urti/determinare la presenza di microfratture (es. materiali pressure responsive irreversibili).	2020-2022	Barriere tecnologiche. Difficoltà del tessuto industriale toscano di upscaling industriale nella produzione dei sensori
	14. Smart, active and intelligent packaging	2018-2020	Per applicazioni nell'ambito alimentare l'imballaggio deve rispettare le normative relative ai MOCA
	15. Sintesi di gruppi prostetici e amminoacidi non naturali. Inserimento e stabilizzazione in membrane sintetiche e biologiche per applicazioni industriali (catalizzatori, controllo delle fermentazioni ecc.)	2020-2025	Competizione internazionale
	16. Sviluppo e ottimizzazione di coating o compositi multifunzionali e sensorizzati nel settore lusso.	2020-2025	Requisiti di mercato
Edilizia ed efficientamento energetico	17. Materiali e superfici edili attivi capaci di ridurre l'inquinamento indoor ed urbano (anche attraverso processi produttivi innovativi).	2020-2022	Industrializzazione e produzione su larga scala
	18. Materiali ed elementi architettonici sensorizzati in grado di rispondere a stimoli ambientali per risparmio energetico e elevata durabilità: materiali e coating self healing, ibridi ceramico-polimerici a cambiamento di fase, coating IR-riflettenti, pigmenti per accumulo energia solare e riutilizzo su dispositivi elettrici.	2020-2022	Requisiti di mercato, competizione internazionale. Costi per miniaturizzazione
Agro-alimentare	19. Impiego di sostanze naturali (botanicals) in varie formulazioni, per trattamenti di superficie volti a ridurre l'uso di antibiotici e altri chemicals (es. croste di formaggi, per renderle edibili).	2018-2022	Requisiti di mercato
Produzione Energetica	20. Design, fabbricazione e studio sperimentale di materiali compositi termoelettrici realizzati a partire da nanostrutture di semiconduttore (nanofili e materiali compositi realizzati a partire di array di nanofili) per generatori termoelettrici ad elevata efficienza. Progettazione, sviluppo e testing di moduli termoelettrici.	2020-2022	Requisiti di mercato, competizione internazionale. Costi per miniaturizzazione

	21. Nuovi materiali (es. nanomateriali compositi e/o a conducibilità mista per generazione e/o accumulo di energia ad elevata densità; nuove leghe ottenute per elettrodeposizione) per celle a combustibile, batterie, supercapacitori, trasformatori, fotovoltaico	2018-2022	Competizione internazionale
	22. Materiali funzionalizzati per l'immagazzinamento di idrogeno e sviluppo di nuove tecnologie per quantificare l'ammontare di idrogeno immagazzinato (es. grafene, funzionalizzato con metalli o molecole adatte al fisisorbimento e/o chemisorbimento di idrogeno e tecniche di misura diretta dell'energia liberata nel suo adsorbimento; nanostrutture 3D)	2018-2020; 2020-2022 (nanostrutture 3D)	Competizione internazionale
	23. Design e sintesi di materiali a base carboniosa e/o carboniosa etero-dopata (N, B, S), gerarchicamente organizzati per applicazioni in processi catalitici di interesse industriale. Sviluppo di sistemi catalitici a singola fase per applicazioni di interesse energetico e ambientale.	2018-2020	Competizione internazionale
	24. Produzione di idrogeno e di combustibili solari per via fotocatalitica.	2020-2025	Competizione internazionale
	25. Materiali e soluzioni per il Fotovoltaico. Esempi: fotovoltaico a base ibrida organico-inorganico; Fotovoltaico innovativo per applicazioni in campo architettonico sia per esterni che per interni (DSSC) e a base perovskitica. Fotovoltaico basato su fotoconcentratori solari luminescenti.	2018-2022	Competizione internazionale. Basso TRL per fotovoltaico basato su fotoconcentratori solari luminescenti.
Trasversale	26. Sviluppo di modelli numerici multiscala (molecolare, nano/microscala, macroscala) per la caratterizzazione del comportamento dei nuovi materiali (elettromagnetico, termico, meccanico, chimico ecc.). I metodi sviluppati devono essere integrati in ambienti user friendly adatti a non- e semi-specialisti. Maggiori ambiti applicativi: biomedicale, elettronica, energia, sensoristica, comunicazioni	2018-2020	Bassa propensione dell'industria ad investire nella modellazione teorica

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap³².

³² Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

	Principali Contesti Territoriali
Biomedicale, nanosensoristica e elettronica di avanguardia	Life Science; settore medicale e biomedicale; diagnostica (Siena, Pisa, Firenze) Settore ICT (Pisa)
Manifatturiero	Area tessile (Prato) Settore biomedicale (Pisa)
Edilizia ed efficientamento energetico	Settore Ceramico (Firenze)
Agro-alimentare	Settore enologico (ad es. Chianti), oleario (province Firenze, Prato), orticoltura (province Siena, Grosseto e Firenze), vivaistica (Pistoia)
Produzione Energetica	Energie rinnovabili (Grosseto, Pisa)

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La natura multidisciplinare della Roadmap 2 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano vasti e numerosi, principalmente legati alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici e laboratori interuniversitari della regione nelle province di Firenze, Pisa, Siena e Lucca.

La presenza di numerose collaborazioni e progetti di ricerca e industriali sia a livello nazionale che Europeo dimostra il rilievo di tali bacini territoriali, che hanno una posizione di leadership per esempio nella nanoelettronica e optoelettronica avanzata e delle nanotecnologie (e la loro caratterizzazione) nell'area della salute e del settore manifatturiero tra cui il settore tessile e il packaging alimentare.

Di seguito i principali stakeholder regionali e i principali competitors extra regionali e la lista dei progetti europei. La lista dei progetti regionali e nazionali si trova invece in "Allegato II – Lista dei progetti nazionali, regionali ed europei di rilevanza per le Roadmap".

Principali stakeholders regionali industriali e di ricerca (sviluppo/applicazione)

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Nome	Tipo
ABSTRAQT Srl (Lucca)	Industria
Aerospazio Tecnologie Srl (Rapolano Terme – SI)	Industria
Archa Srl (Pisa)	Industria
Baker Hughes Srl, a GE company (ex Nuovo Pignone Tecnologie Srl) (Firenze)	Industria
Biomerieux Italia Spa (Bagno a Ripoli – FI)	Industria
Cabro Spa (Arezzo)	Industria
Centro Interdipartimentale “E.Piaggio” – Centro di ricerca di Bioingegneria e Robotica – Università di Pisa	Ricerca
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
CNR – ICCOM Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (Firenze - Pisa)	Ricerca
CNR – IFAC Istituto di Fisica Applicata (Sesto F.no – FI)	Ricerca
CNR – IPCF- Istituto per i Processi Chimico Fisici (Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
Consorzio Polo Tecnologico Magona (Livorno)	Industria
Cooperativa Archeologia (Firenze)	Industria
Cromology Italia Spa (Porcari – LU)	Industria
D-Orbit Srl (Sesto F.no – FI)	Industria
Emmetex Srl (Montespertoli – FI)	Industria
Exosomics Siena Spa	Industria
Femto Engineering Srl (San Casciano Val di Pesa – FI)	Industria
Fondazione Toscana G. Monasterio (Massa)	Ricerca
GlaxoSmithKline Vaccines Srl (Siena)	Industria
Grado Zero Espace Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
GRINT (Empoli – FI)	Industria
GSK Srl (Siena)	Industria
IDS Ingegneria dei Sistemi Spa (Pisa)	Industria
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
Industria Farmaceutica Galenica Senese Srl (Monteroni d’Arbia – SI)	Industria

INDUSTRIE TESTI Spa (Empoli – FI)	Industria
INTECS Solutions Spa (Ospedaletto – Pisa)	Industria
Irplast Spa (Empoli – FI)	Industria
Italnastrì Spa (Cerreto Guidi – FI)	Industria
LaborChimica Srl (Arezzo)	Industria
Lega COOP Toscana (Firenze)	Industria
Lem Srl (Levane-Buccine – AR)	Industria
LENS European Laboratory for Non-linear Spectroscopy (Firenze)	Ricerca
Light4Tech Srl (Scandicci – FI)	Industria
LMPE Srl (Capannori – LU)	Ricerca
Lucense Srl (Lucca)	Industria
Martelli Srl (Firenze)	Industria
Menarini Srl (Firenze)	Industria
Microtest Srl (Altopascio – LU)	Industria
N.T. Laboratory Srl (Calenzano-FI)	Industria
Nanesa Srl (Arezzo)	Industria
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
R.i.CO. Srl (Montacchiello – PI)	Industria
Rina Consulting Spa (Viareggio – LU)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio SMART (Pisa)	Ricerca
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
Scuola Superiore di Studi Universitari e Perfezionamento Sant’Anna (Pisa)	Ricerca
Selene Spa (Lucca)	Industria
Sifra Srl (Montemurlo — PO e Pistoia)	Industria
Sitael Spa (Grosseto)	Industria
SpinPET Srl (Pontedera – PI)	Industria
Technores Srl (Prato)	Industria
Tioxide Srl (Scarlino – GR)	Industria
TOSTI Srl (Castel del Piano – GR)	Industria
Unibloc Srl (Poggibonsi – SI)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento Di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca
Università di Siena – Dipartimento di Ingegneria dell’Informazione e Scienze Matematiche; Laboratorio Elettromagnetismo Applicato, DIISM	Ricerca
Valmet Plating Srl (Calenzano – FI)	Industria
Wave Up Srl (Siena)	Industria
Zamak Srl (Levane e Buccine – AR)	Industria

Stakeholders/competitors extra regionali

In base all'analisi di mercato effettuata, i principali competitors industriali internazionali/extra regionali sono:

- Advanced Cerametrics, Inc., Channel Technologies Group, LLC, Wright Medical Group, Inc., CeramTec GmbH, APC International, Ltd., Kyocera Corporation, TDK Corporation, LORD Corporation, CTS Corporation and NOLIAK A/S.

Esempi di principali stakeholders nell'ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono:

Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, NASA (US), MIT (US), CEA- Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (Francia), Fraunhofer Gesellschaft Zur Foerderung Der Angewandten Forschung E.V. (Germania), KIT - Karlsruher Institut Fuer Technologie (Germania), VITO (Belgio), Katholieke Universiteit Leuven (Belgio).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- principali partner europei.

Principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo)

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani
AGRIMAX	H2020 BBI PPP 2015	Garantire la massima sostenibilità economica e ambientale delle aziende agricole e alimentari in Europa e fornire nuove biocompound ai settori chimico, bioplastico, alimentare, dei fertilizzanti, packaging e agricolo, attraverso l'applicazione di processi di biorefinery per la valorizzazione delle colture e dei rifiuti derivanti dall'elaborazione dei prodotti alimentari	CNR - IPCF, CERTEMA
AMC - Metamaterial antennas for broadband connectivity	Progetto interamente finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme-ITT AO/1-7992/14/NL/MH	Progetto e realizzazione di un prototipo di antenna a superficie artificiale a fascio riconfigurabile in banda Ka	Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze Matematiche – Università di Siena

BIOBOTTLE	FP7-SME-2013, Activity type: FP7- SME-2013-1 Research for SMEs	Sviluppo di formulazioni per la realizzazione di manufatti biodegradabili e compostabili per l'industria alimentare (latte e prodotti caseari)	CNR - IPCF
BIOCLEAN "Biotechnological solutions for the degradation of synthetic polymeric materials"	H2020- MSCA- ITN-2016	Ruolo dei biofilm in superfici di utilizzo quotidiano	CSGI - Università di Firenze, Università di Siena
BSSI - Beam Shaping by Surface Impedance Control	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme ITT AO/1- 7507/13/NL/MH	Studio dell'impiego di superfici artificiali all'interno di antenne a tromba in banda Ku per il controllo/miglioramento delle prestazioni radiative	Università di Siena
COACH	H2020-. ITN	Superfici antibatteriche per applicazione medica	Colorobbia Consulting
Comanche	EU ERC FP7	Controllo di calore in nanostrutture a stato solido	Scuola Normale Superiore - NEST
Conjugate-Matched Metasurface Enhanced Array	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA)RFP: PFLPTE/MH/yc/5 45.2013	Progetto di un'antenna a basata su superfici artificiali per la calibrazione di radar transponder di terra in banda UHF	Università di Siena
Dibbiopack	FP7 NMP.2011.LARG E.5 -	Sviluppo di nanocompositi multifunzionali a matrice polimerica biodegradabile adatti all'imballaggio mediante metodi di injection e blow extrusion: miglioramento delle proprietà strutturali e barriera, conferimento di proprietà funzionali e intelligenti nel rispetto della sostenibilità	CNR ICCOM, INSTM
DMC-MALVEC	EU H2020	Sviluppo e produzione di un nuovo sistema per la processazione di un disco in microfluidica (Lab on a chip) in grado di rilevare parametri per il monitoraggio delle zanzare portatrici della Malaria	N.T. Laboratory Srl

DragOnFly - Electronically Steerable Low Drag Aeronautical Antenna	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Olandese nell'ambito del programma ARTES 5.1- ITT AO/1- 8177/15/NL/CLP	Progetto e realizzazione di un prototipo di schermo basato su superfici artificiali per l'incremento dell'angolo di scansione di fascio di un array fasato in banda Ka	Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze Matematiche – Università di Siena
Enhanced Radiofrequency Behavior- Multi-Layer Insulation	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Innovation Triangle Initiative	Studio dell'impiego di superfici artificiali stampate su coperte termiche per disaccoppiare antenne a bordo di satelliti	Università di Siena
Graphene Flagship	H2020 No. 696656- GrapheneCore1.	Materiali bidimensionali e loro applicazioni tecnologiche	Scuola Normale Superiore - NEST
ISS-FLOW "Intelligent Structuring Systems for Complex Flowing Products"	FP7-PEOPLE-2013-IAPP - Marie Curie Action	Strutturazioni innovative per il flusso di fluidi complessi	CSGI - Università di Firenze,
LCDA - Low-Complexity data Downlink Antenna	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme RFQ 3- 14115/14/NL/GLC /al	Progetto e realizzazione di un prototipo di antenna planare a basso costo, basata su superfici artificiali, con fascio sagomato per applicazioni di osservazione terrestre da satellite in banda Ka	Università di Siena
LEGUVAL	FP7-SME-2012-2	Recupero e valorizzazione di scarti alimentari per la realizzazione di materiali plastici biodegradabili e compostabili	CNR - IPCF
MIR-BOSE	FET OPEN HORIZON 2020	Dispositivi optoelettronici nel medio IR e Thz	Scuola Normale Superiore - NEST
NANOFORART	FP7 - ENV-NMP.2011.2.2-5; ENV-NMP.2011.3.2.1-1	Nanomateriali per la conservazione dei Beni Culturali	CSGI - Università di Firenze

NANOII - Nanoscopically-guided induction and expansion of regulatory hematopoietic cells to treat autoimmune and inflammatory processes	FP7-NMP-2008-LARGE-2	Cell chip per l'espansione ex-vivo di cellule ematopoietiche per trattare processi infiammatori e autoimmuni	Scuola Normale Superiore - NEST
NANOJETS	EU ERC FP7	Nanofibre polimeriche per applicazioni optoelettroniche	Scuola Normale Superiore - NEST
NANORESTART "NANOmaterials for the REStoration of works of ART"	H2020-NMBP-21-2014	Nanomaterial per il restauro di beni artistici	CSGI - Università di Firenze
NEMO	EU	Nanowire electro-mechanical-optical systems	Scuola Normale Superiore - NEST
NMP REG - Delivering NMP to REGIONal manufacturing	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call I°)	Il progetto NMP REG prevede lo scambio di esperienze e la redazione di un "Action Plan" per migliorare le politiche a supporto dell'applicazione di nanotecnologie, nuovi materiali e nuove tecnologie di produzione (NMP) per sostenere una competitività regionale intelligente, sostenibile e inclusiva	ASEV - Agenzia lo sviluppo empoese Valdelsa
PERFORMANCE	EU – FP7	Personalised approaches to food production and distribution	CERTEMA
PHENOMEN	FET OPEN HORIZON 2020	Circuiti fotonici per optomeccanica	Scuola Normale Superiore - NEST
PHOSPUN	EU ERC Horizon 2020	Funzionalizzazione del fosforene	Scuola Normale Superiore - NEST
RESPOC	EU - FP7	Sviluppo e produzione di un nuovo sistema per la processazione di una cartuccia in microfluidica (Lab on a chip) in grado di rilevare patogeni respiratori (B. pertussis e S. pneumoniae) nei neonati	N.T. Laboratory Srl

SARA - Shared aperture reflector antenna	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme RFQ 3-13593/12/NL/GLC /fe	Studio dell'impiego di una superficie artificiale stampata su riflettori per la sagomatura del fascio radiante in banda SHF per broadcast televisivo	Università di Siena
Scalable low-mass low-envelope high to-very-high gain antenna	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme ITT: AO/1-7069/12/NL/MH	Progetto e realizzazione di due prototipi di antenne planari a basso costo, basate su superfici artificiali (metasuperfici), per applicazioni di controllo remoto di sonde per missioni spaziali in banda X	Università di Siena
Sprint	EU ERC Horizon 2020	Risonatori laser nel THz ad impulsi corti	Scuola Normale Superiore - NEST
ULTRAQCL	EU FET-OPEN Horizon 2020	Laser ad impulsi corti nel THz	Scuola Normale Superiore - NEST
xPRINT - 4-Dimensional printing for adaptive optoelectronic components	ERC-CoG-2015 - ERC Consolidator Grant	Stampa 4D per componenti optoelettronici	Scuola Normale Superiore - NEST

Esempi di partner europei

- **Centri di Ricerca/Università:** Fraunhofer Gesellschaft zur Foerderung der Angewandten Forschung E.V. (Germania), KIT - Karlsruher Institut fuer Technologie (Germania), Technische Universitaet Wien (Austria), University College London (Regno Unito), University of Manchester (Regno Unito), University of Bristol (Regno Unito), CEA - Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (Francia), University College Cork (Irlanda), Katholieke Universiteit Leuven (Belgio), The Art Institute of Chicago (USA), Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasile).
- **Industrie:** Procter and Gamble (USA – collaborazione con filiale italiana), Lafarge (Germania), Acciona (Spagna), Wiedemann GMBH (Germania), Tecnologia Navarra de Nanoproductos SI (Spagna), Akzo Nobel (Svezia), Arkema (Francia).

5.3. Roadmap n. 3 - Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi

Roadmap n. 3 - Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

- tecnologie da sviluppare;
- gli ambiti di applicazione;
- principali contesti territoriali di applicazione;
- target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (attività target, tempi, fattori critici).

L'attività svolta negli anni scorsi nel mondo della ricerca nel campo dell'**incapsulamento, caricamento, targeting e rilascio di principi attivi** ha portato allo sviluppo di materiali e tecnologie sempre più efficienti ed a costi sempre più contenuti.

Il mercato dei materiali e nanotecnologie per delivery di composti e principi attivi ha un impatto potenziale su molti settori applicativi (medicina, farmaceutica, nutraceutica e agricoltura) ma ad oggi è difficilmente quantificabile nel suo complesso. Tuttavia per avere un'idea di quanto sia promettente, è stato studiato, a titolo di esempio, il mercato delle nanotecnologie per il drug delivery, la cui descrizione è fornita nella tabella sottostante.

Mercato globale delle nanotecnologie per il drug delivery	
Grandezza del mercato	168 miliardi di dollari nel 2016 ³³ .
Trend evolutivo	319 miliardi di dollari nel 2021, con una crescita media annua del 10.4% ³⁴ .
Posizionamento geografico	Il Nord America domina il mercato, la crescita del quale è supportata dall'aumentata incidenza di malattie croniche come il cancro e il diabete. L'Europa è al secondo posto e la sua crescita è favorita dalla vivacità dell'industria biotecnologia e farmaceutica europea. <u>I dati Eurostat infatti mostrano che l'Europa è molto attiva in questo ambito con 97 startups, 64 SMEs, e 38 grandi aziende nel campo farmaceutico o dei dispositivi medici</u> ³⁵ . Si stima che l'area dell'America Latina mostrerà la crescita più elevata nei prossimi anni.
Segmentazione per tecnologia	Nanocristalli, nanoparticelle d'oro, altre nanoparticelle, dendrimeri, micelle, liposomi, fullereni, nanotubi di carboni e altro.
Principali aree applicative	Neurologia, Oncologia, Cardiovascolare/Fisiologia, azioni Anti-infiammatorie/ Immunologia, azioni anti-infettive.

In particolare, i materiali oggetto della Roadmap n. 3 **stanno trovando applicazione in prodotti** da utilizzare nell'ambito della **medicina** e in particolare della **teranostica**, cioè lo sviluppo di nuove tecnologie mirate sia alla diagnosi precoce sia alla cura di numerose patologie (tumori,

³³ <https://www.giiresearch.com/report/ksp346267-advanced-targeted-drug-delivery-market.html>

³⁴ <https://www.giiresearch.com/report/ksp346267-advanced-targeted-drug-delivery-market.html>

³⁵ <https://www.transparencymarketresearch.com/nanotechnology-drug-delivery.html>

neuropatie, infezioni batteriche e virali ...) in modo combinato, della **nutraceutica e della farmacologia, del packaging alimentare e della cosmetica, del settore alimentare**, così come promettono interessanti applicazioni **in agricoltura** nel campo dei **fertilizzanti** e dei **fitofarmaci**. Nel packaging, organizzato su produzioni di più vasta scala, è importante che l'utilizzo di nanotecnologie possa avvenire preferenzialmente attraverso l'uso di tecnologie industriali tradizionali o mediante ridotta modifica delle stesse in modo da ridurre gli eventuali investimenti in un settore che ha margini di guadagno piuttosto limitati. Grazie a questi interventi i settori farmaceutici, alimentari e cosmetici (già ben radicati nel territorio regionale) potrebbero trarre enormi benefici dallo sviluppo di questa area; per l'agricoltura siamo ancora a livello di scommesse, ma le premesse sono particolarmente attraenti.

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

La rappresentazione grafica della roadmap, divisa in azioni di sviluppo tecnologico e di applicazione in specifici ambiti produttivi è disponibile in "Allegato I – Rappresentazione Grafica delle Roadmap. Per poter mettere in relazione le attività alla rappresentazione grafica della roadmap, ogni attività è numerata.

	TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Medicina, Farmaceutica e Nutraceutica e elettronica di avanguardia	<p>1. Sviluppo di sistemi di drug delivery per un approccio teranostico nel campo del trattamento dei tumori, delle malattie neurodegenerative e delle infezioni batteriche resistenti ai trattamenti antibiotici. Sfruttamento dell'effetto ipertermico di alcuni materiali nanostrutturati. Esempi: Progettazione e realizzazione di sistemi nanodimensionati per il delivery multiplo di farmaci come dendritic polypeptide-based nanocarrier per delivery farmaci anticancro multipli e siRNA a cellule tumorali cerebrali. Uso di gabbie (cages) naturali costituite da proteine del tipo ferritina, da modificare per via biotecnologica in modo da "personalizzare" tali molecole in modo da veicolare il farmaco su cellule bersaglio. Sviluppo di linfociti ingegnerizzati con nanomateriali funzionalizzati per la diagnosi e terapia di melanoma e sclerosi multipla. Ottimizzazione e validazione dell'impiego di peptidi ramificati su nanoparticelle per targeting di cellule tumorali a fini diagnostici e teranostici antitumorali. Materiali nanostrutturati biodegradabili all-in-one per il delivery di principi attivi che evitino l'accumulo nell'organismo di particelle metalliche dopo l'azione di interesse. Drug delivery per approcci di terapia enzimatica sostitutiva (ERT) con l'obiettivo di attraversare barriere biologiche per veicolare farmaci attraverso la barriera ematoencefalica, per il trattamento di patologie rare e di patologie neurodegenerative.</p>	2018-2025	<p>Necessità di costruire una piattaforma regionale/sovraregionale e per lo sviluppo di nanofarmaci e medicina di precisione. Assenza di finanziamenti specifici per lo sviluppo della ricerca anche in ambito industriale. Barriere tecnologiche (drug delivery selettivo) Valutazione preclinica dei nuovi teranostici</p>
	<p>2. Tecniche di incapsulamento di sistemi farmaceutici e nutraceutici con particolare attenzione alle sostanze naturali provenienti dalla filiera regionale Toscana (es. Filiera castanicola).</p>	2020-2022	Requisiti di mercato
	<p>3. Progettazione e prototipizzazione di materiali innovativi per terapie mediche avanzate e progettazione e sviluppo di materiali innovativi ad alta sensibilità per diagnostica medica (cancro, neurodegenerazione etc): implementazione della medicina di precisione. Esempi: Realizzazione di nanostrutture innovative in materiali plastici o nanocompositi, ad emissione di luce, polimeri conduttivi, o basati su sistemi piezoelettrici in grado di generare energia e di interfacciarsi con cellule e tessuti, per lo studio ed il controllo del comportamento cellulare. Ingegnerizzazione superficiale di nanostrutture carboniose (1D-2D) per la generazione di carriers macromolecolari applicati alla diagnostica in ambito bio-medico e/o al delivery controllato di farmaci in cellula.</p>	2018-2022	Stessi di TARGET 1.

