

SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



# Gruppo di Lavoro "Velivoli Ipersonici"

Chairman: Gen. B.A. (r) Giuseppe Cornacchia, CESMA

# **SISTEMI E TECNOLOGIE (WP3)**

Mappatura tecnologie (WP 3.3)

Coordinatore: Ing. Antonio Gammarota, TAS-I

Politecnico di Bari Prof. Vito Albino

**Ing. Lorenzo Ardito** 

Ing. Antonio Messeni Petruzzelli

Con la collaborazione di:

ASI Ing. Samantha Jannelli

Leaf Space Ing. Giovanni Pandolfi





# SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

# Indice

W	ork Br	reakdown Structure	4
1	Prei	emessa	5
2	Intr	roduzione	6
3	Met	etodologia	8
	3.1	Mappatura dell'attività di ricerca scientifica	8
	3.2	Mappatura dell'attività brevettuale	8
	3.3	Mappatura dell'attività progettuale	9
4	Des	scrizione degli output della mappatura	
4	4.1	Output dell'attività di ricerca scientifica	
	4.2	Output dell'attività brevettuale	
4	4.3	Output dell'attività progettuale	
5	Rist	sultati	
	5.1	Strutture & Materiali	
	5.1.	.1 Output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica	
	5.1.	.2 Output dell'attività di scouting tecnologico	
	5.1.	.3 Output dell'attività di auditing tecnologico	
	5.1.	.4 Output della mappatura dell'attività progettuale	21
	5.2	Sistemi Propulsivi	31
	5.2.	2.1 Output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica	31
	5.2.	0.2 Output dell'attività di scouting tecnologico	
	5.2.	0.3 Output dell'attività di auditing tecnologico	
	5.2.	.4 Output della mappatura dell'attività progettuale	
:	5.3	Sistemi Generatori di Potenza	40
	5.4	Guida, Navigazione e Controllo	41
	5.4.	.1 Output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica	41
	5.4.	2.2 Output dell'attività di scouting tecnologico	44
	5.4.	9.3 Output dell'attività di auditing tecnologico	45
	5.4.	.4 Output della mappatura dell'attività progettuale	48
:	5.5	Sistemi di Telecomunicazione	50
	5.6	Aerotermodinamica	52
:	5.7	Armi e Sistemi di Difesa	53
	5.7.	7.1 Output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica	53





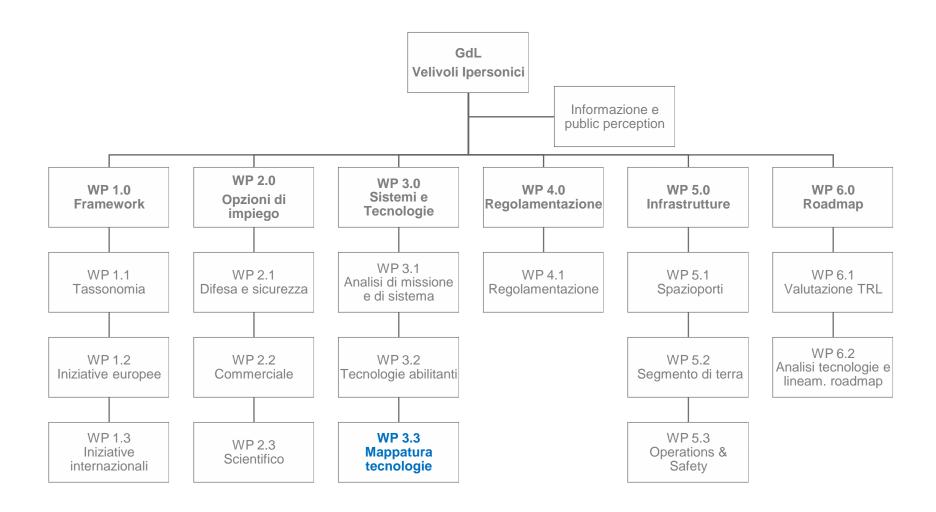
5.7.2	Output dell'attività di scouting tecnologico	55
5.7.3	Output dell'attività di auditing tecnologico	57
5.7.4	Output della mappatura dell'attività progettuale	59
5.8	Controllo Ambientale & Supporto Vitale	61
5.8.1	Output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica	61
5.8.2	Output dell'attività di scouting tecnologico	63
5.8.3	Output dell'attività di auditing tecnologico	65
5.8.4	Output della mappatura dell'attività progettuale	67
6 Conc	lusioni	74
6.1	Risultati rilevanti per l'attività di R&D italiana	74
6.2	Potenziali ulteriori sviluppi	74
7 Rifer	imenti	76
Appendice	e A: Organigrammi delle tecnologie abilitanti	77
Appendice	e B: Livelli del TRL	83



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



### **Work Breakdown Structure**





SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



# 1 Premessa

Il presente lavoro, dal titolo *Mappatura Tecnologie*, svolto dal Politecnico di Bari è parte integrante del WP3 *Sistemi e Tecnologie* ed ha l'obiettivo di realizzare una mappatura dell'attività scientifica, brevettuale e progettuale relativa agli sforzi di R&D nel dominio del volo ipersonico.