	4. Sviluppo di materiali colloidali per il contrasto in Risonanza Magnetica per Immagini e per il rilascio di farmaci. Sviluppo e ottimizzazione di sistemi di interesse farmaceutico (principi attivi, carrier per delivery, formulazioni): caratterizzazione di polimorfismo, struttura, dinamica e interazioni di mediante NMR allo stato solido.	2020-2022	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	5. Sviluppo di nanofactories in GMP (cioè avvalendosi di buone pratiche standard di produzione) e di specifici banchi prova per la caratterizzazione e l'analisi in-vitro di nuovi materiali e sviluppo e messa a punto di specifici ambienti di simulazione numerica per l'analisi in-silico.	2018-2022	Standard di riferimento
	6. Nanosafety: studio della tossicità generale di nanoparticelle metalliche (es. in fettine di tessuto).	2018-2020	Valutazione del rischio
	7. Sintesi di gruppi prostetici e amminoacidi non naturali per le relative applicazioni. In particolare sviluppo id gruppi prostetici ed amminoacidi non naturali sensibili alla luce o ai campi elettrici. Inserimento in sistemi micellari o liposomiali.	2022-2025	Competizione internazionale
	8. Terapia foto dinamica per la cura dei tumori della pelle sia in ottica di cura che di diagnostica precoce. Creme fotosensibili, farmaci molecolari o vitamina PT.	2018-2022	Valutazione preclinica delle nuove terapie
Alimentari e Cosmetica	9. Incapsulamento di essenze alimentari per lo sviluppo di prodotti innovativi (essenze durature, protezione verso l'alterazione delle fragranze).	2018-2020	Costi di sviluppo
	10. Sostituzione di sostanze artificiali con quelle naturali nell'industria alimentare con l'obiettivo della clean label.	2020-2025	Standard di riferimento
	11. Trattamenti per la separazione smart di ammine biogene ed altri inquinanti microbiologici delle fasi liquide, es. vino (es. tecnologia SPION).	2020-2025	Costi di sviluppo
	12. Sviluppo di materiali ibridi nanostrutturati di tipo host-guest da utilizzare come fonte di rilascio di agenti microbici e/o agenti antiossidanti, preferibilmente di origine naturale, in polimeri adatti all'imballaggio alimentare. Materiali usabili in bulk o come rivestimento di superfici.	2020-2022	Ammissibilità al contatto con alimenti delle molecole attive. Eventuali barriere tecnologiche (dispersione a livello nano)

	13. Packaging intelligente, film plastici che danno informazioni sulla filiera del freddo, variazioni di umidità (es. mediante intercalazione di cromofori fluorescenti) sensori di freschezza dei cibi, sicurezza microbiologica e permeabilità selettiva dei gas.	2020-2022	Risposte non adatte ai limiti di rivelabilità necessari. Per applicazioni nell'ambito alimentare l'imballaggio deve rispettare le normative relative ai MOCA
	14. Microencapsulamento di sostanze bioattive compatibili con il settore cartario, imballaggio alimentare in carta ed accoppiati carta/plastici.	2020-2022	Difficoltà del tessuto industriale toscano di upscaling industriale nella produzione dei sensori
	15. Molecole "building-block" di filiere chimiche da materiali lignino-cellulosici (fibre naturali funzionalizzate per materiali compositi a matrice termoplastica, lecitina grezza per la sintesi di emulsionanti, poliidrossialcanoati (PHA e PHB).	2020-2022	Valutazione costi sostituzione attuali produzioni
	16. Sviluppo di sistemi plastificanti per il settore del packaging biodegradabile a migrazione ridotta e controllata.	2018-2020	Costi di produzione
	Agricoltura	17. Sviluppo di sistemi di rilascio controllato di macro e micronutrienti (ceramiche nano e micro porose, vetri solubili, nanocapsule, materiali nano- e microstrutturati) ed a prolungato mantenimento di umidità.	2020-2022
18. Materiali nano e microstrutturati addizionati di microrganismi utili da usare come nuovi fertilizzanti e biostimolanti per la nutrizione delle piante e difesa dai parassiti (possibilmente da materiali di riciclo).		2020-2022	Requisiti di mercato e Costi di produzione
19. Sviluppo di tecniche per la fissazione dell'azoto atmosferico (efficienza e risparmio fertilizzanti chimici, eco-sostenibilità).		2022-2025	Costi di produzione
20. Lotta ai parassiti e patogeni con sistemi mutuati dalle nanotecnologie (sistemi foto-attivi, a rilascio controllato, di fitofarmaci o agenti antagonisti, sistemi nanostrutturati per attivare la risposta immunitaria locale della pianta, etc..).		2020-2025	Requisiti di mercato e Costi di produzione
21. Materiali mono uso biodegradabili per applicazioni in campo agricolo e vivaistico (es. vasi in biocompositi degradabili a funzione fertilizzante di carta o fibra di legno, dispositivi per legare i tralci, ecc..).		2018-2020	Requisiti di mercato e Costi di produzione

	22. Pacciamature fluide biodegradabili per la riduzione delle perdite di acqua dal suolo.	2020-2022	Requisiti normativi
Trasversale	23. Verifica della compliance aziendale, relativamente alle sostanze e/o materiali che si intendono utilizzare ai Regolamenti (REACH-CLP-MISCELE-COSMETICI-BIOCIDI-PRESIDI MEDICO CHIRURGICI-DETERGENTI)	2018-2020 per REACH-CLP-MISCELE-PMC 2022-2025 per BIOCIDI	Barriere normative, che richiedono importanti investimenti da parte delle aziende, per test e valutazione efficacia prodotti (es. PMC-BIOCIDI) e per l'utilizzo dei sistemi

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap³⁶.

	Principali Contesti territoriali
Medicina, Farmaceutica, Nutraceutica e elettronica di avanguardia	Settore biomedicale - Chemicals (Pisa)
	Life Science – Farmaceutico (Siena, Firenze)
Alimentari e Cosmetica	Produzione materiali (Firenze, Lucca)
	Settore cosmesi / profumeria (Firenze)
Agricoltura	Settore enologico e oleario (province Firenze, Siena, Arezzo e Prato) , orticoltura (province Siena, Grosseto e Firenze). Settore Vivaistico (Pistoia)

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

³⁶ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La natura multidisciplinare della Roadmap 3 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano vasti e numerosi, principalmente legati alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici e laboratori interuniversitari della regione nelle province di Firenze, Pisa, Siena, Lucca e Prato.

La presenza di numerose collaborazioni e progetti di ricerca e industriali soprattutto a livello regionale e nazionale, ma anche Europeo dimostra il rilievo di tali bacini territoriali, che hanno una posizione di leadership per esempio nell'area della chimica e delle nanotecnologie per la medicina e la farmacologia nonché per il settore agro-alimentare, nell'area della fotonica e della sensoristica applicate alla diagnostica medica.

Di seguito i principali stakeholder regionali, i principali competitors extra regionali e la lista di progetti europei. La lista dei progetti regionali e nazionali si trova invece in "Allegato II – Lista dei progetti nazionali, regionali ed europei di rilevanza per le Roadmap".

Principali stakeholders regionali industriali e di ricerca (sviluppo/applicazione)

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Nome	Tipo
Archa Srl (Pisa)	Industria
Argus Chemicals (Vernio – PO)	Industria
Centro Interdipartimentale "E.Piaggio" – Centro di ricerca di Bioingegneria e Robotica – Università di Pisa	Ricerca
Centro Ricerca Energia e Ambiente – CREA Scarl.(Colle di Val d'Elsa – SI)	Ricerca
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
CNR – Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (ISE-CNR) (Firenze)	Ricerca
CNR – ICCOM Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (Firenze - Pisa)	Ricerca
CNR – IPCF- Istituto per i Processi Chimico Fisici (Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
ECOPOL Spa (Capannori –LU)	Industria
EL.EN. Spa (Calenzano – FI)	Industria
Eli Lilly Spa (Firenze)	Industria
Exosomics Siena Spa	Industria
Fondazione Toscana G. Monasterio (Massa)	Ricerca
GlaxoSmithKline Vaccines Srl (Siena)	Industria
GRINT (Empoli – FI)	Industria

IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
IMT AltI Studi (Lucca)	Ricerca
Industria Farmaceutica Galenica Senese Srl (Monteroni d'Arbia – SI)	Industria
Irplast Spa (Empoli – FI)	Industria
Istituto Fitoterapico Toscano Srl (Firenze)	Industria
Italnastri Spa (Cerreto Guidi – FI)	Industria
Laboratorio di Qualità delle Merci e Affidabilità del Prodotto – QUMA - PIN (Prato)	Ricerca
LaborChimica Srl (Arezzo)	Industria
Lega COOP Toscana (Firenze)	Industria
LMPE Srl (Capannori – LU)	Ricerca
MediBase Srl (Prato)	Industria
ORBIT – Osservatorio Regionale delle Biotecnologie per l'Innovazione Tecnologica presso Università degli Studi di Firenze C.I.B.I.A.C.I. Centro Interdipartimentale di servizi per le biotecnologie di interesse agrario chimico industriale (Firenze)	Ricerca
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Pharmitaly Srl (Firenze)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Polo Universitario Città di Prato (PIN Scarl) (Prato)	Ricerca
Rina Consulting Spa (Viareggio – LU)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio SMART (Pisa)	Ricerca
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
Scuola Superiore di Studi Universitari e Perfezionamento Sant'Anna (Pisa)	Ricerca
Selene Spa (Lucca)	Industria
Sifra Srl (Montemurlo — PO e Pistoia)	Industria
Sitael Spa (Grosseto)	Industria
Toscanita Srl (Monteriggioni – SI)	Industria
Union B.i.o. Srl (Arezzo)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento Di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Firenze- PhytoLab- Laboratorio Interdipartimentale di Tecnologia e Analisi di Preparazioni Vegetali di interesse Farmaceutico, Alimentare e Cosmetico	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca
Università Di Siena – Dip. Biotecnologie Chimica E Farmacia	Ricerca
Università Di Siena –Dipartimento di Scienze della Vita.	Ricerca

Stakeholders/competitors extra regionali

In base all'analisi di mercato effettuata, i principali competitors industriali internazionali/extra regionali sono:

- Per il settore medicale: AbbVie Inc., Amgen Inc., Celgene Corp., Johnson & Johnson, Merck & Co. Inc., Novartis International AG, Perrigo Company plc. Inoltre alcune aziende stanno unendo le forze per mobilitare ingenti investimenti nel settore. Per esempio nel 2012, Pfizer Inc., Amgen Inc., e AstraZeneca firmarono un accordo per collaborare con BIND Therapeutics per lo sviluppo di nanomedicine.

Esempi di stakeholders internazionali/extra-regionali leader nell'ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono: Harvard University (USA), MIT (USA), Caltech University, École Polytechnique Fédérale de Lausanne -EPFL (Svizzera), Università di Zurigo (Svizzera), Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS (Francia), Campus Biomedico (Roma).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- principali partner europei.

Principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo)

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani
BreakCan - Breakable Capsules and Nanoparticles for Biomolecules Delivery for the Treatment of Cancer	EuroNanoMed III JTC2017	Capsule e nanoparticelle per il delivery di biomolecole per il trattamento dei tumori	INSTM
DNA-TRAP "Delivery of Nucleic Acid-Based Therapeutics for the Treatment of Antibiotic-Resistant Pathogens"	FP7-PEOPLE-2013-IAPP - Marie Curie Action	Delivery di farmaci a base DNA	CSGI - Università di Firenze
ISS-FLOW "Intelligent Structuring Systems for Complex Flowing Products"	FP7-PEOPLE-2013-IAPP - Marie Curie Action	Strutturazioni innovative per il flusso di fluidi complessi	CSGI - Università di Firenze,
MAGMANET	Network di Eccellenza Europea	Proprietà di materiali magnetici	Colorobbia Consulting, INSTM
NANOTHER "Integration of novel NANOparticle based technology for THERapeutics and diagnosis of different types of cancer"	FP7 – NMP 2007-4.0-4	Sviluppare e valutare nanocarrier basati su nanomateriali polimerici per la detezione e la terapia di differenti tipi di tumori.	INSTM, Colorobbia, Argus Chemicals
NMTryp "New medicines for trypanosomatidic infections"	FP7- Health	Sviluppo di sistemi innovativi per farmaci con l'utilizzo di una piattaforma comune per drug discovery composta da SME e centri di ricerca.	Università di Siena

<p>PAINCAGE - The NGF system and its interplay with endocannabinoid signalling, from peripheral sensory terminals to the brain: new targets for the development of next generation drugs for neuropathic pain</p>	<p>HEALTH.2013.2.2 .1-5 - Understanding and controlling pain</p>	<p>Drug delivery per controllare il dolore causato da neuropatie</p>	<p>Scuola Normale Superiore - NEST</p>
---	--	--	--

Esempi di partner europei

- **Centri di Ricerca/università:** Joint Research Centre (Belgium), Università di Bordeaux (Francia), LEITAT (Spagna), Gaiker (Spagna), Centre National De La Recherche Scientifique (Francia), Universitat De Valencia (Spagna), The University of Manchester (Regno Unito), University College London (Regno Unito) e Universitaet Basel (Svizzera),
- **Industria:** Procter and Gamble (USA – collaborazione con filiale italiana), Nuovo Probe (Regno Unito), Vicomtech (Spagna), Feyecon (Olanda), L'Oreal (Francia – collaborazione con filiale italiana).

5.4. Roadmap n. 4 - Tecnologie e materiali per la remediation ambientale

Roadmap n. 4 - Tecnologie e materiali per la remediation ambientale

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

- tecnologie da sviluppare;
- gli ambiti di applicazione;
- principali contesti territoriali di applicazione;
- target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (attività target, tempi, fattori critici).

Nuovi materiali (nano- e foto-catalizzatori, metalli nanostrutturati, sistemi organici o inorganici nanostrutturati) e tecnologie correlate possono essere cruciali per lo sviluppo di imprese nel campo della **remediation ambientale**, un mercato in continua espansione anche grazie alle spinte della politica e legislazione europee, come è evidente dalla tabella sottostante.

Mercato globale della remediation ambientale

Grandezza del mercato	Stimato circa 83 miliardi di dollari nel 2017 ³⁷ .
Trend evolutivo	Si stima che il mercato globale raggiunga i 122,80 miliardi di dollari nel 2022, con una crescita annua del 7,5% ³⁸ . Tra i principali driver vi sono una regolazione sempre più attenta alla protezione ambientale e al crescente inquinamento, come ad esempio stringenti regolamentazioni a cui le aziende minerarie e del settore oil & gas devono sottostare o le aumentate norme di sicurezza che riguardano la qualità del terreno e delle acque.
Posizionamento geografico	Il Nord America e l'Europa occidentale rappresentano l'80% del mercato ³⁹ . Anche il Giappone è considerato un mercato importante, mentre la zona Asia-Pacifica dovrebbe vedere nei prossimi anni una considerevole crescita dovuta alla rapida industrializzazione e alla crescita del mercato dell'oil & gas in Cina.
Segmentazione per tecnologia	Deadsorbimento termico; scavo o dragaggio; remediation acquifera audiuvata da surfattante (SEAR), pompaggio e trattamenti; solidificazione e stabilizzazione; ossidazione in situ, estrazione del vapore dal suolo, bioremediation e nanoremediation.
Principali settori	Forestale e Minerario, Oil & Gas, Agricoltura, Automotive, Manifatturiero, Chimico, Portuale/Marittimo, Costruzione e Sviluppo del suolo.

La roadmap n. 4 si focalizza sulla creazione di nuovi progetti industriali sul trattamento dell'aria (fotocatalisi, e filtri in materiali organici nanostrutturati), delle acque e del suolo (tecnologie innovative basate sullo sviluppo di catalizzatori e tecniche efficienti o sull'uso di nanomateriali ad assorbimento selettivo) e sullo sviluppo di materiali e tecnologie per il monitoraggio dell'inquinamento. I settori di applicazione sono diversi, tra cui l'agricoltura (esempio settore enologico), le foreste, l'oil & gas, il minerario e le bonifiche per rimuovere i contaminanti dal suolo

³⁷ <https://www.zionmarketresearch.com/report/environmental-remediation-market>

³⁸ <https://www.zionmarketresearch.com/report/environmental-remediation-market>

³⁹ <https://www.futuremarketinsights.com/reports/environmental-remediation-technology-market>

e dalle falde acquifere, edilizia e urbanistica anche per il controllo e il monitoraggio dell'inquinamento dell'aria, i settori chimico e manifatturiero (es. lavorazione delle pelli, marmo, carta) e il siderurgico, per interventi di mitigazione e contenimento dell'inquinamento dovuto ai processi industriali.

Il processo di identificazione e definizione della Roadmap n. 4 si è avvalso anche della attività di confronto e scambio a livello internazionale che la ASEV, soggetto Gestore del DT Materiali, sta conducendo assieme alla Regione Toscana nell'ambito del network Europeo TANIA "TreAting contamination through NanoremediAtion" (programma INTERREG EUROPE).

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

La rappresentazione grafica della roadmap, divisa in azioni di sviluppo tecnologico e di applicazione in specifici ambiti produttivi è disponibile in "Allegato I – Rappresentazione Grafica delle Roadmap". Per poter mettere in relazione le attività alla rappresentazione grafica della roadmap, ogni attività è numerata.

	TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Settore Forestale, Agricoltura e Alimentare	1. Bonifiche di terreni con materiali avanzati Esempi: sistemi microstrutturati a base di metalli; materiali colloidali per l'adsorbimento di metalli inquinanti, lo sviluppo di nanomateriali biodegradabili estremamente reattivi e contenuti in nanocapsule per la bonifica ambientale di inquinanti aromatici (VOC) e coloranti).	2018-2020 (sviluppo); 2020-2022 (dimostrazione)	Costi di produzione
	2. Trattamento di acque contaminate con tecniche a base di microorganismi, microalghe e altri materiali organici; di catalizzatori; di idrogel o altri materiali contenenti nanoparticelle inorganiche o altri materiali assorbenti selettivi a base per esempio di grafene espanso o di cellulosa nanostrutturata; di materiali nano e microstrutturati per sostenere microcomunità microbiche funzionali alla bonifica ambientale, etc.	2018-2022	Costi di produzione
	3. Trattamento innovativo acque reflue derivate da processi industriali (p.e. industria enologica: valorizzazione dei reflui di cantina: fecce e vinacce, industria casearia, industria olearia).	2018-2020	Costi di investimento anche per la stagionalità delle produzioni
Oil & Gas	4. Sviluppo di sistemi per la decontaminazione del suolo e delle acque superficiali e	2018-2022	Costi di produzione

	sotterranee.		
Edilizia e Urbanistica	5. Sviluppo di sistemi di depurazione ambientale che possono collegarsi con sistemi di rilevazione ambientale (sensori o reti di rilevazione e allarme).	2018-2022	Ritardo tecnologico nello sviluppo ICT del settore
	6. Sviluppo di materiali con proprietà fotocatalitiche o anti-UV (ad esempio vernici e leganti) per la riduzione dell'invecchiamento di superfici esterne di edifici e strutture.	2018-2020	Costi elevati di produzione
	7. Ripopolamento fondali marini e recupero costiero (dunale).	2018-2022	
	8. Sviluppo di filtri per acque reflue con ottenimento di materiali in grado di trattenere metalli pesanti (rame, cadmio, piombo, zinco, mercurio, etc.) e coloranti organici nocivi (per esempio materiali basati su modifica di resine polimeriche mediante tecniche di foto-grafting).	2020-2022	Sensibilità e specificità
	9. Sviluppo di sistemi per il monitoraggio e la riduzione dell'inquinamento outdoor (ad esempio ossidi di azoto (NOx) e composti organici volatili (VOC)) e indoor (VOCs). Esempio di tecnologie: fotocatalisi, grafene.	2018-2020	Mancata maturità del mercato. Normative disattese
	10. Progettazione di materiali e di sistemi tecnologicamente avanzati per il monitoraggio e la riduzione di inquinanti ambientali di tipo farmaceutico e fitofarmaceutico. Es.: materiali capaci di "sequestrare" il farmaco quando viene eliminato rendendolo facilmente smaltibile senza conseguenze per l'ambiente.	2018-2022	Costi elevati di produzione
	11. Sviluppo di sistema portatili/ sistemi in-line per il monitoraggio in situ di metalli pesanti (esempio tecnica LIBS). Eventuale sfruttamento di tali sistemi per il recupero di scarti industriali (leghe leggere Al/Mg).	2018-2022	Per poter rispettare i limiti di rilevazione previsti dalla normativa occorre sviluppare opportuni substrati per migliorare il rapporto segnale/rumore.
	12. Sviluppo di sistemi per il monitoraggio e la riduzione dell'inquinamento dell'aria e del suolo dovuto ai processi di lavorazione (es. nella lavorazione delle pelli, marmo e della carta, nello stoccaggio del vino). Esempio di tecnologie: fotocatalisi; sviluppo di sistemi 3D porosi per la rilevazione di H2S nei vapori all'interno delle botti di conservazione del vino.	2020-2022	Costi aggiuntivi su produzioni interessate
Settori Chimico, Farmaceutico, Manifatturiero Siderurgico e Minerario			

	13. Sviluppo di materiali con alta specificità e possibilità di produzione in grandi volumi a costi contenuti, in grado di bonificare selettivamente da metalli pesanti terreni ed acque risultanti da attività minerarie in essere o concluse.	2020-2025	Costi elevati di produzione
Trasversale: Settore Bonifiche ambientali, trattamento fanghi, sedimenti inquinati e biomasse	14. Abbattimento polveri sottili rilasciate da impianti di combustione a biomassa (attivi e passivi, anche con l'utilizzo di materiali PM assorbenti).	2020-2022	Innalzamento costi di gestione; Riqualficazione centri assistenza
	15. Sviluppo di sistemi per la rilevazione ambientale di inquinanti delle acque (ioni di metalli pesanti, VOCs) o dell'aria (NOx, SOx, CO2). Esempio: Design e sintesi di nuovi materiali ibridi organici-inorganici (Metal-Organic Frameworks, MOFs) a base tiazolica e tiadiazolica per applicazioni in sensoristica luminescente.	2020-2022	Ritardo tecnologico nello sviluppo ICT del settore
	16. Approccio integrato (sviluppo e dimostrazione di materiali, tecnologie e servizi) per il settore delle bonifiche ambientali (terreni e bacini idrici), trattamento fanghi e sedimenti di dragaggio inquinati.	2018-2020 (sviluppo); 2020-2022 (dimostrazione)	Adeguamento normativo
	17. Capacità di produrre materiali per bonifica in grado di operare specificamente, in grandi quantità ed a costi contenuti. Possibilità di riuso dei materiali.	2022-2025	Costi elevati di produzione

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap⁴⁰.

	Principali Contesti Territoriali
Settore Forestale e Agricoltura	Settore florovivaistico (Pistoia)
	Settore vitivinicolo; agrifood (Grosseto, Siena, Monte Amiata)
Oil & Gas	Oil & Gas/Chemicals (Livorno, Rosignano)
Edilizia e Urbanistica	Firenze, Pisa, Siena, Livorno, Lucca
Settori Chimico, Farmaceutico, Manifatturiero e Siderurgico	Settore conciario (Ponsacco, Santa Croce)
	Settore lapideo (Massa Carrara)

⁴⁰ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

Settore Bonifiche ambientali, trattamento fanghi, sedimenti inquinati e biomasse	Settore cartario (Lucca, Pistoia) Ricadute e applicabilità sull'intero territori regionale.
Asset strategici <ul style="list-style-type: none"> • bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap; • principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione); • principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione); • posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership); • stakeholders/competitors extra regionali. 	
<p><i>Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)</i></p> <p>La focalizzazione sulla remediation ambientale della Roadmap 4 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano vasti e numerosi, legati alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici e laboratori interuniversitari nonché Istituti per la protezione e la ricerca ambientale della regione, principalmente nelle province di Firenze, Pisa, Siena, Lucca e Prato.</p> <p>Nonostante l'attenzione relativamente recente al concetto di remediation, tali bacini territoriali hanno sviluppato molte collaborazioni e progetti di ricerca su tale tema, soprattutto in ambito nazionale. Occorre sfruttare ancora di più il know-how toscano e la posizione di leadership di tali bacini per esempio nell'area della chimica, delle biotecnologie e del monitoraggio ambientale particolarmente utili per le attività di remediation.</p> <p>Di seguito i principali stakeholder regionali, i principali competitors extra regionali e la lista dei progetti europei. <u>La lista dei progetti regionali e nazionali si trova invece in "Allegato II – Lista dei progetti nazionali, regionali ed europei di rilevanza per le Roadmap"</u>.</p> <p><i>Principali stakeholders regionali industriali e di ricerca (sviluppo/applicazione)</i></p> <p>La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).</p>	
Nome	Tipo
Acea Ambiente Srl (Terni), partecipate toscane (Pontedera, Empoli, Pisa, Firenze)	Industria
ACQUE INDUSTRIALI Srl (Pontedera – PI)	Industria
Adatec Sensing & Automation Srl – Progettazione elettronica di sensoristica avanzata (Navicchio – PI)	Industria
Agroittica Toscana Soc. agr Srl (Piombino – LI)	Industria
Ambiente Sc (Carrara – MS)	Industria
ARPAT (Firenze)	Altro
ASCIT Spa (Capannori – LU)	Industria
Bartoli Spa (Capannori – LU)	Industria

Biochimie Laboratori Srl (Calenzano – FI)	Industria
Brandani Gift Group Sas (Pescia – PT)	Industria
Cabro Spa (Arezzo)	Industria
Carrara Marble Way Srl (Avenza – MS)	Industria
Centro Interdipartimentale “E.Piaggio” – Centro di ricerca di Bioingegneria e Robotica – Università di Pisa	Ricerca
Centro Ricerca Energia e Ambiente – CREA Scarl (Colle di Val d’Elsa – SI)	Ricerca
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
CEZA Srl (Pontassieve – FI)	Industria
CNR – Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (ISE-CNR) (Firenze)	Ricerca
CNR – ICCOM Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (Firenze - Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Comuni	Altro
Consorzi di Bonifica, Autorità Portuali	Altro
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
Consorzio Polo Tecnologico Magona (Livorno)	Industria
Coop. Maricoltura e Ricerca (Isola di Capraia – LI)	Industria
Cooperativa Ambiente (Massa)	Industria
Cooperativa Co.Me.A. (Asciano – SI)	Industria
Dazzini Macchine Srl – Costruzioni meccaniche per il settore escavazioni	Industria
Ecorec Srl	Industria
Enel Ricerca	Ricerca
Ergo Srl (Pisa)	Industria
F&M Fotosintetica e Microbiologica Srl (Firenze)	Industria
G.M.C. Spa– Graniti Marmi Colorati (Carrara – MS)	Industria
GEC Srl (Viareggio – LU)	Industria
Geosolutions di Giannechini Simone & C. Sas (Massarosa – LU)	Industria
Grado Zero Espace Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
INDUSTRIE BITOSSI Spa (Vinci – FI)	Industria
ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (Livorno)	Ricerca
L’AVVENIRE 1921 S.c. (Sammontana – FI)	Industria
Labromare Srl (Livorno)	Industria
Lucense Srl (Lucca)	Industria
Marwan Technology Srl (Pisa)	Industria

MaVo Sc (Vinci – FI)	Industria
Nanesa Srl (Arezzo)	Industria
NETSENS Srl (Sesto F.no - FI)	Industria
Nuova Solmine Spa Scarlino (GR)	Industria
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Raft Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
Rina Consulting Spa (Viareggio – LU)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
Simurg Ricerche Snc (Livorno)	Ricerca
Sintecnica Srl – Ingegneria civile, strutturale, geotecnica e ambientale (Cecina – LI)	Industria
Sitael Spa (Grosseto)	Industria
SprintChimica (Firenze)	Industria
Tea Sistemi Spa (Pisa)	Industria
Team Service Sas (Nanographex) (Livorno)	Altro
Terre Logiche Srl (Venturina Terme – LI)	Industria
TUV Spa (Sambuca VP – FI)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento Di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca
Università Di Siena – Dip. Biotecnologie Chimica E Farmacia	Ricerca
Valmet Plating Srl (Calenzano – FI)	Industria

Stakeholders/competitors extra regionali

In base all’analisi di mercato effettuata, i principali competitors industriali internazionali/extra regionali sono:

- Bristol Industries LLC, MWH Global Inc., Tarmac International Inc., Sequoia Environmental Remediation Inc., Environmental Remediation Resources Pty Ltd., Entact LLC, GEO Inc., ERSI, Newterra Ltd., Golder Associates Corporation, Clean Harbors, Inc.

Esempi di stakeholders internazionali/extra-regionali leader nell’ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono: Joint Research Centre (Commissione Europea. Attività per esempio ad Ispra (VA)), Università degli Studi di Milano, University of Newcastle (Regno Unito) e Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS (Francia).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- principali partner europei.

Principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo)

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani
Comanche	EU ERC FP7	Controllo di calore in nanostrutture a stato solido	Scuola Normale Superiore - NEST
DREAMS (Development of a Research Environment for Advanced Modelling of Soft matter)	EU ERC FP7	Smart materials e molecole responsive a stimoli preselezionati in matrice polimerica	Scuola Normale Superiore - SMART
FREECATs - Doped carbon nanostructures as metal-free catalysts.	FP7 (FP7, NMP-2011-2.2-4).	Sviluppo di materiali al carbonio dopati con elementi leggeri (N,B) come catalizzatori privi di metalli in applicazioni nelle energie rinnovabili (riduzione di O ₂ per via elettrochimica nelle celle a combustibile)	CNR ICCOM
MIR-BOSE	FET OPEN HORIZON 2020	Dispositivi optoelettronici nel medio IR e Thz	Scuola Normale Superiore - NEST
SC2	EU	Realizzazione di un sorbente ceramico poroso attivato con DEA per la cattura di CO ₂ nei fumi di centrali a carbone	INDUSTRIE BITOSI
SUN	FP7	Sostenibilità dei nanomateriali	Colorobbia Consulting
TANIA – TreAting contamination through Nanoremediation	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call II ^a)	Aumentare la consapevolezza e la conoscenza sul tema della nanoremediation da parte dei policy makers territoriali, principalmente per supportare ricerca e innovazione, definire una metodologia per valutazione dei trattamenti (efficacia, sicurezza e impatto ambientale) e incentivare l'uso di tecnologie innovative	Agenzia lo sviluppo empoese Valdelsa, Regione Toscana

ULTRAQCL	EU FET-OPEN Horizon 2020	Laser ad impulsi corti nel THZ	Scuola Normale Superiore - NEST
----------	-----------------------------	--------------------------------	--

Esempi di partner europei

- **Centri di Ricerca/Università:** Università di Helsinki (Finlandia), Università di Lorraine (Francia), Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS (Francia), University of Leeds (Regno Unito), Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet NTNU (Norvegia),
- **Industrie:** SICAT SARL (Francia), Prototech AS (Norvegia), Advanced Environmental Technologies Lda (Portogallo).
- **Altro:** Consiglio Regionale di Päijät-Häme (Finlandia), Consiglio Regionale di Alsace Champagne-Ardenne Lorraine (Francia), Regione di Creta (Grecia), Governo di Baranya County (Ungheria).

5.5. Roadmap n. 5 - Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un'ottica di economia circolare

Roadmap n. 5 - Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un'ottica di economia circolare

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

- tecnologie da sviluppare;
- gli ambiti di applicazione;
- principali contesti territoriali di applicazione;
- target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (attività target, tempi, fattori critici).

Il **riciclo dei materiali** di scarto da rifiuti solidi urbani (plastica, carta, vetro, alluminio, acciaio) e il recupero di metalli (preziosi e critici) e materiali da rifiuti speciali (rifiuti delle attività agri-food e manifatturiere, industria estrattiva, siderurgica, ecc.) fanghi da trattamento delle acque reflue urbane, e materiali da apparecchiature elettriche ed elettroniche, è un campo strategico da considerare, sia per le competenze presenti sia per la promozione da parte della comunità europea dell'**Economia Circolare**, approccio che incide sia su un mercato particolarmente rilevante come quello del riciclo e del trattamento dei rifiuti più in generale (sintetizzato nella tabella sottostante), sia su numerosi settori industriali che producono o usano i cosiddetti materiali "secondari", cioè riciclati.

Mercato globale del trattamento dei rifiuti (incluso il riciclo)	
Grandezza del mercato	180 miliardi di dollari nel 2015 ⁴¹ .
Trend evolutivo	300 miliardi di dollari nel 2023 ⁴² . Uno dei maggiori driver della crescita è la rapida urbanizzazione e l'aumento dei livelli di consumo di risorse come materie plastiche, carta, edibili e tessili. In particolare la crescita nel mercato del riciclo è sostenuta dalla una regolamentazione sempre più stringente.
Posizionamento geografico	Gli Stati Uniti generano circa 250 milioni di tonnellate di rifiuti, con un tasso di riciclo del 34%. Si stima che il mercato Europeo veda una crescita sostenuta. In particolare <u>nel mondo del riciclo</u> Eurostat ⁴³ indica il dettaglio del mercato per singolo materiale (vetro, plastiche, carta ecc.) notando che il mercato europeo presenta un considerevole surplus positivo, con un aumento progressivo dell'esportazioni di materiali secondari al di fuori dell'europa.

⁴¹ <https://www.gminsights.com/industry-analysis/solid-waste-management-market>

⁴² <https://www.gminsights.com/industry-analysis/solid-waste-management-market>

⁴³ http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Recycling_-_secondary_material_price_indicator

Segmentazione per attività	Raccolta, riciclo, incenerimento, discarica.
Principali settori	Considerando i settori di produzione dei rifiuti il mercato può essere segmentato nei seguenti settori principali: rifiuti urbani, apparecchiature elettroniche, agricoltura, settore forestale e fishing, minerario, costruzione, manifatturiero ed energia ⁴⁴ .

All'interno della Roadmap n. 5, nel campo del riciclo dei materiali da rifiuti solidi urbani meritano attenzione le tecnologie che permettono di attivare o migliorare il recupero e riciclo di frazioni complesse (anche attraverso interventi di progettazione in base al fine vita degli stessi prodotti immessi sul mercato) ed alle nuove tecnologie di selezione e separazione di frazioni residuali ad alto valore aggiunto. Per frazioni già separate l'utilizzo del nano-design e di nuovi processi può permettere la produzione di materiali a maggiore valore aggiunto, con espansione dei mercati basati sui materiali riciclati e recuperati.

Il processo di identificazione e definizione della Roadmap n. 5 si è avvalso anche della attività di confronto e scambio a livello internazionale che la ASEV, soggetto Gestore del DT Materiali, sta conducendo assieme alla Regione Toscana nell'ambito del network Europeo TANIA "TreAting contamination through NanoremediAtion" (programma INTERREG EUROPE).

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

La rappresentazione grafica della roadmap, divisa in azioni di sviluppo tecnologico e di applicazione in specifici ambiti produttivi è disponibile in "Allegato I – Rappresentazione Grafica delle Roadmap". Per poter mettere in relazione le attività alla rappresentazione grafica della roadmap, ogni attività è numerata.

	TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Industria del Riciclo	1. Individuazione di materiali di scarto da filiere industriali toscane e valutazione sperimentale della sostenibilità di nuove filiere industriali toscane che reimpieghino tali scarti per sostituzione di prodotto.	2018-2020	Barriere tecnologiche (performance) Produzione su larga scala. Barriere normative

⁴⁴ [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_EU-28,_2014_\(%25\)_YB17.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_EU-28,_2014_(%25)_YB17.png)

	<p>2. Bio-conversione di materiali ad alto e basso peso molecolare (i.e. processo metabolico mirato alla produzione di sostanze con elevata solubilità). L'ingegnerizzazione di un processo biotecnologico può contribuire allo smaltimento dei rifiuti urbani e industriali, agendo in particolare sui manufatti plastici a base poliidrocarburica (PE e PP). La valorizzazione di sostanze chimiche derivate da processi biotecnologici possono avere una ricaduta positiva sul sistema industriale regionale della bioeconomia.</p>	2020-2022	Competizione con produzioni consolidate, da materie prime
	<p>3. Valorizzazione delle biomasse per l'ottenimento di un prodotto di seconda trasformazione.</p>	2018-2020	Barriere tecnologiche. Regolamentazione Costi correnti superiori rispetto agli analoghi prodotti sul mercato
Settore Forestale, Agricoltura, Allevamento e Ittica	<p>4. Recupero di scarti forestali /agricoli /alimentari e loro trattamento finalizzato a nuovi processi di produzione: es. bio-refinery (con ottenimento di molecole di interesse industriale e recupero di energia). Tecnologie "Biogas to Chemicals" e "Biogas to Biomethane" per affrontare il termine della fase di supporto mediante contributi pubblici del settore biogas. Design e sintesi di materiali compositi a partire da "felts" di carbonio per trattamento di "coating" superficiale con fasi carboniose altamente idrofobiche ottenute da processi termici di componenti alimentari (zuccheri e lieviti).</p>	2018-2020	L'interesse verso il biometano è frenato dalla mancata presenza di impianti per biogas per bassi volumi
	<p>5. Recupero e valorizzazione dei reflui zootecnici, dei residui colturali e dei sottoprodotti dell'agroindustria (ad esempio casearia) , con risparmio sui costi di gestione e integrazione del reddito dell'azienda agricola e risoluzione di conflittualità ambientali e sociali. Ad esempio sfruttamento dei residui della lavorazione dell'industria alimentare per coltivare le microalghe, applicando all'interno del territorio un nuovo modello di farming basato su riduzione dei consumi e sfruttamento degli scarti della lavorazione.</p>	2018-2020	Barriere Tecnologiche. Regolamentazione Europea

Agroindustria, Alimentare e Farmaceutico	<p>6. Recupero, analisi e valorizzazione di principi nutraceutici per la funzionalizzazione di prodotti alimentari. Ad esempio: uso di scarti di produzione toscani dell'industria agroalimentare (es. oleario, conserve, vino) per la produzione di integratori proteici e probiotici, nonché additivi con specifiche funzioni. Sfruttamento dei residui della lavorazione dell'industria (es. alimentare, filiera lattiero-casearia) al fine di ridurre i consumi e sfruttare gli scarti della lavorazione. Estrazione e purificazione di composti bioattivi (pigmenti, acidi grassi e proteine) da inserire in alimenti fortificati per la nutrizione umana e/o animale ed in acquacoltura. Valorizzazione delle vinacce nel settore agro-alimentare come fonte di fibre e proteine per nuovi alimenti.</p>	2018-2020	Requisiti di mercato. Comunicazione e marketing
	<p>7. Materiali e strategie di valorizzazione di materie prime per il settore farmaceutico e cosmetico: es. produzione di cosmetici ad attività antiaging e antiossidante con molecole bioattive estratte da microalghe; nobilitazione di scarti di produzione e residui di lavorazione della castagna per la produzione di una linea cosmetica dedicata ad alto valore aggiunto. Valorizzazione di prodotti di scarto agro-alimentari attraverso l'estrazione di polifenoli dotati di peculiari proprietà antiossidanti e protettive per la salute umana da aggiungere a prodotti cosmetici e tessili. Applicazione delle biotecnologie nell'ambito della cosmetica, della nutraceutica e dei biostimolanti al fine di valorizzare frazioni organiche che altrimenti sarebbero smaltite come scarti.</p>	2018-2022	Competizione internazionale. Barriere di mercato
	<p>8. Utilizzo dei materiali biodegradabili in applicazioni specifiche (e.s. packaging alimentare) con abbattimento dell'impatto ambientale.</p>	2018-2020	Competizione internazionale
	<p>9. Nobilitazione di scarti di produzione industriale e residui di bonifiche per la produzione di materiali ad alto valore aggiunto.</p>	2020-2022	Difficile upscaling da parte delle industrie toscane

Manifatturiero e Chimico	<p>10. Utilizzo delle microalghe (e delle biotecnologie) come futura fonte alimentare, oppure per ottenimento di estratti ad attività biostimolante da introdurre sul mercato nel settore agricolo e vivaistico; oppure per la produzione di sostanze nutraceutiche o eventualmente di energia e di nuovi materiali a ridotto impatto ambientale.</p>	2020-2025	<p>Regolamentazione europea che limita l'impiego di alghe nell'industria alimentare</p>
	<p>11. Sviluppo di cementi innovativi e compositi a partire da scarti industriali e agricoli (es. proteine di scarto provenienti dalla lavorazione del formaggio, della pelle e della carne e da farine). Uso combinato di altre biomolecole (zuccheri) per lo sviluppo di nuovi materiali.</p>	2020-2025	<p>Carenza materiali di scarto per scale-up industriale. L'integrazione di scarti nei cementi porta ad un peggioramento delle proprietà dei cementi stessi, richiedendo una fase di studio in cui individuare le formulazioni efficaci</p>
	<p>12. Sviluppo di vetri o materiali ceramici da prodotti di riciclo.</p>	2018-2022	<p>Innalzamento target qualitativi</p>
	<p>13. Sperimentazione ed incentivazione nel contesto regionale per facilitare l'introduzione di scarti in processi industriali tradizionali, in modo da ridurre gli investimenti e sostituire prodotti consolidati con altri a diminuito impatto ambientale e con analoghe prestazioni.</p>	2018-2020	<p>Necessità di interventi e politiche supporto finanziario pubblico</p>
	<p>14. Sviluppo di tecniche innovative di miscelazione e modifica di miscele di polimeri (plasmix) derivanti dalla raccolta differenziata. Valorizzazione mediante funzionalizzazione dei prodotti riciclati finalizzata alla re-immissione in un nuovo ciclo industriale. (es. funzionalizzazione di miscele poliolefiniche provenienti da post consumo e re-processing in estrusore con impiego di agenti modificanti/compatibilizzanti; modifica di resine polimeriche mediante tecniche di grafting radicalico per usarle come compatibilizzanti di miscele polimeriche).</p>	2020-2022	<p>Barriere tecnologiche e standard di riferimento. Difficoltà nel proporre metodologie universali applicabili per materiali a diversa composizione</p>

	15. Recupero mediante procedure innovative di scarti della lavorazione di marmi, pelli, carta, ecc.	2018-2022	Vista la situazione delle industrie della pelle e della carta, è necessario individuare in tempi brevi dei processi capaci di valorizzare gli scarti industriali e rendere sostenibili tali attività
	16. Studio di processi alternativi "environmentally green" e ad alta efficienza per il recupero di metalli preziosi e terre rare da materiali a fine vita dell'industria orafa, chimica, automobilistica, manifatturiera in generale ed elettronica. Strategie di economia circolare per minimizzare gli scarti produttivi, recuperare internamente materie prime riutilizzabili e trasformare i reflui in materiali secondari.	2020-2022	Competizione internazionale. Tecnologia e sicurezza
	17. Recupero scorie bianche e scorie nere da fornaci ed altiforni metallurgici industriali.	2020-2025	Barriere normative legate all'uso di materiali contenenti ioni metallici
	18. Valorizzazione degli scarti contenenti ossidi di titanio dell'industria regionale come nuove materie prime.	2020-2022	Costi di recupero
Produzione energetica	19. Tecnologia H ₂ S/CO ₂ per il settore geotermico, per abbattere le emissioni di CO ₂ .	2018-2022	Competizione internazionale
	20. Recupero di metalli preziosi e sintesi di catalizzatori ad alte prestazioni.	2018-2020	Competizione internazionale
	21. Sviluppo di tecnologie per estrazione, recupero e trattamento delle frazioni bioattive dalla biomassa di micro alghe, della valorizzazione energetica dei residui ottenuti attraverso tecnologie di conversione termochimica quali pirolisi, HTC (HydroThermal Carbonization) ed HTL (HydroThermal Liquefaction, quest'ultima particolarmente idonea a processare feedstock anche con elevato contenuto di acqua).	2020-2022	Dipendenza dell'economicità dai prezzi del mercato dei combustibili fossili

Settore Trattamento Rifiuti organici (Fanghi, FORSU, Digestati e Compost)	22. Ottimizzazione del processo di trasformazione di biomasse in prodotti carboniosi ad elevato valore: recupero della frazione organica e del carbonio contenuto nei fanghi biologici di depurazione, Forsu, ecc.	2020-2022	Tempi autorizzativi per rilascio autorizzazioni impianto di trattamento e fattori ambientali di scelta sito
---	--	-----------	---

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap⁴⁵.

	Principali Contesti Territoriali
Industria del Riciclo	Settore lapideo (Massa Carrara, Lucca)
	Settore cartario (Lucca, Pistoia)
	Settore moda / tessile (Firenze, Prato)
	Settore plastica riciclata (Pontedera)
Settore Forestale, Agricoltura, Allevamento e Ittica	Settore agroforestale ed ittico (Massa Carrara, Grosseto, Siena, Pisa, Pistoia, Livorno)
Agroindustria e Alimentare	Settore vitivinicolo / oleario / agricolo (Grosseto, Siena; Firenze, Pisa, Lucca)
	Settore florovivaistico (Pistoia)
Manifatturiero, Farmaceutico e Chimico	Settore Oil & Gas & Chemicals (Livorno, Pisa)
	Settore farmaceutico (Siena)
	Settore lapideo (Massa Carrara, Lucca)
	Settore Conciario (Ponsacco, Santa Croce)
	Settore cartario (Lucca, Pistoia)
Produzione energetica	Settore orafa (Arezzo)
	Settore geotermico (Grosseto)
Settore Trattamento Rifiuti organici (Fanghi, FORSU, Digestati e Compost)	Ricadute e applicabilità sull'intero territorio regionale

⁴⁵ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La focalizzazione sul riciclo e valorizzazione della Roadmap 5 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano vasti e numerosi, legati sia alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici e laboratori interuniversitari (nelle provincie di Firenze, Pisa, Siena, Livorno e Lucca) sia agli Istituti per la protezione e la ricerca ambientale della regione e alle municipalità in tutte le provincie toscane.

La radicalizzazione del know-how relativo alla Roadmap 5 nel territorio toscano si evince tra l'altro dai numerosi progetti regionali e nazionali, ma anche europei.

Di seguito i principali stakeholder regionali, i principali competitors extra regionali e la lista dei progetti europei. La lista dei progetti regionali e nazionali si trova invece in "Allegato II – Lista dei progetti nazionali, regionali ed europei di rilevanza per le Roadmap".

Principali stakeholders regionali industriali e di ricerca (sviluppo/applicazione)

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Nome	Tipo
3Emme Srl (Massa)	Industria
Acea Ambiente Srl (Terni), partecipate toscane (Pontedera, Empoli, Pisa, Firenze)	Industria
ACQUE INDUSTRIALI Srl (Pontedera – PI)	Industria
Agroittica Toscana Soc. agr Srl (Piombino – LI)	Industria
AIT Toscana (Firenze)	Industria
ALPA Spa (Santa Croce sull'Arno – PI)	Industria
Archa Srl (Pisa)	Industria
ARPAT (Firenze)	Altro
ASCIT Spa (Capannori – LU)	Industria
Auserpolimeri Srl (Piano di Coreglia – LU)	Industria
Azienda Agricola Andrea Ulivieri (Castel del Piano – GR)	Industria
Azienda Agricola Roberto Ulivieri (Castel del Piano – GR)	Industria
Brandani Gift Group Sas (Pescia – PT)	Industria
C.R.M.Compositi Srl (Livorno)	Industria
Cabro Spa (Arezzo)	Industria
Carrara Marble Way Srl (Avenza – MS)	Industria
Catalyst Edilizia Innovativa Srl (Firenze)	Industria

Centro per l'economia Circolare (Rosignano M.mo – LI)	Ricerca
Centro Rifiuti Zero (Capannori – LU)	Industria
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
CFT Società Cooperativa (Firenze)	Industria
CIA Toscana (Firenze)	Industria
CNR – Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (ISE-CNR) (Firenze)	Ricerca
CNR – ICCOM Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (Firenze - Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Comuni	Altro
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
Consorzio Polo Tecnologico Magona (Livorno)	Industria
Coop. Maricoltura e Ricerca (Isola di Capraia – LI)	Industria
Dife Spa (Pistoia)	Industria
DTE Toscana (Distretto Tecnologico Energie Rinnovabili)	Altro
ECOPOL Spa (Capannori – LU)	Industria
F&M Fotosintetica e Microbiologica Srl (Firenze)	Industria
Faggi Spa (Sesto F.no – FI)	Industria
Femto Engineering Srl (San Casciano Val di Pesa – FI)	Industria
Fermet Srl (Pontedera – MS)	Industria
Flash Point Srl (Cascina – PI)	Industria
Galleno Plastica Srl (Montopoli in Val d'Arno – PI)	Industria
Gestori del SII (Firenze)	Industria
Grado Zero Espace Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
IED Istituto Europeo di Design (Firenze)	Ricerca
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
Industria Farmaceutica Galenica Senese Srl (Monteroni d'Arbia – SI)	Industria
INDUSTRIE BITOSSI Spa (Vinci – FI)	Industria
Irplast Spa (Empoli – FI)	Industria
ISOTECH Srl (Pontedera – PI)	Industria
ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (Livorno)	Ricerca
Italfind Srl (Pisa)	Industria
Italnastri Spa (Cerreto Guidi – FI)	Industria
LaborChimica Srl (Arezzo)	Industria
Lem Srl (Levane-Buccine – AR)	Industria

LMPE Srl (Capannori – LU)	Ricerca
Lucart Spa (Porcari – LU)	Industria
Lucense Srl (Lucca)	Industria
Marwan Technology Srl (Pisa)	Industria
Marziali Recuperi Srl (Montevarchi – AR)	Industria
Nanesa Srl (Arezzo)	Industria
Next Technology Tecnotessile Srl (Prato)	Industria
ORBIT – Osservatorio Regionale delle Biotecnologie per l'Innovazione Tecnologica presso Università degli Studi di Firenze C.I.B.I.A.C.I. Centro Interdipartimentale di servizi per le biotecnologie di interesse agrario chimico industriale (Firenze)	Ricerca
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Pontlab Srl (Pontedera – PI)	Industria
Qualiterbe Srl (Pitigliano – GR)	Industria
RETI AMBIENTE Spa (Pisa, Livorno, Lucca e Massa Carrara)	Industria
Revet Spa (Pontedera – PI)	Industria
Roccone Srl Società agricola (Piancastagnaio – SI)	Industria
Roggi Srl (Borgo Santa Rita – GR)	Industria
Rubberplast Srl (Castiglioncello – LI)	Industria
SAFIMET Spa (San Zeno – AR)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
SEGIS Spa (Poggibonsi – SI)	Industria
Selene Spa (Lucca)	Industria
Sifra Srl (Montemurlo — PO e Pistoia)	Industria
Simonelli Santi Srl (San Quirico d'Orcia – SI)	Industria
Simurg Ricerche Snc (Livorno)	Ricerca
Sniap Srl (Collesalveti – LI)	Industria
Sofidel Spa (Lucca)	Industria
SpinPET Srl (Pontedera – PI)	Industria
Toscana Ecoverde Srl (Gruppo Granchi Pomarance – PI)	Industria
Union B.i.o. Srl (Arezzo)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento Di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca
Università Di Siena – Dip. Biotecnologie Chimica E Farmacia	Ricerca
Whirlpool Srl (Siena)	Industria
Zamak Srl (Levane e Buccine – AR)	Industria

Stakeholders/competitors extra regionali

Dalla ricerca di mercato effettuata sono emersi i seguenti competitors internazionali extra-regionali industriali, per lo più legati al mondo della gestione dei rifiuti industriali (incluso anche il riciclo): Daiseki Co. Ltd. (Giappone), SembCorp (Singapore), EnviroServ Waste (Sud Africa), Remondis (Germania), Clean Harbors (USA), Republic Services (USA), Suez Environment (Francia), Veolia Environmental (Francia), Waste Management Inc.(USA) e Stericycle Inc.(USA).

Esempi di stakeholders nell'ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono: Joint Research Centre (Commissione Europea. Attività per esempio ad Ispra (VA)), Università degli Studi di Milano, University of Newcastle (Regno Unito) e Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS (Francia).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- principali partner europei.

Principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo)

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani
AGRIMAX	H2020 BBI PPP 2015	Garantire la massima sostenibilità economica e ambientale delle aziende agricole e alimentari in Europa e fornire nuove biocompound ai settori chimico, bioplastico, alimentare, dei fertilizzanti, packaging e agricolo, attraverso l'applicazione di processi di biorefinery per la valorizzazione delle colture e dei rifiuti derivanti dall'elaborazione dei prodotti alimentari	CNR - IPCF, CERTEMA
AMPHIBIAN	NMBP-03-2016, Call: H2020-NMBP-2016-2017 (NANOTECHNOLOGIES, ADVANCED MATERIALS, BIOTECHNOLOGY)	Realizzazione di magneti permanenti ibridi, a basso costo, senza uso di materiali critici	CNR-ICCOM, INSTM
ECO-PULPLAST	Programma LIFE	Riciclo scarto di pulper di cartiera	Lucense Srl; Selene Srl

LEGUVAL	FP7-SME-2012-2	Recupero e valorizzazione di scarti alimentari per la realizzazione di materiali plastici biodegradabili e compostabili	CNR - IPCF
NANOPYME	FP7-NMP-2012-SMALL-6	Magneti permanenti nanocristallini basati su ibridi metallo-ferriti	INSTM
NEOHIRE - NEODYMIUM-IRON-BORON base materials, fabrication techniques and recycling solutions to Highly REDuce the consumption of Rare Earths in Permanent Magnets for Wind Energy Application	H2020 -NMBP-03-2016	Ridurre l'utilizzo di terre rare nella produzione di turbine eoliche, attraverso nuove tecnologie e nuove strategie di riciclo	Università degli Studi di Firenze
SANOWORK "Safe nano worker exposure scenarios"	FP7-NMP-2011-SMALL-5	Safety dei nanomateriali	Colorobbia Consulting
SHREDDERSORT	FP7-ENV-2013.6.3-1	Realizzazione di in sistema LIBS per il monitoraggio online di scarti industriali	CNR – ICCOM
SUN	FP7	Sostenibilità dei nanomateriali	Colorobbia Consulting
TANIA – TreAting contamination through NanoremediAtion	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call II°)	Aumentare la consapevolezza e la conoscenza sul tema della nanoremediation da parte dei policy makers territoriali, principalmente per supportare ricerca e innovazione, definire una metodologia per valutazione dei trattamenti (efficacia, sicurezza e impatto ambientale) e incentivare l'uso di tecnologie innovative	Agenzia lo sviluppo empoese Valdelsa, Regione Toscana

Esempi di partner europei

- **Centri di Ricerca/Università:** Università di Helsinki (Finlandia), Università di Lorraine (Francia), Katholieke Universiteit Leuven (Belgio), University of Birmingham (Regno Unito), Fraunhofer Gesellschaft zur Foerderung der Angewandten Forschung E.V. (Germania)
- **Industrie:** Indar Electric SL (Spagna), Aichi Seiko Kabushiki Kaisha (Giappone) e Kolektor Magnet Technology GmbH (Germania).
- **Altro:** Consiglio Regionale di Päijät-Häme (Finlandia), Consiglio Regionale di Alsace Champagne-Ardenne Lorraine (Francia), Regione di Creta (Grecia), Governo di Baranya County (Ungheria).

5.6. Roadmap n. 6 - Materiali per la Stampa 3D

Roadmap n. 6 - Materiali per la Stampa 3D

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

- tecnologie da sviluppare;
- gli ambiti di applicazione;
- principali contesti territoriali di applicazione;
- target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (attività target, tempi, fattori critici).

La **stampa 3D (o manifattura additiva)**⁴⁶ sta portando ad una rivoluzione dell'industria manifatturiera: nel prossimo futuro si assisterà ad un passaggio da un modello centralizzato e fortemente localizzato ad un'industria "diffusa" dove potenzialmente ogni cittadino potrà diventare "produttore di beni".

La stampa 3D consente infatti la fabbricazione diretta di manufatti tridimensionali, precedentemente digitalizzati attraverso specifici software di modellazione. Nel corso degli ultimi tre decenni, sono state sviluppate una grande varietà di tecnologie di stampa 3D, che consentono di trasformare un' "idea" in un prototipo. Data l'estrema adattabilità e il rapido sviluppo di questa tecnologia, si potrà assistere nel breve periodo ad una rivoluzione trasversale in tutti i settori sia produttivi che non, dal manifatturiero al design, nel campo medico, dai servizi alle nuove tecnologie, fino ai settori della meccanica fine, dell'elettronica e dell'edilizia. Una delle sfide sarà quella di rendere facile il passaggio da una funzione prototipale di questa tecnologia ad una più meramente produttiva.

Il mercato della manifattura additiva appare ad alto potenziale di crescita (vedi tabella sottostante) ed in ambito Europeo c'è grande fermento, da parte della commissione e di note aziende del settore⁴⁷, con l'obiettivo di definire le linee prioritarie della ricerca in questo settore⁴⁸.

Mercato globale della stampa 3D (o manifattura additiva)	
Grandezza del mercato	Stampa 3D senza i materiali: 2.7 miliardi di dollari nel 2014. Materiali per stampa 3D: 304 milioni di dollari nel 2014 ⁴⁹ .
Trend evolutivo	Stampa 3D senza i materiali: 11,14 miliardi di dollari nel 2020, con una crescita media annua del 20,9%. Materiali per stampa 3D: 1,1 miliardo di dollari nel 2020, con una crescita media annua del 19,3% ⁵⁰ .

⁴⁶ Nel presente documento è stato utilizzato il termine di Stampa 3D piuttosto che di Manifattura Additiva (Additive Manufacturing), perché generalmente più immediatamente comprensibile per i potenziali stakeholder del documento, provenienti da settori diversi.

⁴⁷ AM Platform (<http://www.rm-platform.com/>), che include i principali stakeholder europei nel settore della stampa 3D.

⁴⁸ Si veda la Roadmap del progetto FOFAM (2016) e il suo follow-up (AM-MOTION), la cui roadmap completa sarà resa disponibile a Giugno 2018. Alcuni lavori preparatori sono disponibili su www.am-motion.eu.

⁴⁹ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/additive-manufacturing-material-market-167268760.html>

	Tra i principali driver di crescita vi sono la crescita nell'industrializzazione e la richiesta di prodotti dal design complesso.
Posizionamento geografico	L'America del Nord è la regione leader di mercato. Tuttavia si stima che sia il mercato europeo sia quello della regione Asia-Pacifica avranno un alto tasso di crescita.
Segmentazione per tecnologia	Stereo-litografia (SLA), Binder-jetting, poly-jet, laser sintering, Electron Beam Melting (EBM), Fused Deposition Modelling (FDM), Laminated Object Manufacturing (LOM), stampa 3D inkjet (3DP).
Segmentazione per materiale	Plastiche, metalli, ceramici e altro (cera, carta ecc.).
Principali settori	Aerospazio, Automotive, Prodotti di Consumo, Salute, Difesa, Macchine e Utensili industriali, Energia, Elettronica, Edilizia e Architettura, Ricerca e Istruzione. Si stima che il settore maggiormente in crescita sarà quello della salute.

La Roadmap n. 6 si focalizza sui materiali per la stampa 3D, le cui tecnologie sono estremamente diversificate. Si va dalla semplice ed economica tecnologia FDM ("Fused Deposition Modelling"), che utilizza filamenti polimerici termoplastici fusi e risolidificati, alla tecnologia DLP, che usa resine polimeriche liquide fotopolimerizzate, alla tecnologia SLA (Stereolitografia 3D), che utilizza polveri polimeriche sinterizzate via laser, alle tecniche via laser o cannone elettronico che utilizzano polveri metalliche fuse o sinterizzate, alle tecnologie che utilizzano materiali ceramici in soluzione.

Ognuna di queste tecnologie richiede lo sviluppo di nuovi materiali che rispondano a esigenze differenziate: sostenibilità ambientale, possibilità di riciclo, alta rigidità e resistenza meccanica, conducibilità elettrica e termica, specifiche proprietà funzionali.

Contrariamente a quanto avviene per le tecnologie ed i materiali tradizionali, esisterà sicuramente nel mondo della stampa 3D una stretta relazione tra **sviluppo di nuovi materiali** e sviluppo di nuovi prodotti ed il territorio toscano non può non essere pronto a raccogliere questa opportunità. Sarà infine necessario **controllare e migliorare le proprietà dei materiali**, per esempio le caratteristiche morfologiche e di resistenza termo-meccanica dal momento che questo processo, in cui il materiale è depositato strato per strato, è diverso dalla stampa tradizionale, in cui il materiale da stampare è introdotto tutto insieme nello stampo. Sarà quindi fondamentale individuare tecnologie che permettano di produrre attraverso questo processo prodotti comparabili o migliorati rispetto agli stessi ottenuti dal processo di stampa tradizionale. Allo stesso modo, lo sviluppo di materiali stampabili innovativi (in particolare materiali compositi polimerici e ceramici) permetterà la realizzazione di manufatti con proprietà non ottenibili mediante l'utilizzo di materiali di partenza convenzionali, oltre a mantenere tutti i vantaggi dell'uso di sistemi per stampaggio 3D.

La Roadmap 6 ha impatto su diversi settori, tra cui il settore medicale, dove la stampa 3D offre evidenti vantaggi nel campo dei dispositivi biomedici, dell'ingegneria tissutale, dei materiali vetroceramici. La sua peculiare abilità di produrre pezzi singoli su misura o in pochi esemplari sulla base dei bisogni specifici del medico o del paziente, unita alla possibilità di variare il prodotto da paziente a paziente senza addizionali costi, rende questa tecnologia molto promettente per questo ambito. Nonostante le grosse potenzialità, molti sono ancora i problemi irrisolti riguardanti l'aspetto regolatorio, la produzione in ambiente sterile e la necessità di realizzare materiali capaci di conservare proprietà fisiche e chimiche volute anche dopo il processo di stampaggio. Tra le tecnologie recentemente allo studio in questo settore in ambito europeo vi è il 3D bioprinting, cioè lo stampaggio di costrutti con cellule e/o proteine per applicazioni in medicina rigenerativa.

⁵⁰ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/additive-manufacturing-material-market-167268760.html>

La flessibilità e la capacità di ottenere disegni complessi è molto utile anche nei settori della meccanica fine e dell'elettronica. Infine la stampa 3D recentemente è stata impiegata a scopi dimostrativi nel campo dell'edilizia, in particolare nel utilizzo di impasti cementizi.

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

La rappresentazione grafica della roadmap, divisa in azioni di sviluppo tecnologico e di applicazione in specifici ambiti produttivi è disponibile in "Allegato I – Rappresentazione Grafica delle Roadmap". Per poter mettere in relazione le attività alla rappresentazione grafica della roadmap, ogni attività è numerata.

	TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Medicale	1. Sviluppo e dimostrazione di nanocompositi ceramici e polimerici per la stampa 3D di prodotti dentali.	2018-2022	Competizione internazionale
	2. Sviluppo stampati in 3D per applicazioni ortodontiche e selezione e caratterizzazione di materiali per tali applicazioni.	2018-2022	Barriere normative
	3. Sviluppo e dimostrazione di bioink per 3D bioprinting di costrutti per l'ingegneria dei tessuti.	2020-2025	Barriere tecnologiche (performace dei materiali) Barriere normative. Competizione internazionale
	4. Messa a punto di specifici banchi prova per l'analisi in-vitro di nuovi materiali e sviluppo e messa a punto di specifici ambienti di simulazione numerica per la progettazione e l'analisi in-silico. Ad esempio, progettazione e studio meccanicistico tramite simulazioni della fotopolimerizzazione per stampanti 3D.	2018-2022	Competizione internazionale
	5. Sviluppo e dimostrazione di materiali compositi per la stampa 3D di dispositivi medici, protesi, esoscheletri e scaffold per ingegneria tissutale. Eventuale inserimento di materiali smart (es. materiali adattativi, materiali attivi).	2018-2020	Barriere tecnologiche (performace dei materiali) Barriere normative. Competizione internazionale

Meccanica fine	6. Ridefinizione dei materiali per stampa 3D, inserimento degli additivi nanostrutturati e nano strutturanti.	2018-2020	Scale-up ed industrializzazione di nuovi materiali
	7. Nuovi componenti e oggetti per il manifatturiero e internet of things basati su materiali adattativi per la stampa 3D come FDM e SLA. (Per materiali adattativi si intendono composti in grado di modificare in maniera intelligente le proprie proprietà fisico-chimiche in risposta a stimoli ambientali, variazioni di temperatura o illuminazione, degrado).	2020-2025	Scale-up ed industrializzazione di nuovi materiali
	8. Sviluppo di nanopolveri metalliche e processi di deposizione.	2020-2022	Requisiti del mercato
	9. Sviluppo di tecniche di caratterizzazione che permettano di comparare le proprietà dei materiali prodotti con stampaggio tradizionale e con stampaggio 3D. Caratterizzazione sia dei processi di stampa che dei risultati.	2018-2022	Costi di sviluppo
	10. Tecnologie di stampa di elementi di grandi dimensioni e/o con caratteristiche specifiche per applicazione in processi industriali (stampi, forme etc.).	2018-2020	Attività fortemente correlata allo sviluppo di materiali di stampa e processi di deposizione
	11. Sviluppo di materiali polimerici o compositi, preferenzialmente contenenti polimeri da riciclo o da fonti rinnovabili, che permettano di produrre tramite stampa 3D parti e prodotti con proprietà idonee per una applicazione finale (pezzi speciali e confronto con prodotto tradizionale).	2020-2022	Requisiti del mercato. Risorse finanziarie per sviluppare sinergie industriali ad es. creazione nuovi centri di ricerca multifocali industriali
	12. Formatura ceramici tecnici per macchine elettriche in SiC, B4C, AlN, Zr O2, BN, Si3N4, TiB2.	2018-2022	Barriere tecnologiche
Electronica	13. Sviluppo di parti e componenti per l'elettronica "flessibile" basata su stampa multilayer di circuiti completi con materiali innovativi (grafene, nanoargento, sistemi misti polimeri / nanoparticelle, etc.).	2018-2025	Barriere tecnologiche

Edilizia	14. Sviluppo di impasti cementizi innovativi con proprietà chimiche e reologiche opportunamente controllabili.	2018-2020	La criticità maggiore è il raggiungimento degli standard meccanici richiesti
----------	--	-----------	--

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap⁵¹.

Principali contesti territoriali	
Medicale	Life Science; settore medicale e biomedicale (Siena, Pisa e Firenze)
Meccanica fine	Settore manifatturiero (Prato, Pisa)
Elettronica	Pisa
Edilizia	Firenze

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La natura multidisciplinare della Roadmap 6 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano molteplici, principalmente legati alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici e laboratori interuniversitari della regione nelle province di Firenze, Pisa, e Lucca.

Nonostante il limitato numero di progetti di ricerca toscani dedicati alla stampa additiva, da un lato la leadership toscana sulle nanotecnologie e la caratterizzazione dei materiali e dall'altro l'interesse industriale costituiscono degli elementi promettenti per lo sviluppo della Roadmap.

Di seguito i principali stakeholder regionali, i principali competitors extra regionali e la lista di progetti europei. La lista dei progetti regionali e nazionali si trova invece in "Allegato II – Lista dei progetti nazionali, regionali ed europei di rilevanza per le Roadmap".

Principali stakeholders regionali industriali e di ricerca (sviluppo/applicazione)

⁵¹ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Nome	Tipo
Baker Hughes Srl, a GE company (ex Nuovo Pignone Tecnologie Srl) (Firenze)	Industria
C.R.M.Compositi Srl (Livorno)	Industria
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
CNR – IPCF- Istituto per i Processi Chimico Fisici (Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
ECOPOL Spa (Capannori –LU)	Industria
Fabio Perini Spa (Lucca)	Industria
Fondazione Toscana G. Monasterio (Massa)	Ricerca
GE Oil & Gas Spa (Firenze)	Industria
GIMAX 3D Snc (Montemurlo – PO)	Industria
Grado Zero Espace Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
INDUSTRIE BITOSSI Spa (Vinci – FI)	Industria
LMPE Srl (Capannori – LU)	Ricerca
N.T. Laboratory Srl (Calenzano-FI)	Industria
Nivol Srl (Navacchio - PI)	Industria
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Pontlab Srl (Pontedera – PI)	Industria
Rina Consulting Spa (Viareggio – LU)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
SpinPET Srl (Pontedera – PI)	Industria
Technores Srl (Prato)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento Di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca

Stakeholders/competitors extra regionali

In base all'analisi di mercato effettuata, i principali competitors industriali internazionali/extra regionali sono:

- 3D Systems, Inc. (U.S.), Stratasys Ltd. (U.S.), ExOne (U.S.), Arcam AB (Svezia), EnvisionTEC (Germania), EOS (Germania), Materialise NV (Belgio) e MCor Technologies Ltd. (Irlanda).

Esempi di stakeholders nell'ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono: Caltech University (USA), MIT (USA), TNO (Belgio), University of Maastricht (Olanda), Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung e. V. (Germania).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- principali partner europei.

Principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo)

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani
AM-MOTION "strategic approach to increasing Europe's value proposition for Additive Manufacturing technologies and capabilities"	H2020 – Programme NMBP 2016-2017	L'obiettivo del progetto di coordinamento della ricerca AM-MOTION è quello di contribuire alla rapida ricaduta sul mercato delle tecnologie della stampa additive sviluppando una rete di stakeholder Europei, soprattutto industriali, chiamati a formulare una roadmap per lo sviluppo dell'AM in settori target (salute, energia, aerospazio, elettronica e prodotti di consumo, automotive, costruzioni)	Rina Consulting
NANOJETS	EU ERC FP7	Nanofibre polimeriche per applicazioni optoelettroniche	Scuola Normale Superiore - NEST
xPRINT - 4-Dimensional printing for adaptive optoelectronic components	ERC-CoG-2015 - ERC Consolidator Grant	Stampa 4D per componenti optoelettronici	Scuola Normale Superiore - NEST

Esempi di partner europei

- **Centri di Ricerca/Università:** PRODINTEC (Spagna), TNO (Olanda), CEA (Francia).
- **Industrie:** MATERIALISE (Belgio), AIRBUS (Spagna), SIEMENS (Germania).

5.7. Roadmap n. 7 - Reti di competenza per Trasferimento e Servizio Tecnologico e Open Innovation

Roadmap n. 7 - Reti di competenza per Trasferimento e Servizio Tecnologico e Open Innovation

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

- tecnologie da sviluppare;
- gli ambiti di applicazione;
- principali contesti territoriali di applicazione;
- target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (attività target, tempi, fattori critici).

La roadmap verte sulla necessità di organizzare (e sostenere per un arco temporale sufficiente al consolidamento) **una rete di competenze regionali** che funzionino sia da tramite di **trasferimento tecnologico** delle realtà di eccellenza nella ricerca sui nuovi materiali e nanotecnologie presenti in Toscana, sia da **centro di servizi di avanguardia per lo sviluppo e la caratterizzazione dei materiali, supportando le aziende in un'ottica di "Open Innovation"**. I servizi di progettazione dei materiali potrebbero anche essere supportati dalla modellazione predittiva dei materiali, un'area di applicazione chiave dell'High-Performance Computing (HPC), strettamente legata al mercato unico digitale (DSM - Digital Single Market) come motore per la crescita. Infine, la caratterizzazione dei materiali dovrebbe prevedere, ove opportuno, prove volte alla valutazione dei rischi delle nuove tecnologie (nano-safety, nano-security) e aspetti di certificazione, ma soprattutto disponibilità di intervento su cicli di produzione in essere, in tempi più possibile rapidi, e disponibilità a svolgere un ruolo sia di problem solving su problemi di produzione, che di supporto allo sviluppo di nuovi materiali. Tale sistema integrato di servizi promuoverà l'innovazione e favorirà percorsi economicamente validi per nuove soluzioni tecnologiche per la produzione.

La Roadmap n.7 è indirizzata quindi a creare un sistema virtuoso per sfruttare al massimo gli investimenti fatti dagli atenei e dai Centri di Ricerca toscani, nonché dal MIUR e dalla Comunità Europea, in modo che possano funzionare realmente, oltre che per ricerca accademica di frontiera, da «open innovation hubs», cioè centri che richiamino imprese diverse per sviluppare insieme tecnologie, processi e nuovi materiali per prodotti e servizi. Il punto di forza di questa roadmap è che, per dargli una realizzazione concreta, non sono necessari forti investimenti, in quanto la parte hardware è già sufficientemente disponibile nei laboratori pubblici di ricerca, ma servono solo investimenti mirati, anche di dimensioni medio piccole purché certi e continuativi, per la creazione e il mantenimento di figure che abbiano un taglio specifico ed una possibilità di continuità di impiego di almeno 5 anni. Tali figure non possono essere create con finanziamenti di ricerca che i singoli laboratori riescono ad ottenere, in quanto questi devono essere dedicati all'attività finanziata, ma devono essere specifiche, dedicate alla messa in rete ed alla gestione, verso l'esterno, con un meccanismo il più possibile a sportello, delle competenze presenti sul territorio regionale. Il raffinamento dei modi operativi, il consolidamento dei rapporti fiduciari con le aziende, la conoscenza approfondita delle competenze presenti sul territorio, declinate in chiave applicativa per le differenti tipologie di materiali e processi, la creazione di una rete sempre più salda di azioni sinergiche di più attori, richiede tempo e la sicurezza di poter usufruire con continuità del personale formato. Tutto questo è anche un modo virtuoso per sfruttare al massimo

gli investimenti fatti sulla ricerca pubblica, investimenti che raramente vengono sfruttati al massimo delle potenzialità o restano inattivi per piccoli problemi finanziari per il mantenimento, a fronte di importanti investimenti effettuati per l'acquisto di strumentazioni. Questa attività dovrebbe inoltre creare un minimo di cash-flow che permetta ai laboratori pubblici il mantenimento in perfetta efficienza degli investimenti, spesso occasionali, effettuati, oltre ed essere un motore che spinga l'industria toscana verso sviluppo ed innovazione nel campo dei materiali e dei processi connessi. Le attività promosse dovrebbero contribuire attivamente alle iniziative europee pertinenti in corso, in particolare all'EMCC (*European Material Characterization Council*), all'EMMC (*European Modeling Materials Council*), ed all'*European Pilot Production Network* (EPPN), nonché ad altri cluster e reti europee simili.

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di attività di innovazione nell'ambito di diversi settori.

La rappresentazione grafica della roadmap è disponibile in "Allegato I – Rappresentazione Grafica delle Roadmap". Per poter mettere in relazione le attività alla rappresentazione grafica della roadmap, ogni attività è numerata.

	TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Vari Settori Applicativi	1. Prosecuzione delle politiche di posizionamento strategico Distretto Nuovi Materiali (DT Mate) per il trasferimento tecnologico, la diffusione della conoscenza, la compravendita di servizi qualificati nell'ambito della ricerca e innovazione per nuovi materiali e servizi.	2018-2020	Necessità di incremento del sostegno finanziario alle attività del DT
	2. Organizzazione (attraverso il DT Mate) e messa in rete dei laboratori toscani che possano lavorare con le aziende in progetti di Open Innovation.	2018-2020	Proprietà intellettuale. Mappatura competenze. Costi dell'azione. Necessità di personale dedicato

	<p>3. Lancio di progetti misti accademia-industria per lo studio e la caratterizzazione di materiali innovativi o per l'incremento di prestazioni per diversi settori (es. manifatturiero, chimico, biomedicale, farmaceutico, agricoltura ecc.) supportati quando opportuno da modelli numerici avanzati (multifisici/multiscala) e ove necessario (es. nel medicale e farmaceutico e per la sicurezza dei nanomateriali) da banchi prova per esperimenti in vitro.</p>	<p>2018-2022</p>	<p>Proprietà intellettuale</p>
	<p>4. Sviluppo di azioni coordinate Regione, Industria, Accademia volte alla formazione di addetti tecnologici ed all'aggiornamento di responsabili R&D operanti nell'industria, contestualmente ad azioni che facilitino anche dal punto di vista economico l'esternalizzazione di attività di ricerca industriale presso centri di ricerca riconosciuti dalla Regione. Formazione di personale dedicato escusivamente al funzionamento dell'Hub, con funzioni di scouting, di interfaccia diretta tra aziende e laboratori pubblici, di riferimento per la corretta esecuzione di commesse, contratti e ricerche sviuppate in questo ambito.</p>	<p>2018-2022</p>	<p>Continuità temporale dei finanziamenti necessari all'azione da intraprendere</p>

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

Per la natura trasversale delle sue attività, la roadmap 7 ha una ricaduta potenziale su tutta l'area toscana, con forte interessamento particolarmente nelle province più industrializzate, quali Pisa, Lucca, Firenze, Siena, Prato e Arezzo.

Le numerose collaborazioni tra gli stakeholder toscani e le capacità in ambito modelling, progettazione, sviluppo e caratterizzazione dei materiali sono tra l'altro evidenziate dal buon numero di progetti europei (tabella sottostante), nazionali e regionali in ambito caratterizzazione dei materiali. La lista dei progetti regionali e nazionali si trova in "Allegato II – Lista dei progetti nazionali, regionali ed europei di rilevanza per le Roadmap".

Allineamento con le politiche e le raccomandazioni europee

La Roadmap n.7 è completamente allineata con le ultime raccomandazioni della Commissione Europea nonché il programma di lavoro H2020 NMBP 2018-2020 di recente pubblicazione.

In particolare la **Commissione Europea ha costituito un gruppo di lavoro** di esperti internazionali specificatamente dedicato alla **caratterizzazione dei materiali, inclusi i nanomateriali**. Il gruppo include esperti provenienti da istituzioni della ricerca pubblica e privata di grande rilievo (es. Trinity College Dublin, Akzo Nobel PPC, National Physical Laboratory del

Regno Unito, NTNU, Sintef ecc.) tra cui il Consorzio INSTM e Università di Firenze⁵². Il lavoro di questo gruppo è stato trasmesso all'High Level Group – HLG, della CE per le successive proposte di bandi nel restante periodo del programma H2020.

Il gruppo di esperti ha sottolineato l'importanza dell'accesso da parte delle aziende ai metodi di caratterizzazione, sia particolarmente di frontiera per il problem solving più avanzato e di ricerca, sia il più possibile connessi alle linee di produzione con tempistiche che si avvicinino al tempo reale. Inoltre viene sottolineato come i metodi di caratterizzazione siano strumenti fondamentali per l'ingegneria e l'industrializzazione su larga scala dei nuovi prodotti. La CE ha considerato come azioni prioritarie in questo campo il miglioramento dei metodi di caratterizzazione, i sistemi di metrologia in-line e i sistemi di caratterizzazione in-situ per processi di controllo real-time, oltre alla disponibilità dell'accesso da parte delle aziende alla ricerca di avanguardia che viene svolta nell'accademia, per permettere di sfruttare al massimo le conoscenze state-of-the-art della ricerca pubblica nel sostegno allo sviluppo di un'industria europea competitiva e d'avanguardia.

Dall'analisi effettuata dal gruppo di esperti e fatta propria dall'HLG, la caratterizzazione dei materiali è un dominio ampio che richiede competenze multidisciplinari e spesso, specialmente per i nuovi materiali, apparati e strumenti costosi, customizzati e all'avanguardia, oltre alla capacità di operarci. D'altra parte, il mercato degli strumenti per caratterizzazione e testing è piuttosto contenuto con la prevalenza di piccole imprese con prodotti innovativi. Infine i centri di ricerca europei effettuano ricerche d'avanguardia a basso TRL che potrebbero essere sfruttate per superare le difficoltà incontrate dalle industrie nel miglioramento e upscaling di metodi e strumenti per la caratterizzazione dei materiali.

In quest'ottica gli esperti, ed a seguito l'HLG, hanno proposto alcune **raccomandazioni raccolte con la Roadmap n. 7**, in quanto il caso della Regione Toscana, con molte aziende di taglia PMI è emblematico: a fronte di vitalità aziendale ed anche alta qualità di produzione, è quasi impossibile fare ricerca su processo e prodotto da parte delle piccole aziende che spesso si affidano, nei migliori dei casi, a contatti bilaterali consolidati con l'accademia, contatti che non possono fornire risposta adeguata a quanto richiesto dall'avanzamento del mercato e della tecnologia. Ecco quindi che quanto sarà presente nei bandi proposti nelle ultime call H2020, ben si declina ad una lettura preveggente a livello regionale, ovvero:

- Creazione di **Knowledge Hub regionali e nazionali** ai quali le aziende si possono rivolgere quando necessitano di competenze sulla caratterizzazione e funzionalità dei "non-standard". Tali azioni potranno variare da nazione a nazione e da regione a regione ma sono fondamentali per rispondere alla mancanza di una interaccia tra aziende e accademia. Tali azioni includono anche training specifici della forza lavoro, in modo da creare figure tecniche mancanti e consolidarne le competenze con programmi di arco temporale medio-lungo.
- Creazione di un **network di tali knowledge hub regionali a livello Europeo** in modo da permettere all'industria di accedere ad un più ampio bacino di strumenti e competenze.
- Creazione di database open-access nazionali/regionali che comprendano gli strumenti e le competenze disponibili e una lista di attività e progetti industriali su modello di quanto già avviene in Inghilterra, Germania, Francia e Spagna.
- Creazione di un grande database per le proprietà dei nuovi materiali, che sia connesso ad altri database rilevanti come quello sulla sicurezza dei materiali (ECHA).

Tali raccomandazioni sono state recepite, come detto, dalla Commissione Europea, che sta lanciando, all'interno del programma H2020 NMBP 2018-2019⁵³ bandi specificatamente legati agli

⁵² Task Force Characterization Report – 2017.

strumenti e metodi per la caratterizzazione dei materiali e alla creazione di “**open innovation test beds**”, volti a “**supportare le industrie nello sviluppo e upscaling di materiali avanzati e tecnologie**”, aiutandole ad avanzare da una validazione in laboratorio (TRL 4) a prototipi validati in ambienti industriali (TRL 7).

In particolare si segnalano i seguenti bandi dedicati alla caratterizzazione:

- *DT-NMBP-07-2018: Open Innovation Test Beds for Characterisation (IA);*
- *DT-NMBP-08-2019: Real-time nano-characterisation technologies (RIA).*

Infine si elencano anche altri bandi che potrebbero essere fortemente di interesse per una rete di competenza toscana dedicata allo sviluppo e caratterizzazione di nuovi materiali, inclusi gli aspetti di modellazione:

- *DT-NMBP-11-2020: Open Innovation Test Beds for Materials Modelling (IA)*
- *DT-NMBP-12-2019: Sustainable Nano-Fabrication (CSA)*
- *DT-NMBP-01-2018: Open Innovation Test Beds for Lightweight, nano-enabled multifunctional composite materials and components (IA);*
- *DT-NMBP-03-2019: Open Innovation Test Beds for nano-enabled surfaces and membranes (IA)*
- *DT-NMBP-04-2020: Open Innovation Test Beds for bio-based nano-materials and solutions (IA)*
- *DT-NMBP-05-2020: Open Innovation Test Beds for functional materials for building envelopes (IA)*
- *DT-NMBP-06-2020: Open Innovation Test Beds for nano-pharmaceuticals production (IA)*

Principali Progetti Europei attinenti alla Roadmap

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani
Eurelax- European Network on NMR Relaxometry	COST COST Action finanziata dalla comunità europea	Tecniche rilassometriche di Risonanza Magnetica Nucleare per la caratterizzazione di materiali	CNR ICCOM

⁵³ I programma di lavoro 2018-2020 sui materiali avanzati, pubblicati il 27 ottobre 2017 sono disponibili su http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-leit-nmp_en.pdf

FELIX – Fotonica ed Elettronica Integrate per l'Industria	Regione Toscana POR FESR 2014-2020	Il progetto FELIX mira alla costituzione di un'infrastruttura coordinata di laboratori capace di rappresentare un'interfaccia singola e di facile accesso per le imprese -in particolare di piccole dimensioni- che vogliano innovare in termini di processo o prodotto in un ampio spettro di settori industriali. La rete di Organismi di Ricerca (OR) proponenti include, infatti, in modo completo la filiera di ricerca e innovazione nel campo dell'elettronica e della fotonica	Scuola Superiore di Studi Universitari e Perfezionamento Sant'Anna; Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione; Scuola Normale Superiore - NEST; Consiglio Nazionale delle Ricerche; Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia (Pisa)
MAGMANET	Network di Eccellenza Europea	Proprietà di materiali magnetici	Colorobbia Consulting, INSTM
Progetto bilaterale CNR-Polish Academy of Science (PAN) 2014-2016	Progetto bilaterale finanziato da CNR e PAN	Studio del polimorfismo e della dinamica di materiali "soft"	CNR ICCOM
Progetto bilaterale CNR-Polish Academy of Science (PAN) 2016-2018	Progetto bilaterale finanziato da CNR e PAN	Studio delle proprietà strutturali e del polimorfismo di materiali che danno transizione vetrosa	CNR ICCOM

Allegato I – Rappresentazione Grafica delle Roadmap

Il presente allegato include la rappresentazione grafica delle roadmap di sviluppo e di applicazione.

Nella maggior parte dei casi, i target identificati nelle roadmap presentano degli aspetti sia di sviluppo sia di applicazione e quindi per ogni roadmap è stata delineata sia una roadmap di sviluppo che di applicazione. Un'eccezione è costituita dalla roadmap n.7 che è soltanto applicativa.

Per ogni roadmap le attività sono state clusterizzate per vicinanza di obiettivi e tecnologie, nonché prossimità di livello di sviluppo e di applicazione. Ogni cluster è identificato dai riquadri bianchi con i contorni colorati e ha un titolo. Ogni cluster include una o più attività, identificate dai riquadri colorati che riportano un numero, corrispondente alla attività enumerata nella descrizione della roadmap.

Per ogni cluster di attività è stata analizzata la rilevanza rispetto ai diversi step della catena del valore: design e modellazione, materiali, processi e strumenti di fabbricazione, componenti, metrologia e caratterizzazione, sviluppo e integrazione componenti, prodotto finito, fine vita del prodotto (riciclo/ smaltimento)⁵⁴.

Di solito un cluster è relativo a diversi step della catena del valore: tuttavia il focus delle attività è stato sottolineato dalla posizione dei riquadri colorati. Le frecce vicino ai riquadri stanno ad indicare che le attività presentano anche aspetti relativi agli altri step della catena del valore abbracciati dal cluster.

Il livello di sviluppo della tecnologia è rappresentato dal “Technology Readiness Level” (TRL) e il livello di applicazione della tecnologia è rappresentato dal “Manufacturing Readiness Level” (MRL)⁵⁵, in allineamento con la tabella sottostante indicata dalla Regione Toscana. Per entrambi i parametri è stato fornito un valore iniziale (situazione corrente) e un valore finale (target da ottenere tramite l’implementazione dell’azione di ricerca e innovazione).

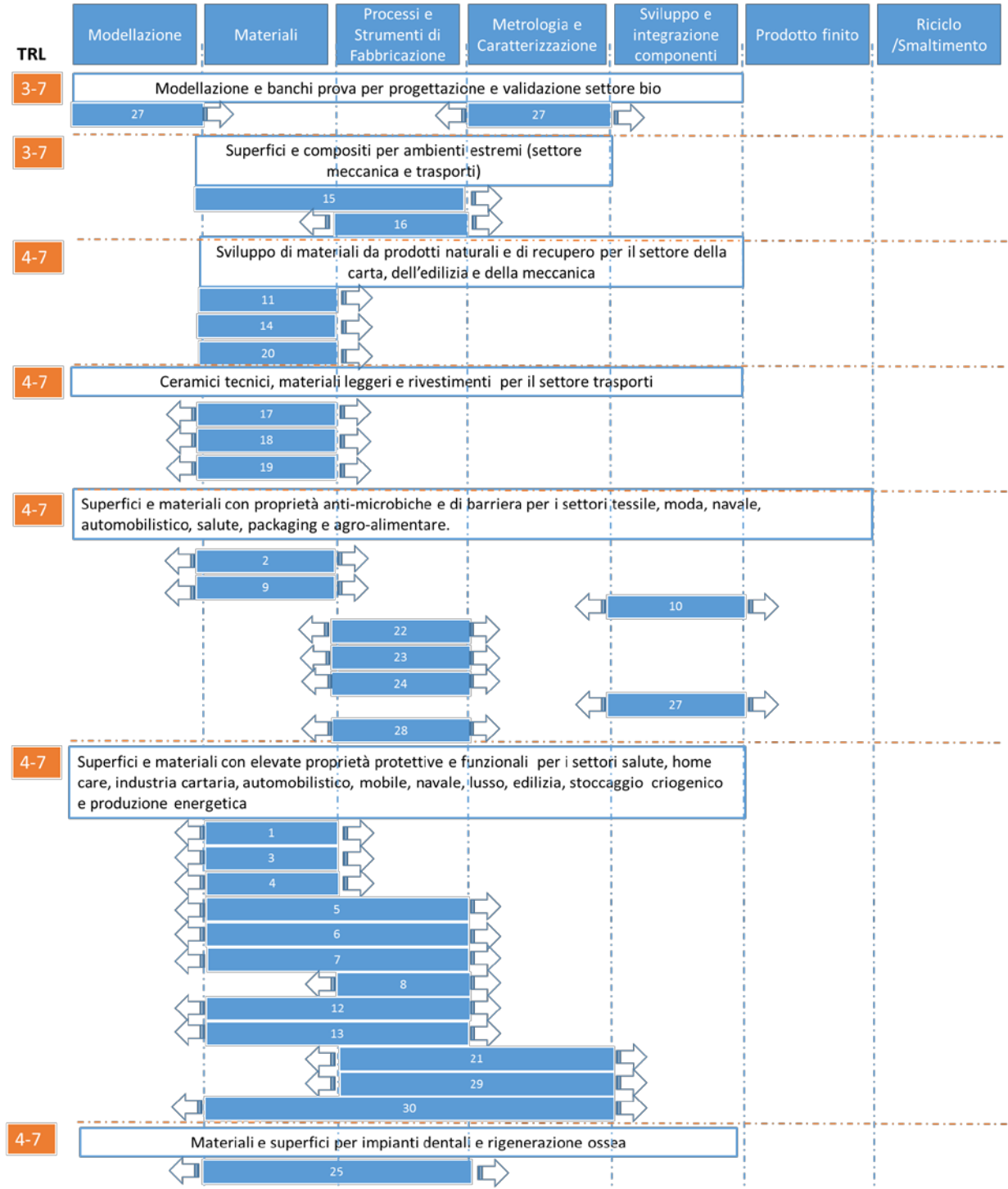
In alcuni casi di azioni applicative, ma non riconducibili strettamente ad aspetti di fabbricazione la scala MRL non è applicabile (MRL= “NA”).

⁵⁴ L’identificazione degli step della catena del valore è stata effettuata in allineamento con numerose Roadmap Europee sui nanomateriali e materiali avanzati, disseminati da piattaforme europee e progetti di ricerca Europei (e.s. NANOfutures, Value4Nano, FOFAM, AM-MOTION, FutureNanoNeeds).

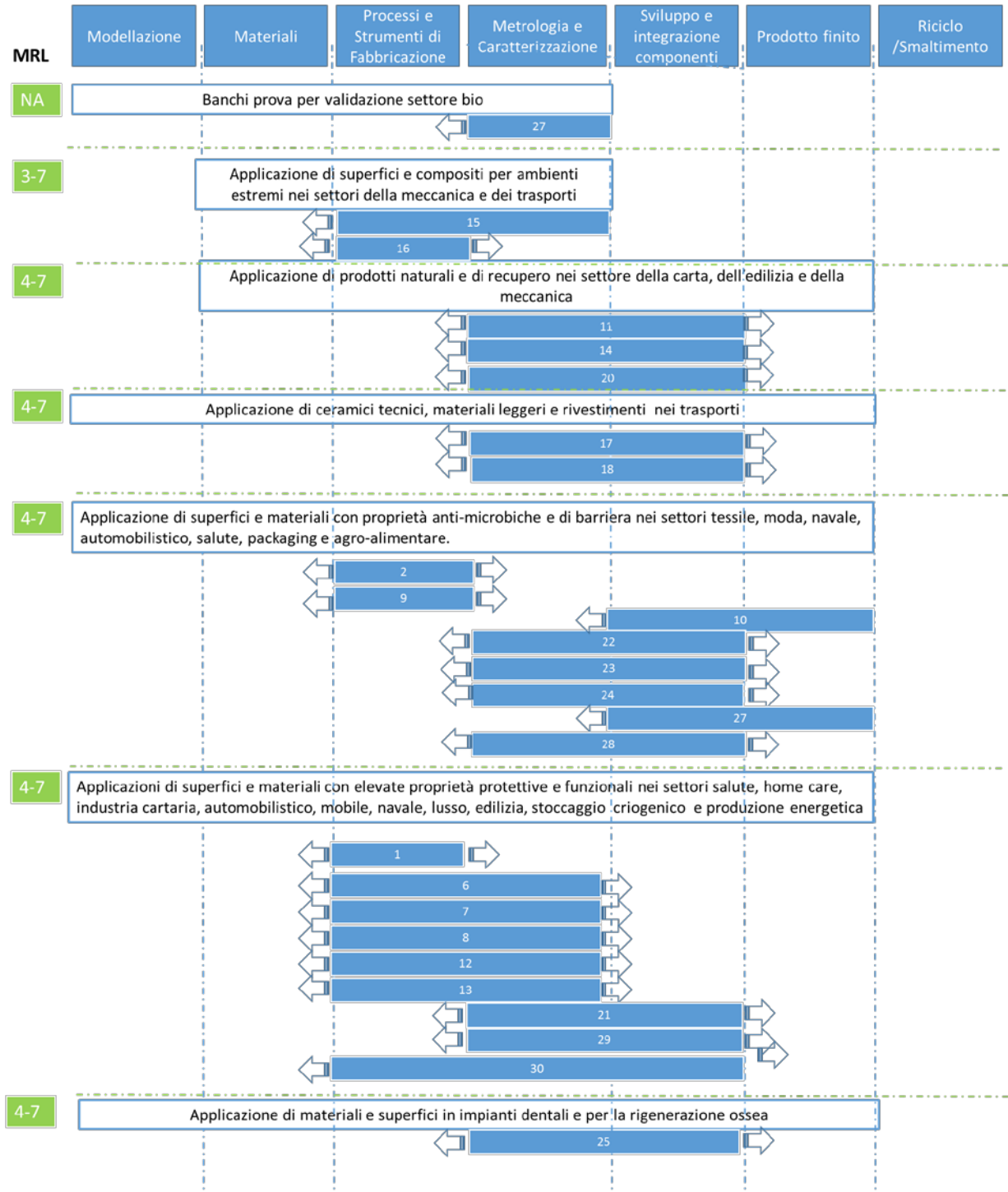
⁵⁵ La tabella del TRL è in totale allineamento con il documento della Commissione allegato ai bandi di ricerca europea e disponibile per esempio in http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/wp/2016-2017/annexes/h2020-wp1617-annex-ga_en.pdf . Per la scala MRL (che va da 1 a 10) e la sua relazione con il TRL si veda anche il sito: <http://www.dodmrl.com/> .

TRL1	Principi di base osservati	MRL1	Implicazioni manifatturiere di base individuate
TRL2	Concetto della tecnologia formulato	MRL2	Concetto di produzione identificato
TRL3	Prova sperimentale del concetto	MRL3	Sviluppo del proof of concept manifatturiero
TRL4	Validazione in laboratorio del concetto	MRL4	Capacità di produrre la tecnologia in ambiente di laboratorio
TRL5	Validazione della tecnologia nell'ambiente rilevante (ambiente rilevante industriale nel caso delle tecnologie chiave e abilitanti)	MRL5	Capacità di produrre componenti prototipali in ambiente idoneo alla produzione
TRL6	Dimostrazione nell'ambiente rilevante (ambiente rilevante industriale nel caso delle tecnologie chiave e abilitanti)	MRL6	Capacità di produrre un prototipo di sistema, o sottosistema, in ambiente idoneo alla produzione
TRL7	Dimostrazione nell'ambiente operativo	MRL7	Capacità di produrre sistemi, sottosistemi e componenti in un ambiente di simulazione della produzione
TRL8	Sistema completo e qualificato	MRL8	Linea pilota dimostrata. Possibilità di avviare la produzione a bassi regimi
TRL9	Sistema ormai finito e perfettamente funzionante in ambiente operativo (di produzione competitiva nel caso delle tecnologie chiave ed abilitanti, o nello spazio)	MRL9	Produzione in piccola scala; possibilità di avviare la produzione a regime
		MRL10	Produzione a regime e lean production in atto

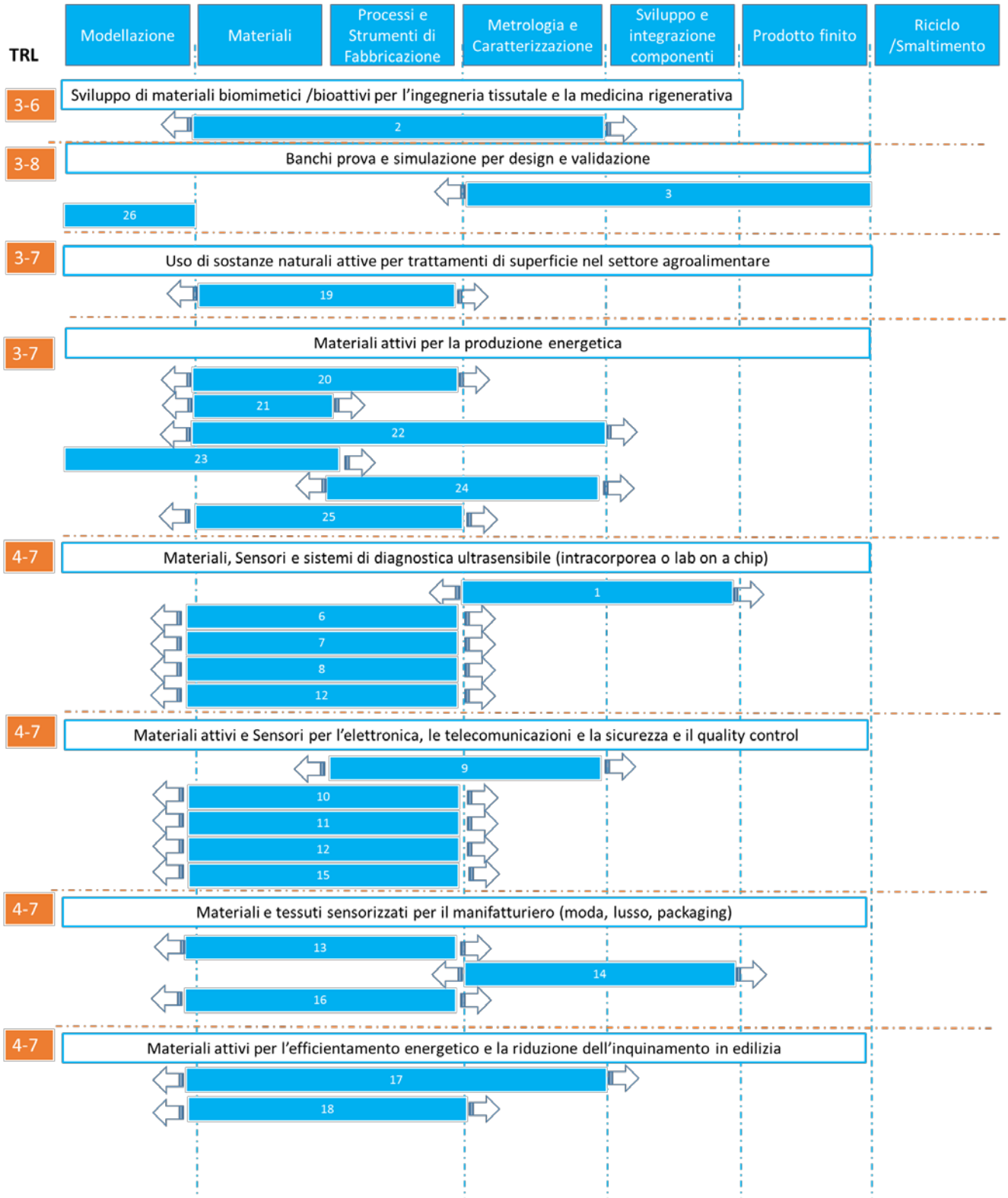
Roadmap 1 (sviluppo): Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni



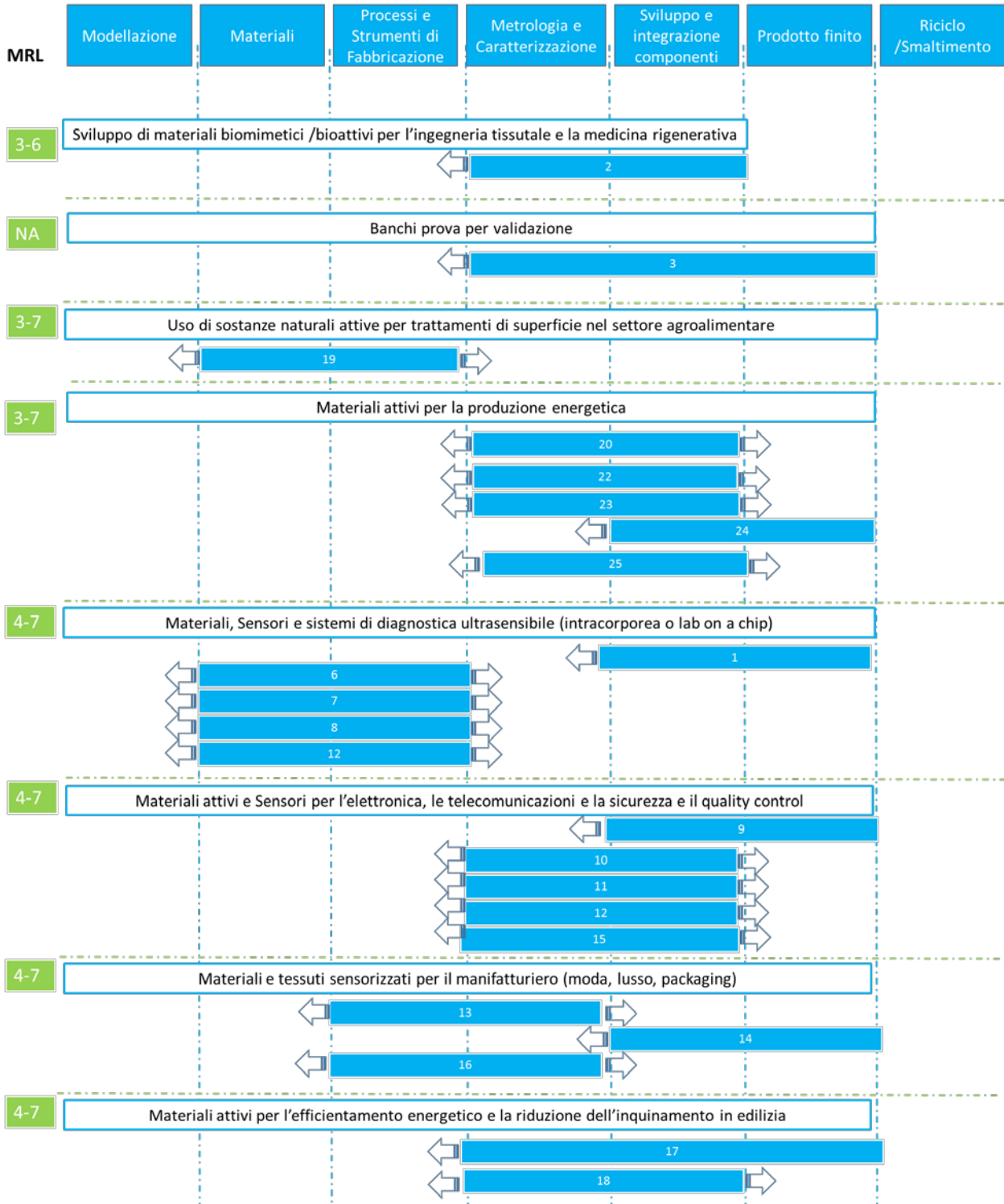
Roadmap 1 (applicazione): Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni



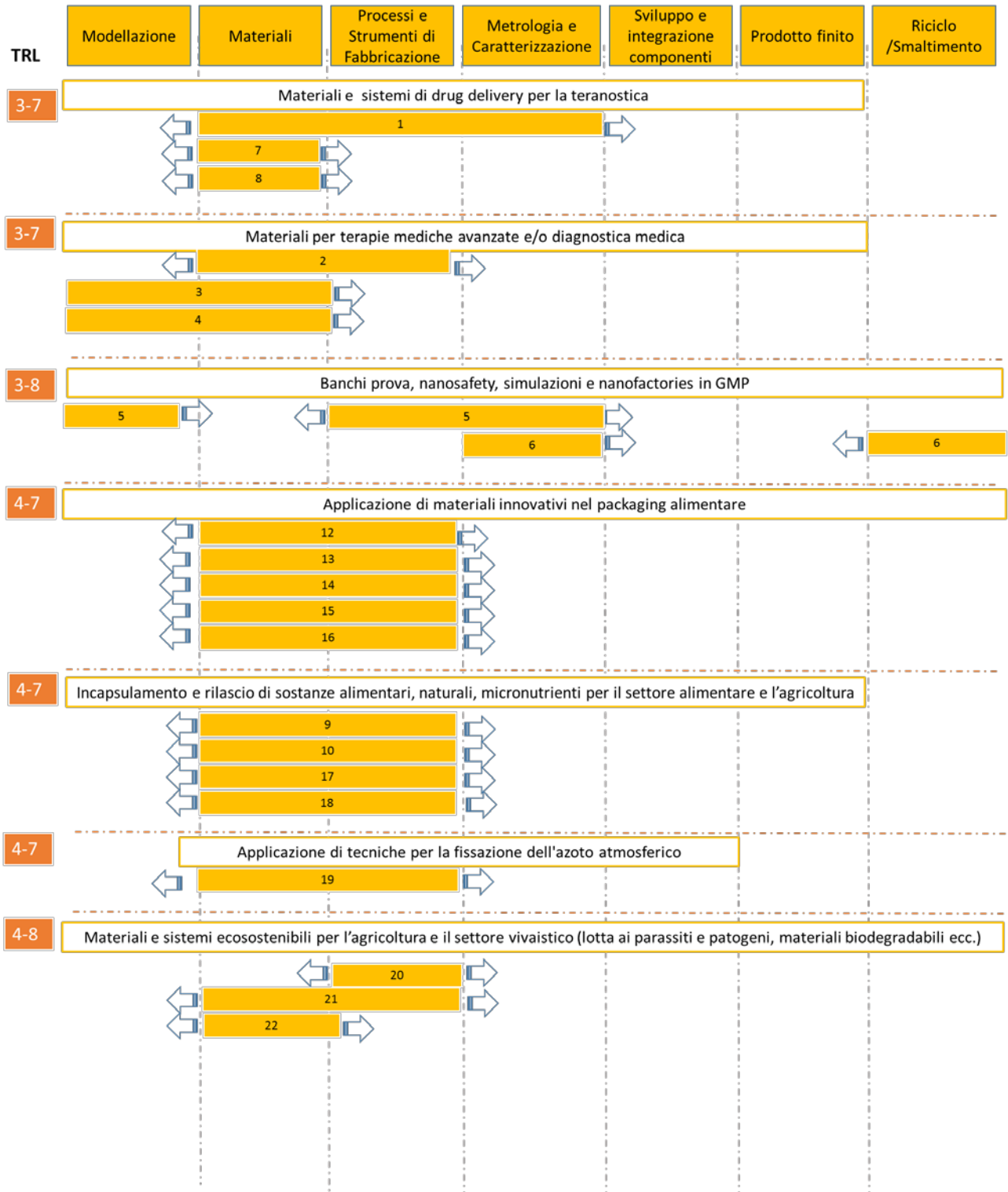
Roadmap 2 (sviluppo): Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti



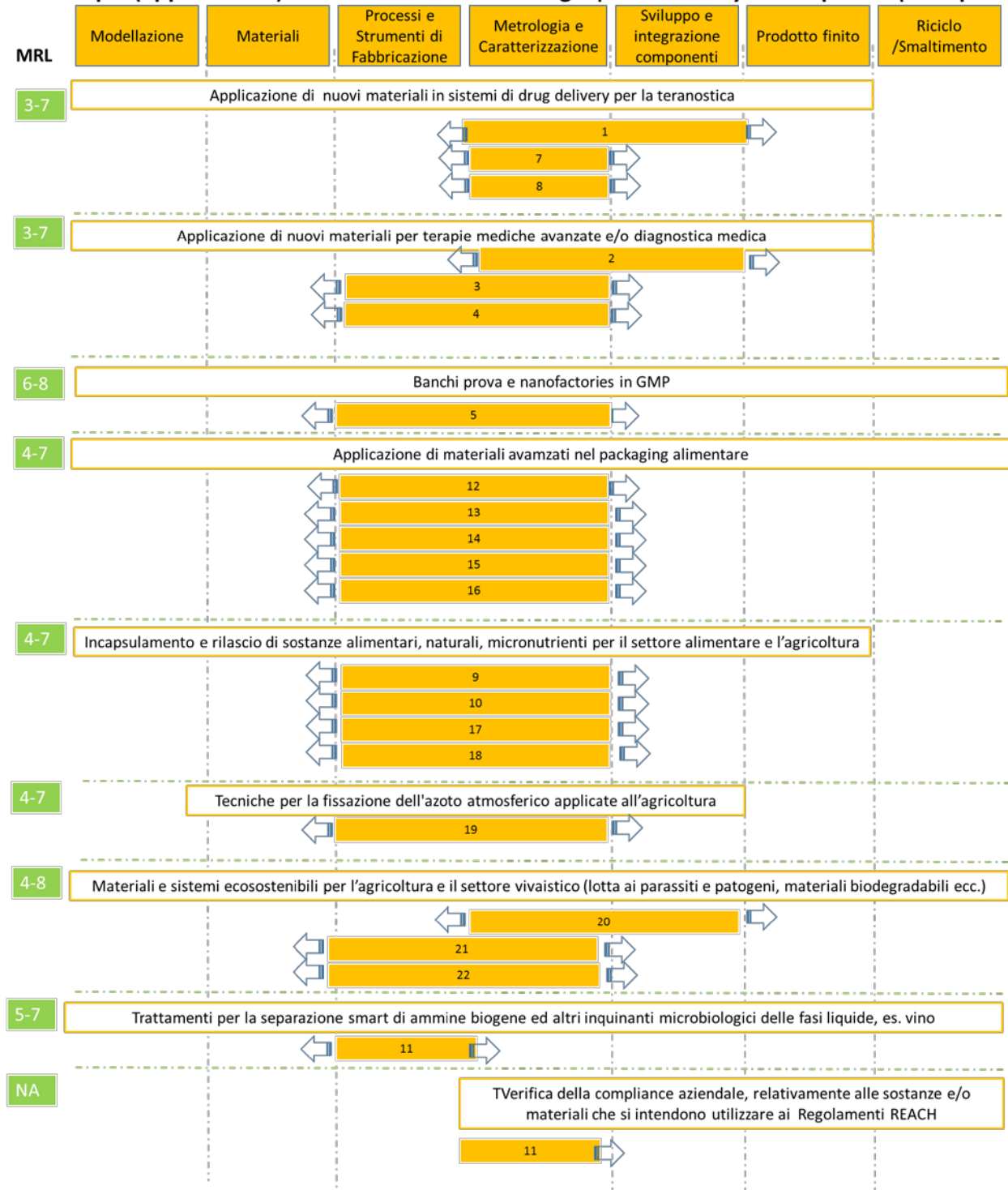
Roadmap 2 (applicazione): Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti



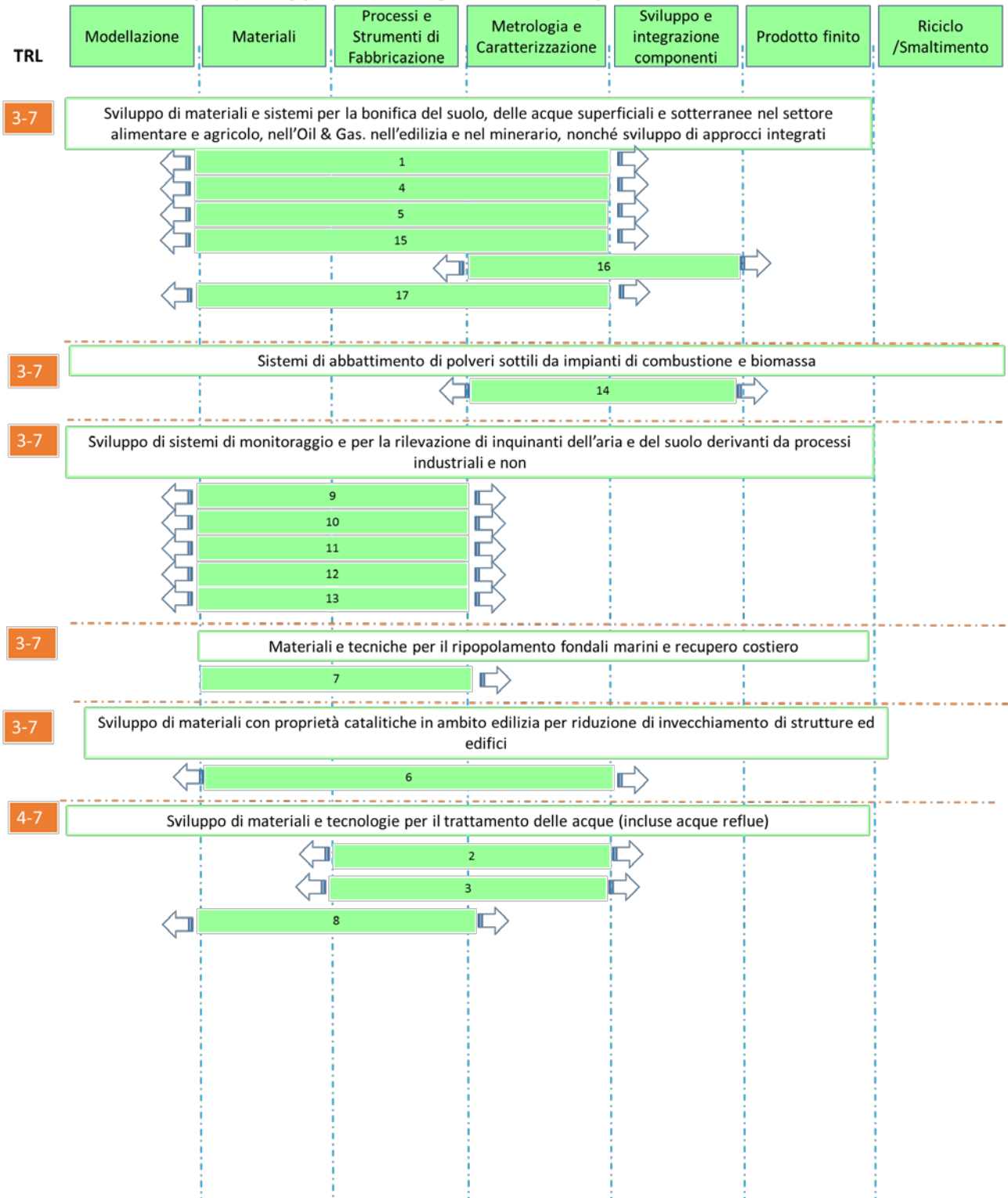
Roadmap 3 (sviluppo): Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi



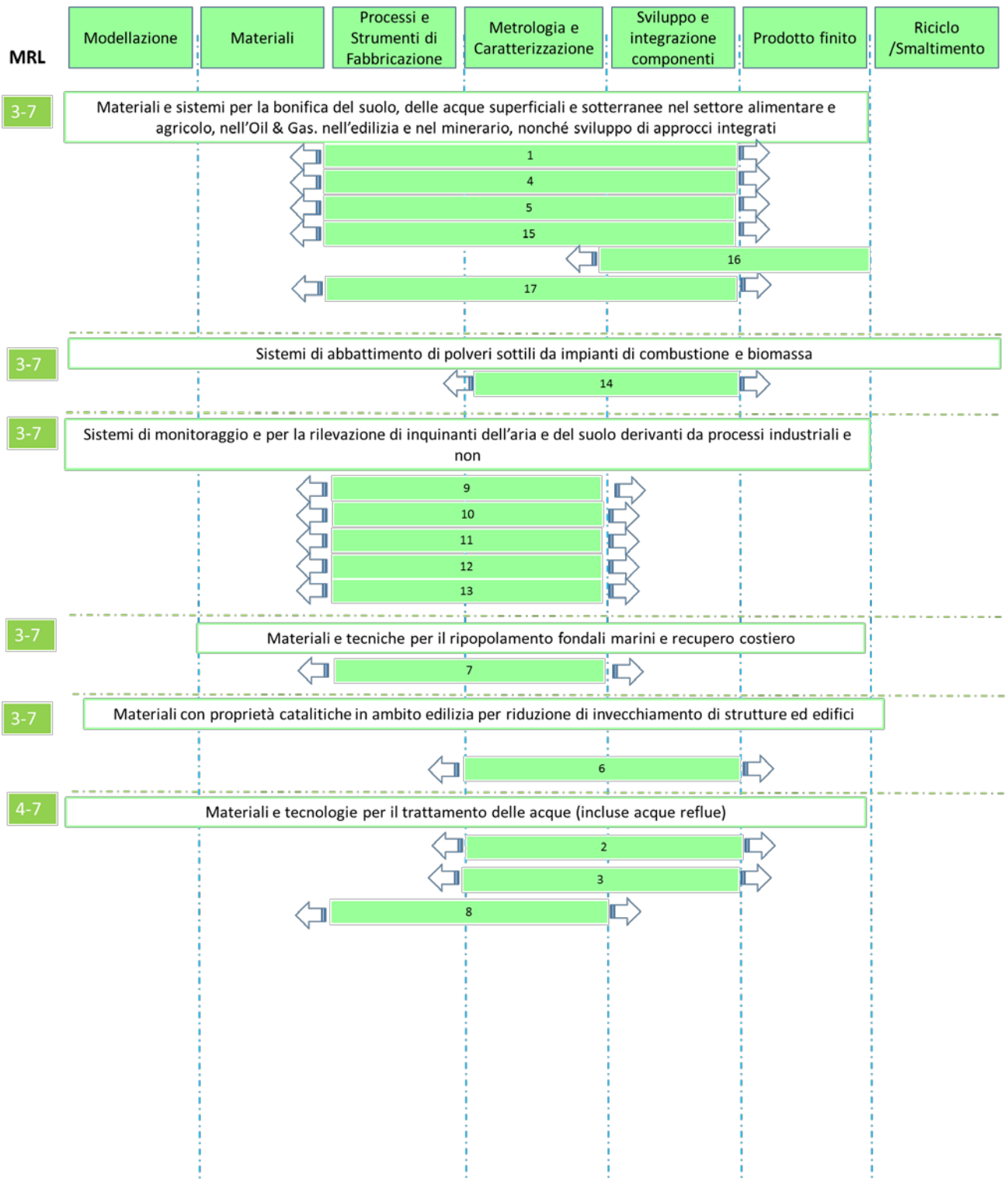
Roadmap 3 (applicazione): Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi



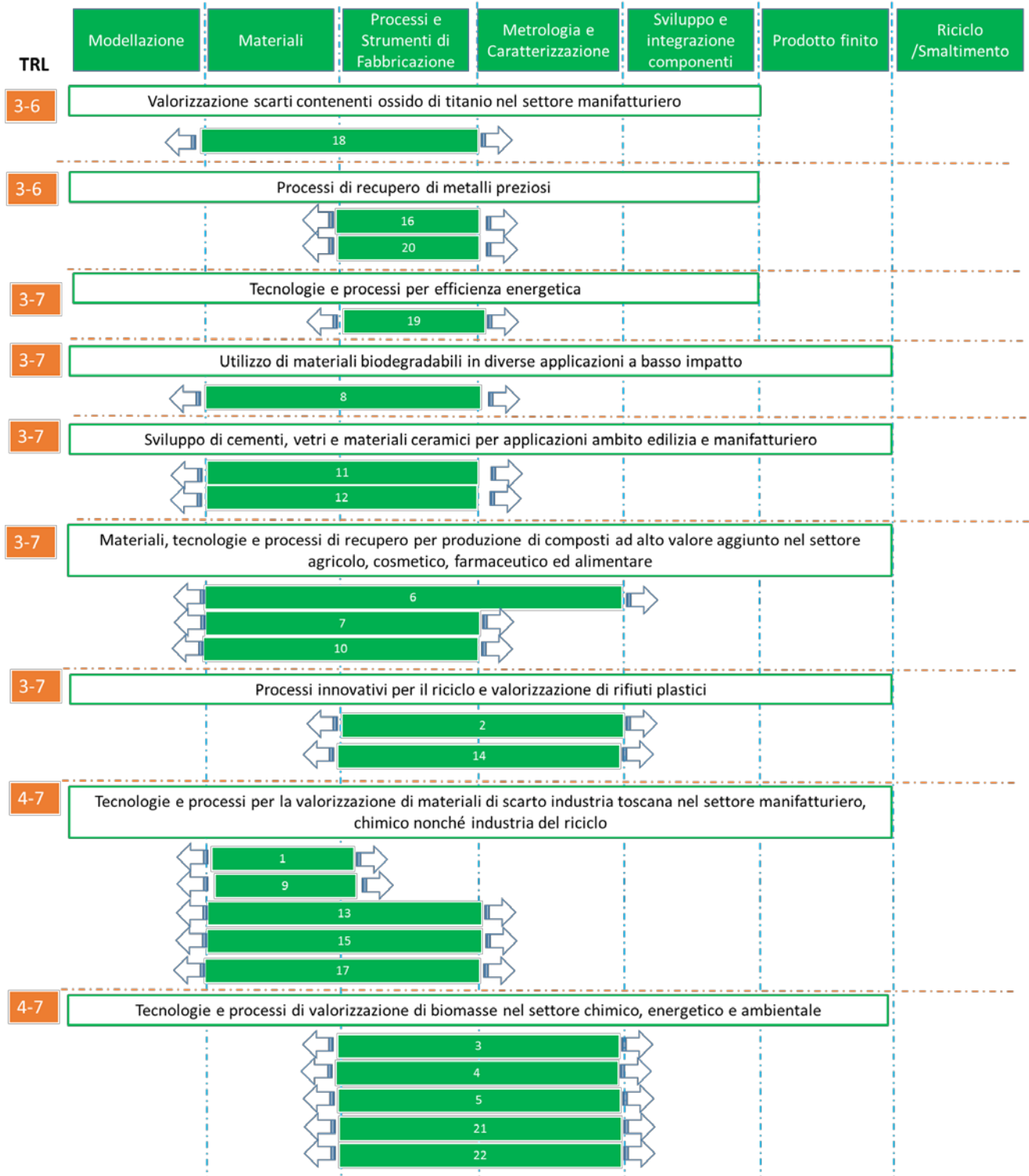
Roadmap 4 (sviluppo): Tecnologie e materiali per la remediation ambientale



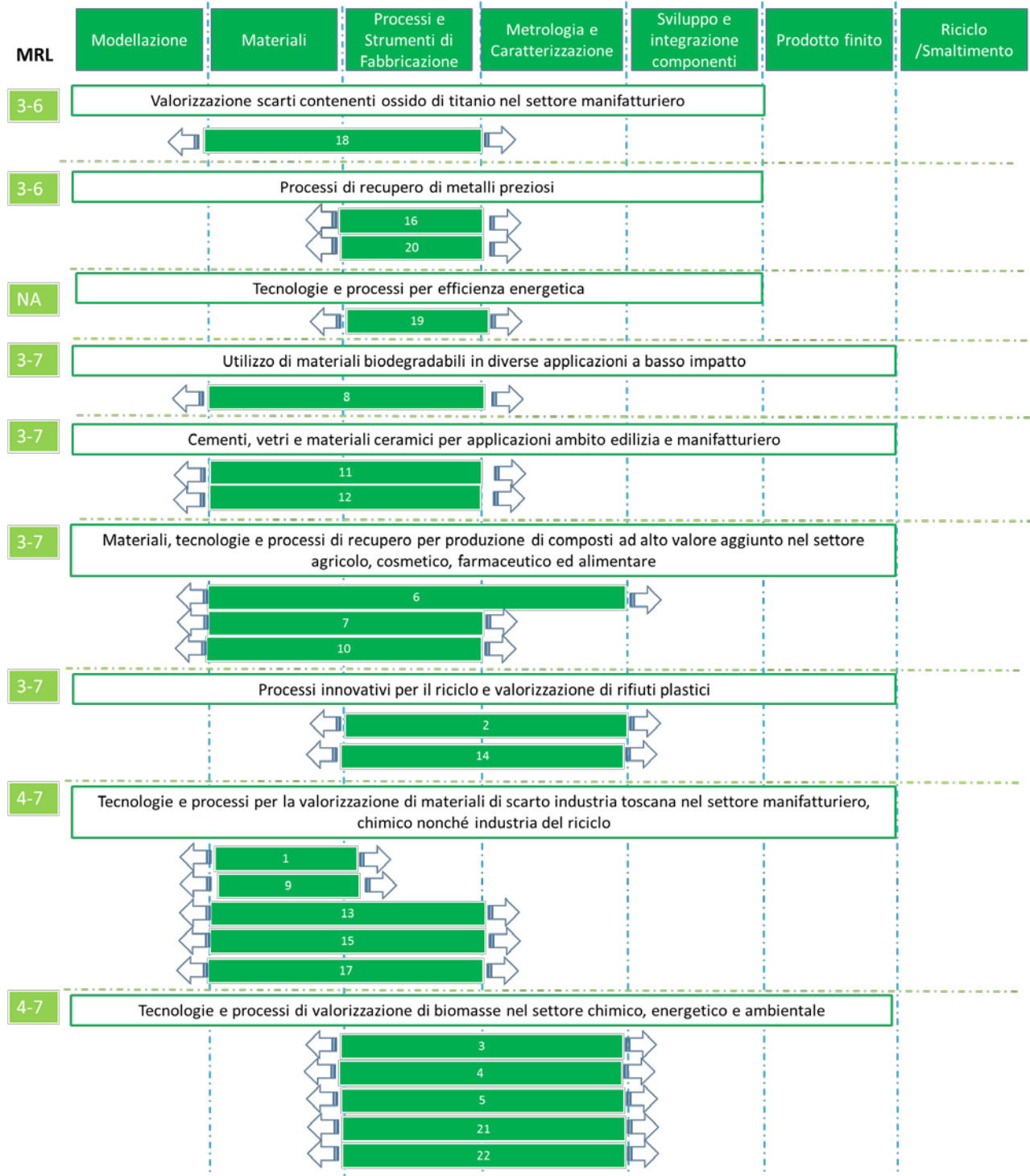
Roadmap 4 (applicazione): Tecnologie e materiali per la remediation ambientale



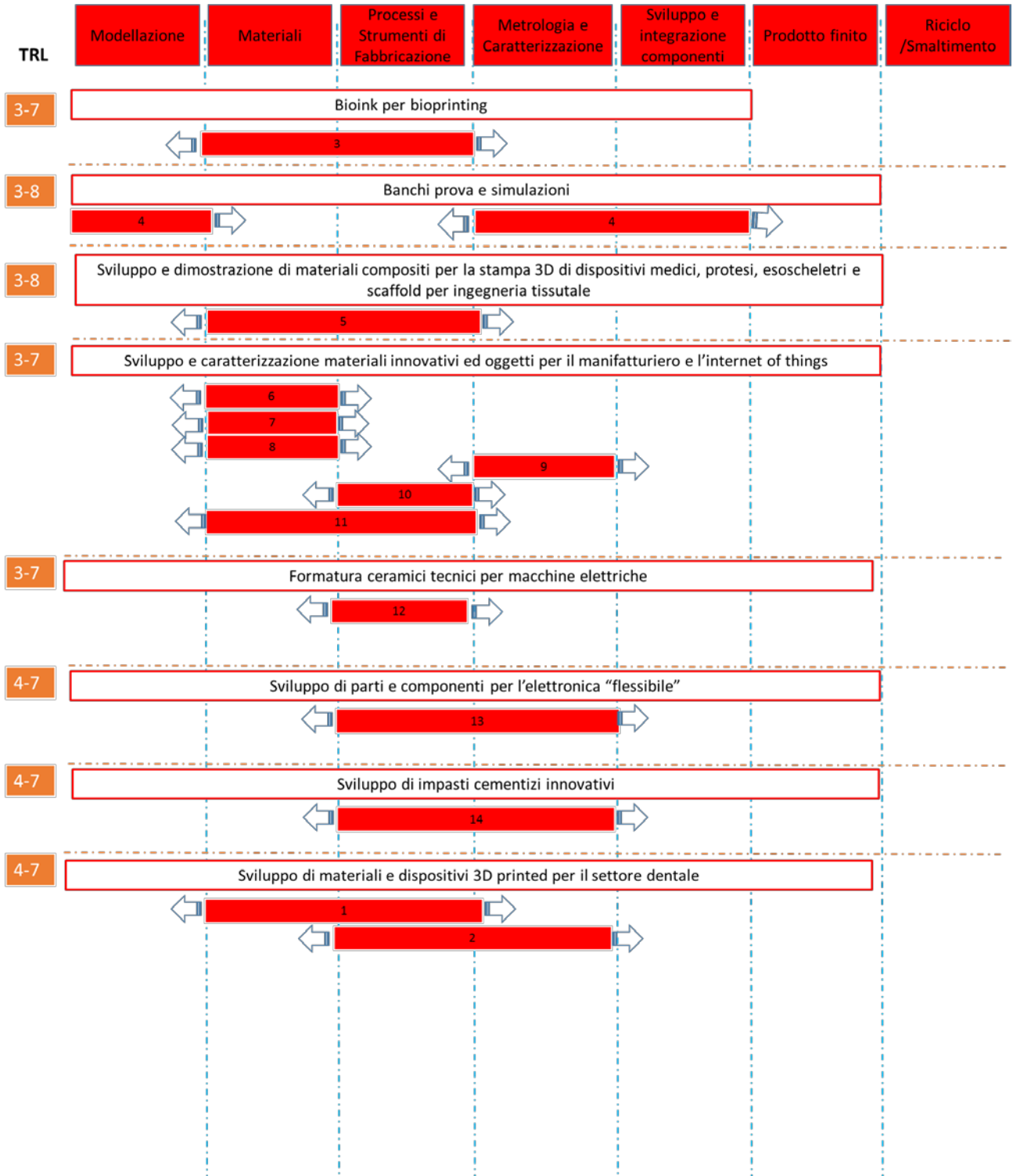
Roadmap 5 (sviluppo): Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un'ottica di economia circolare



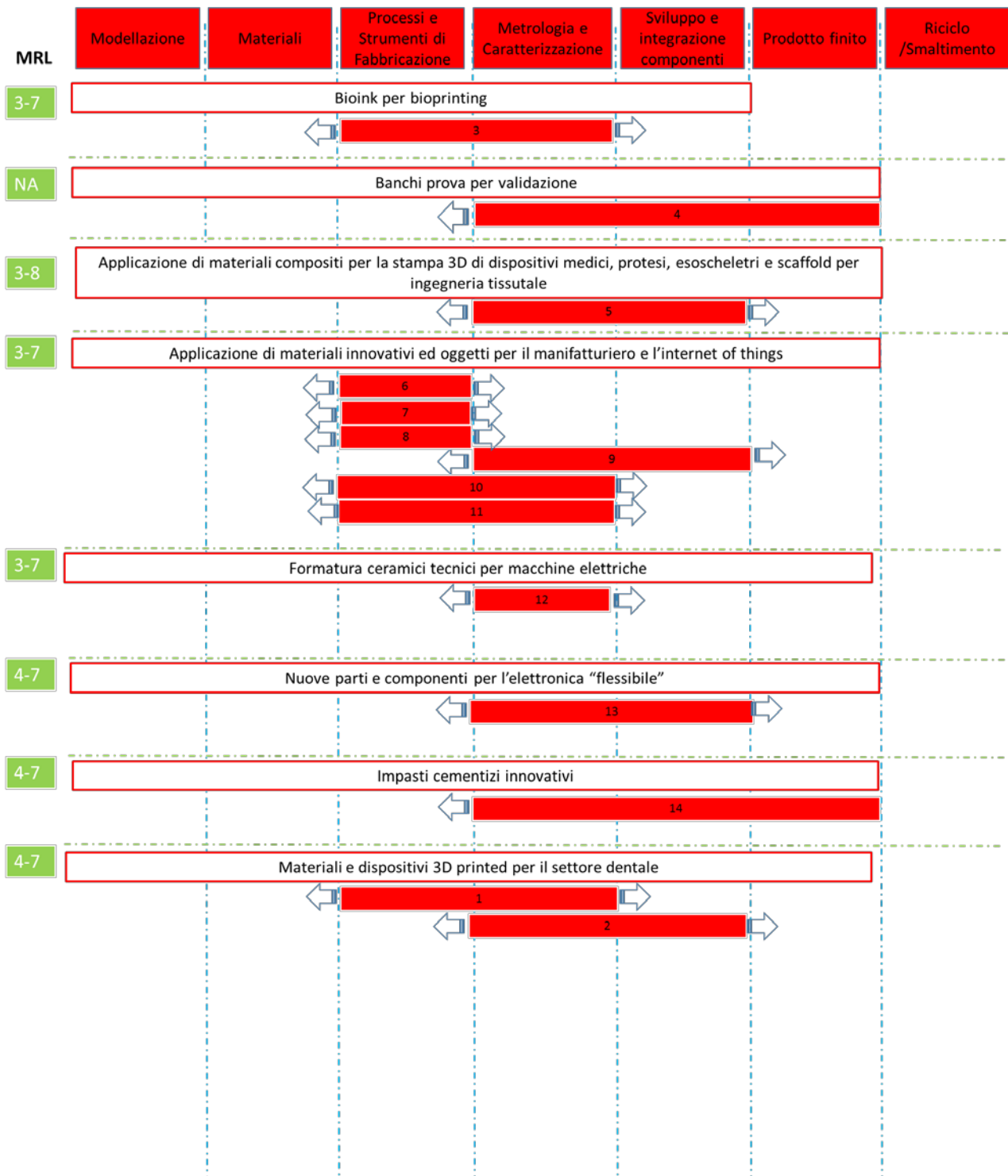
Roadmap 5 (applicazione): Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un'ottica di economia circolare



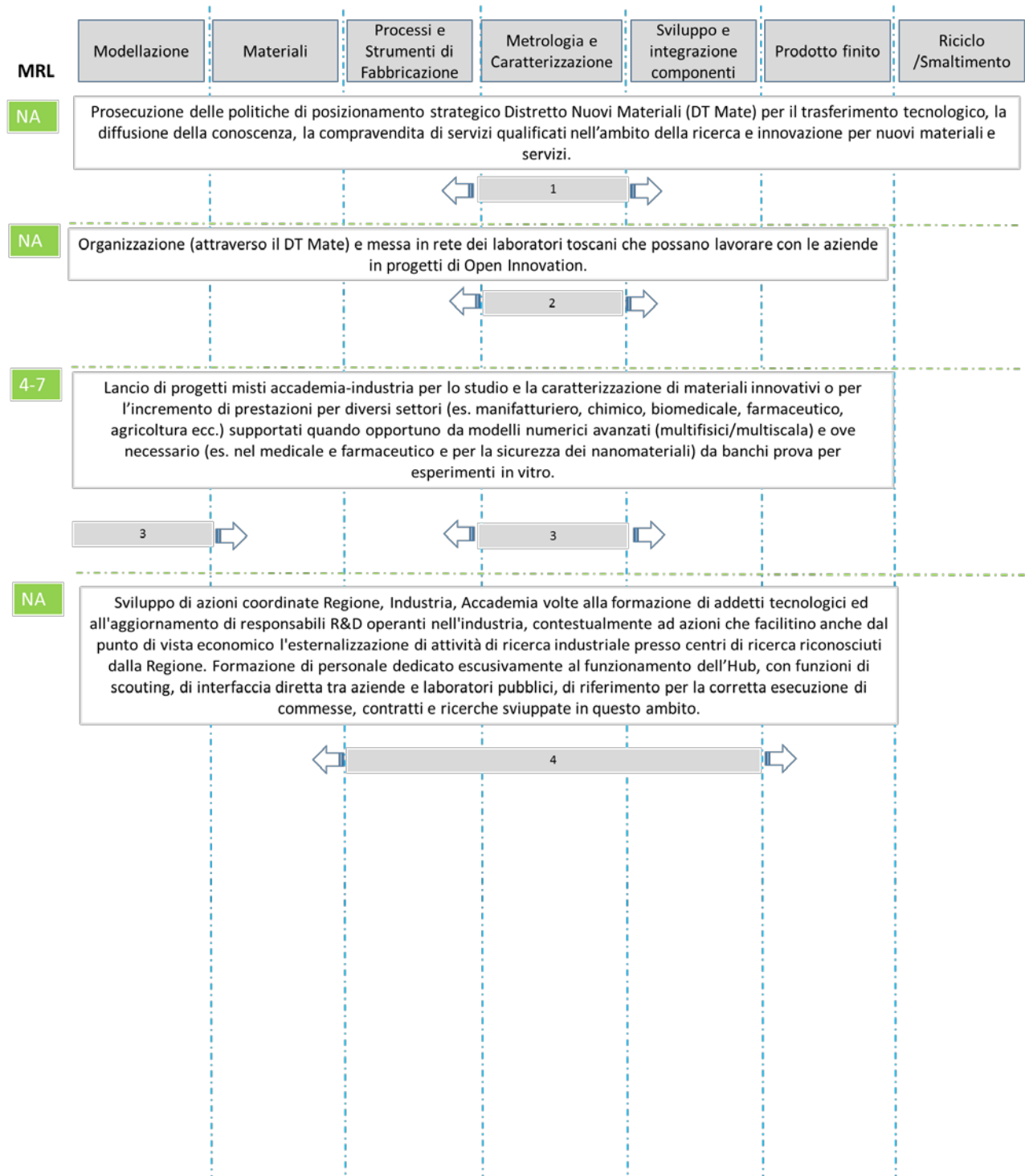
Roadmap 6 (sviluppo): Materiali per la Stampa 3D



Roadmap 6 (applicazione): Materiali per la Stampa 3D



Roadmap 7 (applicazione): Reti di competenza per Trasferimento e Servizio Tecnologico e Open Innovation



Allegato II – Lista dei progetti nazionali, regionali ed europei di rilevanza per le Roadmap

PROGETTI NAZIONALI e REGIONALI

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
ATENE	Regione Toscana Bando Unico R&S 2012	Advanced technologies for Energy Efficiency	INSTM, Nuovo Pignone Srl, Certus, UNIFI, UNISI, Ergon Research, Ilt tecnologie, Enginsoft, Letomec, Stav, Alta Industries, Opus automazione, AM testing, Pontlab, Tecma	X						
BIOGEL	Progetto regionale POR CREO FESR 2014-2020 Bando 2	Nanotecnologie per la valorizzazione sostenibile del potenziale energetico nazionale (risorse geotermiche e idrocarburi).	CNR ICCOM, INSTM	X				X		
BIOSURGERY	Progetto Regionale	Biomedicale – medicina rigenerativa. Materiali Nanostrutturati a Base di Fibrina e Fattori Piastrinici in Grado di	LMPR Srl		X					

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
		<i>Promuovere l'Angiogenesi-</i>								
<i>CAPSULIGHT</i>	<i>Regione Toscana</i>	<i>Realizzazione di capsula robotica a LED per il trattamento di disordini gastrointestinali</i>	<i>NEST</i>			X				
<i>CARILUCCA</i>	<i>Regionale, Cassa di risparmio di Lucca</i>	<i>meccanismi biomolecolari nella malattia di Krabbe</i>	<i>NEST</i>			X				
<i>CarRYP</i>	<i>Bando pubblico di Ricerca nel Settore Nutraceutica (n. 650 del 21 febbraio 2014)</i>	<i>Sviluppo di nuovi carrier polisaccaridici per il rilascio controllato di principi nutraceutici</i>	<i>Università di Siena</i>			X				
<i>Dalle singole molecole al modello animale: un approccio integrato allo studio dei segnali intra ed inter-cellulari</i>	<i>Progetto FIRB (RBAP11X42L) finanziato dal MIUR</i>	<i>Sviluppo di un approccio integrato allo studio dei segnali intra ed inter-cellulari</i>	<i>NEST</i>			X				
<i>DIAMANTE</i>	<i>Regione Toscana</i>	<i>Diagnostica Molecolare innovativa</i>	<i>NEST</i>			X				
<i>DIAST</i>	<i>Regione Toscana</i>	<i>Sviluppo di sistema diagnostico integrato per applicazioni aerospaziali</i>	<i>NEST</i>		X					

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
DIRECT FOOD	PON 'Ricerca e Competitività 2007 - 2013' - Decreto Direttoriale prot. N.1/Ric del 18 gennaio 2010 – Progetto PON01_00878 – 2013-2015	Valorizzazione delle Produzioni agroalimentari dei Sistemi Locali e di quelli tradizionali del Made in Italy attraverso la gestione integrata delle filiere e di canali innovativi produttore-consumatore	Università di Siena					X		
EASYWASH	Progetto Industria 2015 - Ministero dello Sviluppo Economico	NANOTECNOLOGIE PER L'INDUSTRIA MANUFATTURIERA	CNR – IPFC, Colorobbia Consulting	X	X					
ECOMAPS	Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 RSI 2014	Ottimizzazione via rete dello smaltimento ecologico dei rifiuti speciali	DGNet Srl, ECOFLASH, SINAPSI, INSTM					X		
EGF – Eco - Gold Fashion (2012 – 2014)	Progetto Regionale	Tecniche alternative di coating superficiali a ridotto impatto ambientale, migliorative di processi tradizionali (componentistica settore lusso).	LEM Srl, Zamak Srl	X						

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
EL4ALL	Regione Toscana, Bando POR-FESR 2014 - 2020	Sviluppo di un nuovo è processo di elettrodeposizione di alluminio su accessori di moda attraverso la messa a punto di liquidi ionici di nuova generazione e messa a punto del colore	INSTM, LEM Srl, LIFT-D Srl, BLUCLAD Srl	X	X					
ELAM	POR FESR Toscana 2014-2020, Azione 1.1.2 - B.1.1 e B.1.5 “	Elettrodeposizione di leghe amorfe senza nichel come alternativa ai bronzi bianchi	TOP Finisch 2002 Spa, INSTM	X						
ENCOLOR DESIGN	Regione Toscana, Bando POR-FESR 2014	Energia rinnovabile da pannelli fotovoltaici colorati architettonicamente integrati	CNR - ICCOM	X	X					
Energylab - Laboratorio fiorentino per la sostenibilità energetica	Finanziamento Fondazione Ente Cassa di Risparmio Firenze	Studio di materiali per la produzione di energia e di combustibili fossili	CNR - ICCOM	X	X					
ExoNanoDi	Progetto Regionale (POR CReO FESR)	Ricerca sugli esosomi e sui marcatori ad essi associati per la diagnostica delle forme tumorali	Università di Siena, NEST		X					
FELIX	Regione Toscana	Fotonica ed Elettronica Integrate per l'industria	NEST	X	X					X

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
FUTURE FASHION	POR FESR 2014-2020 regione Toscana PMI fase2	Original green fashion made in Italy: nanomateriali high tech o prodotti chimici ecosostenibili di nuova generazione per il settore moda, garanzia di autenticità e sicurezza per uomo e ambiente	Cabro Spa, Nanesa	X	X					
Gliomics	Regionale Par Fas	Utilizzo di grafene nella costruzione di sensori per la detection di marker tumorali	IIT Pisa	X						
GLYCOG-LAB 4.0	Regione Toscana, Bando POR-FESR 2014 - 2020	Sviluppo di nanoadditivi multiproprietà ad azione antiUV e preservante	Cromology Spa, INSTM, IMT Alti Studi, Beste Spa, Yacht Pride Srl, LMPE Srl	X				X		
Green Cat	Regione Toscana, Bando POR-FESR 2014	Studio e messa a punto della preparazione di catalizzatori omogenei a partire dal recupero di metalli preziosi	CNR - ICCOM	X				X		
GREENER	Progetto nazionale MIUR FIRB 2010	Verso nanocompositi multifunzionali efficienti, sicuri, stabili, e di interesse tecnologico preparati mediante immobilizzazione di nanoparticelle funzionalizzate e molecole stabilizzanti	CNR ICCOM		X					
GREENMETAL	Regione Toscana Bando Unico R&S 2012	Sviluppo di leghe metalliche innovative destinate al settore degli accessori moda	Leo France Srl, Faggi Enrico Spa, Euro Stampaggi Spa	X						

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
HIGH CHEST	Regionale	Sostituzione dei materiali plastici vergini tradizionalmente usati per la realizzazione di varie parti di congelatori orizzontali con altri materiali da fonte rinnovabile e/o di riciclo.	Consorzio Polo Tecnologico Magona					X		
Idrogeli nanocompositi ibridi contenenti nanoparticelle ferromagnetiche per il trattamento di tumori ossei primitivi e secondari - Progetto n. RBAP11ZJFA	FIRB (Fondo Incentivazione Ricerca di Base). Progetto Nazionale 2012-2017	Idrogel magnetici per il rilascio controllato di farmaci antitumorali	Università di Siena			X				
InnoCartoPack	Ente CARILUCCA	Trattamenti innovativi nano-strutturati per imballaggi in cartone biodegradabili	Lucense, INSTM	X						
INSIDE	POR CreO	Sviluppo di targeting diagnostici e teranostici basati su nano sistemi e/o linfociti ingegnerizzati per l'individuazione precoce e il trattamento del melanoma e della sclerosi multipla	Università di Siena, Colorobbia Consulting			X				
Interazione di nanoparticelle con soft matter organizzata	FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO DI FIRENZE	Nanoparticelle in fluidi complessi	Università di Firenze		X	X				
IPERNANO	REGIONALE	NANO DRUG DELIVERY PER IL TUMORE DEL PANCREAS	Colorobbia Consulting			X				

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
ISELGEN	Linee di attività 1.5. a e 1.6. del POR CREO FESR 2007-2013.	Sviluppo e realizzazione prototipale di un Nuovo processo per la fabbricazione di Isolamenti Elettrici in compositi ibridi vetronite (Glass-Epoxy) e Nomex® per grandi GENERatori e motori elettrici, in forma di laminati piani e di profili sagomati per cava rotore.	CERTEMA	X						
LEBAM	Regione Toscana - POR FESR 2014-2020 Asse 1/POR CREO FESR 2007-2013 Linea 1.3b/PRSE 2012-2015 di cui al servizio B.1.2	Sviluppo di una lega bassofondente per il settore degli accessori moda	Euro Stampaggi Spa, INSTM	X						
LEISHMAL	Progetto Regione Toscana - Bando Unico R&S - 2012 POR-CREO - linea d'intervento 1.5.a -1.6 del PRSE	Preparazione di nuovi prodotti fitoterapici per la prevenzione della leishmaniosi e la riduzione dei suoi effetti	Università di Siena, Labor Chimica Srl, l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana – Sezione di Arezzo			X		X		

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
<i>MARKER TUMORALI E NUOVI NANO TERANOSTICI PEPTIDICI</i>	REGIONE TOSCANA	<i>Sviluppo e validazione di nanoparticelle coniugate con specifici peptidi ramificati per targeting in diagnostica dei tumori e applicazioni teranostiche antitumorali</i>	<i>Università di Siena; ISTITUTO TOSCANO TUMORI (ITT)</i>			X				
<i>Materiali nanostrutturati avanzati per cementi eco-sostenibili: indagine delle proprietà strutturali e strategie innovative per il loro miglioramento.</i>	<i>Progetto FIR 2013 (RBF132WSM) Futuro in Ricerca finanziato dal MIUR</i>	<i>Materiali nanostrutturati avanzati per cementi eco-sostenibili: indagine delle proprietà strutturali e strategie innovative per il loro miglioramento</i>	CNR ICCOM	X						
<i>Materiali nanostrutturati avanzati per cementi eco-sostenibili: studio delle proprietà strutturali e strategie innovative per la loro valorizzazione</i>	FIRB 2013, MIUR	<i>Cementi innovativi ed ecosostenibili a base di magnesio a ridotto impatto ambientale rispetto ai composti di calcio</i>	NEST				X			
<i>Medium-to-high gain X-band antenna with customisable pattern and polarisation</i>	<i>Progetto interamente finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) nell'ambito del programma General Support Technology Programme ITT AO/1-8709/16/NL/AF</i>	<i>Progetto, realizzazione e qualifica di un prototipo di antenna a superficie artificiale per il download di dati da satellite nell'ambito di missioni spaziali di osservazione terrestre in banda X.</i>	Università di Siena		X					

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
<i>Metodologia di analisi dell'esposizione ai nanomateriali ingegnerizzati integrata alle tecniche di control banding per la gestione del rischio nei luoghi di lavoro.</i>	<i>INAIL Bric 2016, finanziato dall'INAIL</i>	<i>Metodologia di analisi dell'esposizione ai nanomateriali ingegnerizzati integrata alle tecniche di control banding per la gestione del rischio nei luoghi di lavoro.</i>	<i>IIT Pisa</i>	X		X				
<i>MTSH - High-performance horns with customizable radiation properties</i>	<i>Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) nell'ambito del programma ARTES 5.1 ITT AO/1-8075/14/NL/CLP</i>	<i>Progetto e realizzazione di una superficie artificiale stampata all'interno di un'antenna a tromba in banda Ku per il controllo/miglioramento delle prestazioni radiative</i>	<i>Università di Siena</i>		X					
<i>MUFA - Metasurface ultra-flat antennas: ultra-flat VSAT antenna for institutional and civilian applications</i>	<i>Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) nell'ambito del programma ARTES 5.1</i>	<i>Progetto e realizzazione di due antenne di terra basate su superfici artificiali per comunicazioni satellitari per applicazioni di sorveglianza e monitoraggio in banda Ka</i>	<i>Università di Siena</i>		X					
<i>Nano2Micro Lab</i>	<i>FONDAZIONE CASSA RISPARMIO FIRENZE</i>	<i>Sviluppo di tecniche e competenze di interesse nelle formulazioni basate su nano- e micro-materiali</i>	<i>Università di Firenze</i>	X	X					

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
NANOBIOALGAE	Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 RSI 2014	Sviluppo di sistemi micro/nanostrutturati a base di polimeri di origine naturale per l'ottenimento di sostanze funzionali attive per i settori alimentare, cosmetico e tessile	INSTM	X	X					
NANOBOND	Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 Bando 1 RSI 2014	Remediation ambientale tramite dewatering associato a nanomateriali	Acque Industriali Srl; Labromare Srl; Bartoli Spa; Biochemie Laboratori Srl; Ergo Srl; Consorzio interuniversitario nazionale per la scienza e tecnologia dei materiali- INSTM; ISPRA.				X			
NANOCELL - Nanosensori ottici all'interno delle cellule.	Progetto Regionale PAR FAS REGIONE TOSCANA Linea di Azione 1.1.a.3	Sviluppo di carriers macromolecolari a base carboniosa per il delivery di farmaci in cellula. Ingegnerizzazione di nanomateriali carboniosi attraverso un approccio chimico	CNR - ICCOM			X				

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
NANOMATUBAM	Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 RSI 2014	Nano-materiali e compositi per l'estrusione di tubi multistrato in applicazioni avanzate legate alla sostenibilità ambientale	INSTM, DGNet Srl, ECOFLASH, SINAPSI	X				X		
NanoMAX - Encoder – Engineering Nanostructures for Cellular imaging and for intracellular delivery of Optically active Drugs for cardiac hypERTrophy.	Progetto bandiera del CNR	Sviluppo di materiali al carbonio dopati con elementi leggeri (N,B) come trasportatori intracellulari di principi attivi farmacologici per il trattamento dell'ipertrofia cardiaca.	CNR - ICCOM	X						
Nanoplatfroms for enhanced immune responses	PRIN 2015	Sviluppo di sistemi per il delivery controllati dalla luce	Università di Siena		X					
Nanotecnologie innovative per il restauro di materiale cartaceo di rilevante interesse storico-artistico	FONDAZIONE CASSA RISPARMIO FIRENZE	Conservazione Beni Culturali	Università di Firenze	X		X				
Nanotubi di argilla per la progettazione di materiali intelligenti ecosostenibili	FIRB 2012, MIUR	Nanotubi di argilla per il biopackaging	NEST			X	X			
NANOVALCER	Regione Toscana – Aiuti all'innovazione delle PMI	Nanoparticelle per la valorizzazione di manufatti ceramici "Made in Tuscany"	INSTM	X						
NEFE – Nano Eco Fashion Evolution (2015 - 2017)	Progetto Regionale	Tecniche alternative di coating superficiali a ridotto impatto ambientale, migliorative di processi tradizionali (componentistica settore lusso).	INSTM, Lem Srl/ Zamak Srl	X						

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
NGW – New Gold Smithsn Way	Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 RSI 2014	New Gold Smiths Way - Evoluzione sostenibile nella filiera della produzione orafa 3D	INSTM, Neri Romualdo Spa, Italimpianti, Riacetech	X						
nMdC	Regione Toscana/CMW	Cofin su assegno di ricerca nel settore del reimpiego di scarti di escavazione marmi	NEST	X			X			
NMR4DES	Regione Toscana. Progetti congiunti di alta formazione attraverso l'attivazione di assegni di ricerca (anno 2017) nell'ambito del programma POR FSE 2014-2020	Design di materiali polimerici nanocompositi ad alta prestazione mediante Risonanza Magnetica Nucleare	CNR ICCOM	X						
NOSEISMIC	Regione Toscana (POR CRO FSE 2007-2013 Asse IV)	Neuroscienze: Osservazioni di Sistemi E Interazioni a Singola Molecola In Cellule	NEST			X				

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
<i>Nuovo compound a base di polivinilalcol a struttura modificata per la compatibilizzazione con film a base poliolefinica per imballaggio alimentare con elevata efficienza conservativa</i>	<i>Ministero dello Sviluppo Economico n° B01/0742/x16.</i>	<i>Imballaggio ecocompatibile ad elevate efficienza conservativa</i>	<i>LMPE Srl</i>	X						
<i>NUTRIFOROIL</i>	<i>Progetto PRAF 2012-2015 Misura 1.2.e avviso pubblico per progetti di ricerca nel settore agro-alimentare e acquacoltura</i>	<i>Strategie di valorizzazione e miglioramento del contenuto di polifenoli nelle olive prodotte in toscana: effetti sulla qualità nutraceutica dell'olio extravergine di oliva e dei formaggi ovinu ottenuti dal latte di pecore alimentate con le sanse</i>	<i>Università di Siena</i>					X		
<i>Peter Baby Bio. Nutriamo il futuro</i>	<i>Bando Progetto PIF, Sottomisura 16.2. PSR 2014-2020 della Regione Toscana, Sostegno a Progetti Pilota e di cooperazione</i>	<i>Caratterizzazione nutrizionale delle farine crude ottenute da cereali antichi e da legumi</i>	<i>Università di Siena</i>					X		

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
PHA	Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 RSI 2014	Produzione ecosostenibile di polidrossialcanoati e loro utilizzo in materiali compositi per applicazioni in campo marino/costiero ed agricolo/vivaistico	CERTEMA				X	X		
PHOTO	Regione Toscana POR FSE 2014-2020 Asse A – Occupazione Avviso pubblico per progetti congiunti di ALTA FORMAZIONE	Photonics for Tobacco: Sensoristica fotonica per il controllo di azoto, qualità e patologie fogliari del tabacco	IFA CNR, Fattoria Autonoma Tabacchi Scarl, INSTM		X					
Produzione di Energia da Fonti Rinnovabili. Area: Biomasse ed Idrogeno	Progetto Premiale CNR.	Sviluppo di MOFs a base tiazolica per stoccaggio di H ₂ e CO ₂ .	CNR ICCOM							
Progetto multicentrico sulla sindrome di Rett	Nazionale, Telethon	Effetti della sindrome di Rett	NEST			X				
ReOss	POR CReO 2007-2013. Bando Unico R&D	Nuovi supporti bioattivi a matrice polimerica per la rigenerazione ossea in applicazioni odontoiatriche	IRF Srl, ECOPOL Spa, Fabbrica Machinale Srl, UNIFI		X					
RICOEM	Regionale (Porcreo 2014-2020)	Studio per l'utilizzo di un forno ad alto risparmio energetico per la produzione di sfere di Allumina ad	INDUSTRIE BITOSSI Spa				X			

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
		<i>alta densità.</i>								
<i>ROBO-IMPLANT</i>	<i>Regione Toscana - Bando PAR FAS 2007-2013 Liea d'Azione 1.1 - Azione 1.1.2 X</i>	<i>Dispositivo robotico impiantabile per il rilascio controllato di farmaci a livello intraperitoneale</i>	<i>Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento Sant'Anna, UNIPI, INSTM</i>			X				
<i>SAFE QUARRY</i>	<i>Progetto Regione Toscana</i>	<i>Sviluppo di tecnologie di monitoraggio innovative a supporto del distretto lapideo con lo scopo di aumentare e migliorare l'attività estrattiva. La tecnologia di monitoraggio è orientata ad automatizzare ed aumentare le operazioni di controllo del sottosuolo, e le relative attività di analisi ed interpretazione dei dati.</i>	<i>G.M.C. Spa; Dazzini Macchine Srl; Sintecnica Srl; Adatec Sensing & Automation Srl; Centro Interdipartimentale "E.Piaggio"</i>				X			
<i>SCIADRO</i>	<i>Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 RSI 2014</i>	<i>Sciame di droni per applicazioni in ambito sicurezza e ambiente</i>	<i>NEST, Consorzio INSTM</i>		X		X			

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
SELFIE	Progetto Regione Toscana, Bando FAR-FAS 2014-Programma PAR FAS 2007-2013-Linea d'Azione 1.1	Materiali polimerici nanocompositi per il coating	CNR ICCOM, IPCF e ISTI, COOPERATIVA L'AVVENIRE 1921, COLOROBBIA CONSULTING Srl, Università di Firenze, MAVO Soc.Coop., ROBERGLASS Srl, ERGO Srl	X	X		X			
Serre Fotovoltaiche	Finanziamento Fondazione Ente Cassa di Risparmio Pistoia	Nuovi coloranti organici per pannelli fotovoltaici innovativi finalizzati alla costruzione di serre a risparmio energetico	CNR - ICCOM	X	X					
SHINE	Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 RSI 2014	Sviluppo di finiture galvaniche per il settore del gioiello di moda innovative e sostenibili attraverso l'impiego di nanotecnologie e lo studio di nuovi materiali e processi	INSTM	X						
SINTER CLEAN	Regionale (Porcreo 2007-2013)	Attività sperimentale e prototipale per una nuova tipologia di forno con risparmio energetico e ridotto impatto	INDUSTRIE BITOSSI Spa				X			

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
		<i>ambientale.</i>								
SLUDGE 4.0	<i>Collaborazione tra il mondo della ricerca e imprese partecipazione a Bando 1 Ricerca e Sviluppo RSI 2017 POR FESR Toscana</i>	<i>Economia circolare per il trattamento e recupero della frazione organica e carbonio dai fanghi di depurazione per la produzione di biofertilizzanti e biocombustibili</i>	ACQUE INDUSTRIALI Srl					X		
SMART	<i>Fondazione Ente CRF - Bando per progetti 2014 - Ricerca scientifica</i>	<i>Sensori MAGnetici RaziomeTrici per la rilevazione quantitativa di biomarker mediante tecniche di risonanza magnetica e magnetometria</i>	INSTM	X	X					
<i>SMARTNESS - Solar driven chemistry: new materials for photo- and electro-catalysis"</i>	<i>Progetto PRIN 2015 - MIUR</i>	<i>Sviluppo di catalizzatori eterogenei per processi di foto ed elettro-catalisi e loro applicazione in processi al cuore delle energie rinnovabili (es. Riduzione di CO2 – chimica ed elettrochimica – a molecole di più alto valore aggiunto e vettori energetici; Riduzione dell'O2 in celle a combustibile)</i>	CNR - ICCOM	X						

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
SPECTROX	Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 RSI 2014	Sviluppo di uno spettrometro ED-XRF innovativo, sia dal punto di vista hardware che dal punto di vista software, per l'analisi delle leghe metalliche e la determinazione dello spessore dei rivestimenti galvanici	INSTM, Sinerlab Srl, Galvanica Pasquali Srl, Ceza Srl	X	X					
STECH	Progetto Regionale (FAR FAS)	Controllo delle emissioni di turbomacchine	Università di Siena		X					
SUPREMAL	PAR FAS action line 1.1.2 regione Toscana	Spettroscopia Raman amplificata da superficie per la diagnostica precoce del morbo di Alzheimer	Cabro Spa, Nanesa	X	X					
Sustainable manufacturing	Progetto Nazionale MIUR nell'ambito del Cluster Fabbrica Intelligente_ CTN01_00163_148175	Sviluppo di tecnologie per la preparazione di miscele polimeriche compatibilizzate e compositi nanostrutturati da materiali polimerici a fine vita (di riciclo).	CNR - ICCOM					X		
Sviluppo di "Ferritin cages" per drug delivery e diagnostica	Progetto PRIN Nazionale 2012-2014 in collaborazione con Università di Firenze, Pisa e Torino	Utilizzo di ferritine per il delivery di farmaci e per diagnostica con mezzi di contrasto	Università di Siena			X				

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
<i>Sviluppo di materiali nanostrutturati per la valorizzazione delle produzioni manifatturiere locali nei settori energetico e ceramico</i>	<i>Fondazione Ente Cassa di Risparmio di Firenze</i>	<i>Valorizzare produzioni manifatturiere toscane nei settori energetico e ceramico</i>	<i>INSTM</i>	X						
<i>Sviluppo di materiali nanostrutturati per la valorizzazione delle produzioni manifatturiere locali nel settore delle energie</i>	<i>Fondazione Ente CRF, Bando ricerca scientifica 2015</i>	<i>Sviluppo di materiali nanostrutturati per la valorizzazione delle produzioni manifatturiere locali nel settore delle energie</i>	<i>INSTM</i>	X	X					
SYNERGY	<i>Regionale (POR CREO 2007 - 2013)</i>	<i>Materiali e coating ad elevate prestazioni (NANOTECNOLOGIA, NANO-INCAPSULAMENTO, IBRIDI ORGANICI INORGANICI, POLIMERI BIOERODIBILI, SUPERFICI INTELLIGENTI, ANTIGRAFFITO, ANTIBATTERICO, ANTICORROSIONE, MATRICI POLIMERICHE, CERAMERI, TERAPIE PERSONALIZZATE, IMAGING MAGNETICO, IMAGING OTTICO, IPERtermia, BIOEDILIZIA, FOTONICA, GREEN BUILDING, TESSILE, ALIMENTARE, MECCANICA, COSMETICA) NANOTECNOLOGIE PER L'INDUSTRIA MANUFATTURIERA</i>	<i>CNR – IPFC, Colorobbia Consulting, INSTM</i>	X	X	X				
<i>Synthesis and biological validation of novel cancer selective theranostic nanodevices</i>	<i>AIRC</i>	<i>Costruzione e sviluppo di nuovi nanodispositivi da coniugazione di NT4 con QDs per diagnostica e drug delivery selettivo verso cellule</i>	<i>Università di Siena</i>			X				

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
		tumorali								
TERAFLUID	Nazionale, MISE	Sviluppo di chip microfluidici per analisi biochimica e cellulare tramite spettroscopia Terahertz	NEST			X				
TERAGRAPH	Nazionale, MISE	Sviluppo di rivelatori THz in graphene per operazione a temperatura ambiente con alta velocità di risposta	NEST		X					
Tessili storici fiorentini	Fondazione Ente CRF - Bando per progetti 2014 - Ricerca scientifica	I tessili storici fiorentini: diagnostica, conservazione e valorizzazione	INSTM		X					
Theoretical study of hybrid organic-inorganic materials in complex chemical environments	PRIN 2012, MIUR	Materiali funzionalizzati eterogenei per dye-sensitized solar cells (DSC)	NEST	X						
THIN FASHION	Bando Regionale	Elaborazione di rivestimenti per bigiotteria/accessori con caratteristiche migliorate mediante impiego di tecnologie PVD	INDUSTRIE TESTI Spa	X						
TOSCA	Regionale	Sviluppo di sistemi per la decontaminazione del suolo e delle acque superficiali e sotterranee.	Consorzio Polo Tecnologico Magona				X			

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
TRAVEL	Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 RSI 2014	Materiali compositi, polimeri per termoformatura e trattamenti nanostrutturati per l'innovazione prestazionale del prodotto camper	INSTM, SEA Camper, Solera, Apuarreda, Fidertessile	X						
ULTRANANO: Termodinamica Ultra-veloce alla Nano scala	Progetto FIR2013 Futuro in Ricerca finanziato dal MIUR	Termodinamica Ultra-veloce alla Nano scala	NEST	X	X					
UNICO	Progetto finanziato nell'ambito POR FESR Toscana 2014 -2020 RSI 2014	Nuovi rivestimenti nanostrutturati per scopi decorativi	Valmet Plating Srl, INSTM	X						
VACASTO eOPEN RICCIO	Sottomisura 16.2 PSR 2014-2020 della Regione Toscana Annualità 2015	Ottenimento di prodotti evoluti e nuovi cosmetici e ricognizioni interattive per Catasto Castanicolo Ordinario	Università di Siena					X		
Valve-tech – Regione Toscana	Accordo di ricerca con CNR-IFC	Sviluppo di superfici polimeriche biocompatibili	Università di Firenze	X						

<i>Nome e Titolo del Progetto</i>	<i>Programma</i>	<i>Obiettivo</i>	<i>Partecipanti Toscani</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R4</i>	<i>R5</i>	<i>R6</i>	<i>R7</i>
<i>Verso il computer quantistico: nanostrutture molecolari ad elevata coerenza di spin</i>	<i>Fondazione Ente Cassa di Risparmio di Firenze</i>	<i>Sviluppo di materiali per computer quantistici</i>	<i>Università di Firenze</i>	X	X					

PROGETTI EUROPEI

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
AGRIMAX	H2020 BBI PPP 2015	Garantire la massima sostenibilità economica e ambientale delle aziende agricole e alimentari in Europa e fornire nuove biocompound ai settori chimico, bioplastico, alimentare, dei fertilizzanti, packaging e agricolo, attraverso l'applicazione di processi di biorefinery per la valorizzazione delle colture e dei rifiuti derivanti dall'elaborazione dei prodotti alimentari.	CNR - IPCF, CERTEMA		X			X		
AMC - Metamaterial antennas for broadband connectivity	Progetto interamente finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme- ITT AO/1-7992/14/NL/MH	Progetto e realizzazione di un prototipo di antenna a superficie artificiale a fascio riconfigurabile in banda Ka	Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze Matematiche – Università di Siena		X					

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
AM-MOTION “strategic approach to increasing Europe’s value proposition for Additive Manufacturing technologies and capabilities”	H2020 – Programme NMBP 2016-2017	L’obiettivo del progetto di coordinamento della ricerca AM-MOTION è quello di contribuire alla rapida ricaduta sul mercato delle tecnologie della stampa additive sviluppando una rete di stakeholder Europei, soprattutto industriali, chiamati a formulare una roadmap per lo sviluppo dell’AM in settori target (salute, energia, aerospazio, elettronica e prodotti di consumo, automotive, costruzioni)	Rina Consulting						X	
AMPHIBIAN	NMBP-03-2016, Call: H2020-NMBP-2016-2017 (NANOTECHNOLOGIES, ADVANCED MATERIALS, BIOTECHNOLOGY)	Realizzazione di magneti permanenti ibridi, a basso costo, senza uso di materiali critici	CNR-ICCOM, INSTM					X		
BIOBOARD	FP7	Coating biodegradabile per effetto barriera in imballaggi multistrato	Lucense Srl	X						

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
BIOBOTTLE	FP7-SME-2013, Activity type: FP7-SME-2013-1 Research for SMEs	Sviluppo di formulazioni per la realizzazione di manufatti biodegradabili e compostabili per l'industria alimentare (latte e prodotti caseari)	CNR - IPCF		X					
BIOCLEAN "Biotechnological solutions for the degradation of synthetic polymeric materials"	H2020- MSCA-ITN-2016	Ruolo dei biofilm in superfici di utilizzo quotidiano	CSGI - Università di Firenze, Università di Siena	X	X					
BreakCan - Breakable Capsules and Nanoparticles for Biomolecules Delivery for the Treatment of Cancer	EuroNanoMed III JTC2017	Capsule e nanoparticelle per il delivery di biomolecole per il trattamento dei tumori	INSTM			X				
BSSI - Beam Shaping by Surface Impedance Control	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme ITT AO/1-7507/13/NL/MH	Studio dell'impiego di superfici artificiali all'interno di antenne a tromba in banda Ku per il controllo/miglioramento delle prestazioni radiative.	Università di Siena		X					
CAP-IT! "Advanced encapsulation technology for sustainable detergency"	FP7-PEOPLE	Tecnologie di incapsulamento per detergenza	CSGI - Università di Firenze	X						

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
COACH	H2020-. ITN	Superfici antibatteriche per medicale	Colorobbia Consulting	X	X					
Comanche	EU ERC FP7	Controllo di calore in nanostrutture a stato solido	Scuola Normale Superiore - NEST		X		X			
Conjugate-Matched Metasurface Enhanced Array	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA)RFP: PFLPTE/MH/yc/545.2013	Progetto di un'antenna a basata su superfici artificiali per la calibrazione di radar transponder di terra in banda UHF	Università di Siena		X					
Dibbiopack	FP7 NMP.2011.LARGE.5	Sviluppo di nanocompositi multifunzionali a matrice polimerica biodegradabile adatti all'imballaggio mediante metodi di injection e blow extrusion: miglioramento delle proprietà strutturali e barriera, conferimento di proprietà funzionali e intelligenti nel rispetto della sostenibilità.	CNR ICCOM, INSTM	X	X					

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
DMC-MALVEC	H2020	Sviluppo e produzione di un nuovo sistema per la processazione di un disco in microfluidica (Lab on a chip) in grado di rilevare parametri per il monitoraggio delle zanzare portatrici della Malaria.	N.T. Laboratory Srl		X					
DNA-TRAP "Delivery of Nucleic Acid-Based Therapeutics for the Treatment of Antibiotic-Resistant Pathogens"	FP7-PEOPLE-2013-IAPP - Marie Curie Action	Delivery di farmaci a base DNA	CSGI - Università di Firenze			X				
DragOnFly - Electronically Steerable Low Drag Aeronautical Antenna	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Olandese nell'ambito del programma ARTES 5.1- ITT AO/1- 8177/15/NL/CLP	Progetto e realizzazione di un prototipo di schermo basato su superfici artificiali per l'incremento dell'angolo di scansione di fascio di un array fasato in banda Ka.	Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze Matematiche – Università di Siena		X					
DREAMS (Development of a Research Environment for Advanced Modelling of Soft matter)	ERC FP7	Smart materials e molecole responsive a stimoli prelezionati in matrice polimerica	Scuola Normale Superiore - SMART	X			X			
ECCO	EU	Vetroceramici autopulenti IR-trasparenti per l'industria dell'acciaio	Colorobbia Consulting	X						

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
ECOBINDER "Development of insulating concrete systems based on novel low CO2 binders for a new family of eco-innovative, durable and standardized energy efficient envelope components"	H2020-NMBP-2014 - EeB-01-2014 - Materials for building envelope	Materiali e coating ad elevate prestazioni (alte proprietà meccaniche e di isolamento, anti-corrosione ecc.) per il settore delle costruzioni	Rina Consulting	X						
ECO-PULPLAST	Programma LIFE	Riciclo scarto di pulper di cartiera	Lucense Srl; Selene Srl					X		
Enhanced Radiofrequency Behavior- Multi-Layer Insulation	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Innovation Triangle Initiative	Studio dell'impiego di superfici artificiali stampate su coperte termiche per disaccoppiare antenne a bordo di satelliti	Università di Siena		X					
Eurelax- European Network on NMR Relaxometry	COST Action	Tecniche rilassometriche di Risonanza Magnetica Nucleare per la caratterizzazione di materiali	CNR ICCOM							X

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
FELIX – Fotonica ed Elettronica Integrate per l'Industria	Regione Toscana POR FESR 2014-2020	Il progetto FELIX mira alla costituzione di un'infrastruttura coordinata di laboratori capace di rappresentare un'interfaccia singola e di facile accesso per le imprese -in particolare di piccole dimensioni- che vogliono innovare in termini di processo o prodotto in un ampio spettro di settori industriali. La rete di Organismi di Ricerca (OR) proponenti include, infatti, in modo completo la filiera di ricerca e innovazione nel campo dell'elettronica e della fotonica.	Scuola Superiore di Studi Universitari e Perfezionamento Sant'Anna; Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione; Scuola Normale Superiore - NEST; Consiglio Nazionale delle Ricerche; Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia (Pisa)							X

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
FREECATs - Doped carbon nanostructures as metal-free catalysts.	FP7, NMP-2011-2.2-4	Sviluppo di materiali al carbonio dopati con elementi leggeri (N,B) come catalizzatori privi di metalli in applicazioni nelle energie rinnovabili (riduzione di O ₂ per via elettrochimica nelle celle a combustibile).	CNR ICCOM	X			X			
GLACERCO	FP7 - ITN	Biomateriali per protesica dentale	Colorobbia Consulting	X						
Graphene Flagship	H2020 No. 696656-GrapheneCore1	Materiali bidimensionali e loro applicazioni tecnologiche.	Scuola Normale Superiore - NEST	X	X					
ISS-FLOW "Intelligent Structuring Systems for Complex Flowing Products"	FP7-PEOPLE-2013-IAPP - Marie Curie Action	Strutturazioni innovative per il flusso di fluidi complessi	CSGI - Università di Firenze,		X	X				
LCDA - Low-Complexity data Downlink Antenna	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme RFQ 3-14115/14/NL/GLC/al	Progetto e realizzazione di un prototipo di antenna planare a basso costo, basata su superfici artificiali, con fascio sagomato per applicazioni di osservazione terrestre da satellite in banda Ka	Università di Siena		X					

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
LEGUVAL	Europeo (FP7-SME-2012-2]	Recupero e valorizzazione di scarti alimentari per la realizzazione di materiali plastici biodegradabili e compostabili	CNR - IPCF		X			X		
MAGMANET	Network di Eccellenza Europea	Proprietà di materiali magnetici	Colorobbia Consulting, INSTM			X				X
MIR-BOSE	FET OPEN HORIZON 2020	Dispositivi optoelettronici nel medio IR e Thz	Scuola Normale Superiore - NEST		X		X			
NANO-CATHEDRAL "Nanomaterials for conservation of European architectural heritage developed by research on characteristic lithotypes"	H2020-NMBP-21-2014	Sviluppo con approccio alla nanoscale di nuovi materiali, tecnologie e procedure per la conservazione di edifici monumentali e cattedrali. Is	INSTM, Opera Della Primaziale Pisana, Colorobbia,	X						
NANOFORART	FP7 - ENV-NMP.2011.2.2-5; ENV-NMP.2011.3.2.1-1	Nanomateriali per la conservazione dei Beni Culturali	CSGI - Università di Firenze	X	X					
NANOII - Nanoscopically-guided induction and expansion of regulatory hematopoietic cells to treat autoimmune and inflammatory processes	FP7-NMP-2008-LARGE-2	Cell chip per l'espansione ex-vivo di cellule ematopoietiche per trattare processi infiammatori e autoimmuni	Scuola Normale Superiore - NEST		X					

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
NANOJETS	ERC FP7	Nanofibre polimeriche per applicazioni optoelettroniche	Scuola Normale Superiore - NEST	X	X				X	
NANOPYME	FP7-NMP-2012-SMALL-6	Magneti permanenti nanocristallini basati su ibridi metallo-ferriti	INSTM					X		
NANORESTART "NANOmaterials for the REStoration of works of ART"	H2020-NMBP-21-2014	Nanomaterial per il restauro di beni artistici	CSGI - Università di Firenze	X	X					
NANOTHER "Integration of novel NANOparticle based technology for THERapeutics and diagnosis of different types of cancer"	FP7 – NMP 2007-4.0-4	Sviluppare e valutare nanocarrier basati su nanomateriali polimerici per la detezione e la terapia di differenti tipi di tumori.	INSTM, Colorobbia, Argus Chemicals			X				
NEMO	UE	Nanowire electro-mechanical-optical systems	Scuola Normale Superiore - NEST		X					
NEOHIRE - NEOdymium-Iron-Boron base materials, fabrication techniques and recycling solutions to Hghly REduce the consumption of Rare Earths in Permanent Magnets for Wind Energy Application	H2020 - NMBP- 03-2016	Ridurre l'utilizzo di terre rare nella produzione di turbine eoliche, attraverso nuove tecnologie e nuove strategie di riciclo.	Università degli Studi di Firenze					X		

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
NMP REG - Delivering NMP to REGIONal manufacturing	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call I°)	Il progetto NMP REG prevede lo scambio di esperienze e la redazione di un "Action Plan" per migliorare le politiche a supporto dell'applicazione di nanotecnologie, nuovi materiali e nuove tecnologie di produzione (NMP) per sostenere una competitività regionale intelligente, sostenibile e inclusiva.	ASEV - Agenzia lo sviluppo empoese Valdelsa	X	X					
NMTryp "New medicines for trypanosomatidic infections"	FP7- Health	Sviluppo di sistemi innovativi per farmaci con l'utilizzo di una piattaforma comune per drug discovery composta da SME e centri di ricerca.	Università di Siena			X				
PAINCAGE - The NGF system and its interplay with endocannabinoid signalling, from peripheral sensory terminals to the brain: new targets for the development of next generation drugs for neuropathic pain	HEALTH.2013.2.2.1-5 - Understanding and controlling pain	Drug delivery per controllare il dolore causato da neuropatie	Scuola Normale Superiore - NEST			X				
PERFORMANCE	EU – FP7	Personalised approaches to food production and distribution	CERTEMA	X	X					

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
PHENOMEN	FET OPEN HORIZON 2020	Circuiti fotonici per optomeccanica	Scuola Normale Superiore - NEST		X					
PHOSPUN	ERC Horizon 2020	Funzionalizzazione del fosforene	Scuola Normale Superiore - NEST	X	X					
Progetto bilaterale CNR-Polish Academy of Science (PAN) 2014-2016	Progetto bilaterale finanziato da CNR e PAN	Studio del polimorfismo e della dinamica di materiali "soft"	CNR ICCOM							X
Progetto bilaterale CNR-Polish Academy of Science (PAN) 2016-2018	Progetto bilaterale finanziato da CNR e PAN	Studio delle proprietà strutturali e del polimorfismo di materiali che danno transizione vetrosa	CNR ICCOM							X
RESPOC	FP7	Sviluppo e produzione di un nuovo sistema per la processazione di una cartuccia in microfluidica (Lab on a chip) in grado di rilevare patogeni respiratori (B. pertussis e S. pneumoniae) nei neonati	N.T. Laboratory Srl		X					
SANOWORK "Safe nano worker exposure scenarios"	FP7-NMP-2011-SMALL-5	SAFETY DEI NANOMATERIALI	Colorobbia Consulting					X		

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
SARA - Shared aperture reflector antenna	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme RFQ 3-13593/12/NL/GLC/fe	Studio dell'impiego di una superficie artificiale stampata su riflettori per la sagomatura del fascio radiante in banda SHF per broadcast televisivo.	Università di Siena		X					
SC2	EU	Realizzazione di un sorbente ceramico poroso attivato con DEA per la cattura di CO2 nei fumi di centrali a carbone.	INDUSTRIE BITOSSI				X			
Scalable low-mass low-envelope high to-very-high gain antenna	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme ITT: AO/1-7069/12/NL/MH	Progetto e realizzazione di due prototipi di antenne planari a basso costo, basate su superfici artificiali (metasuperfici), per applicazioni di controllo remoto di sonde per missioni spaziali in banda X	Università di Siena		X					

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
SHALE X Environment "Maximizing the EU shale gas potential by minimizing its environmental footprint"	H2020- LCE-16-2014	Massimizzazione del potenziale dello Shale Gas nel contesto europeo	CSGI - Università di Firenze	X						
SHREDDERSORT	FP7-ENV-2013.6.3-1	Realizzazione di in sistema LIBS per il monitoraggio online di scarti industriali	CNR – ICCOM					X		
Sprint	ERC Horizon 2020	Risonatori laser nel THZ ad impulsi corti	Scuola Normale Superiore - NEST		X					
STABLENEXTSOL	COST action	Investigare la stabilità del fotovoltaico a base ibrida organico-inorganico	Cicci Research Srl	X						
SUN	FP7	Sostenibilità dei nanomateriali	Colorobbia Consulting				X	X		
SUNPAP	FP7-NMP	Nanotecnologie nel settore della carta	Colorobbia Consulting	X						

Nome e Titolo del Progetto	Programma	Obiettivo	Partecipanti Toscani	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
TANIA – TreAting contamination through NanoremediAtion	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call II°)	Aumentare la consapevolezza e la conoscenza sul tema della nanoremediation da parte dei policy makers territoriali, principalmente per supportare ricerca e innovazione, definire una metodologia per valutazione dei trattamenti (efficacia, sicurezza e impatto ambientale) e incentivare l'uso di tecnologie innovative.	Agenzia lo sviluppo empoese Valdelsa, Regione Toscana				X	X		
ULTRAQCL	FET-OPEN Horizon 2020	Laser ad impulsi corti nel THZ	Scuola Normale Superiore - NEST		X		X			
xPRINT - 4-Dimensional printing for adaptive optoelectronic components	ERC-CoG-2015 - ERC Consolidator Grant	Stampa 4D per componenti optoelettronici	Scuola Normale Superiore -NEST		X				X	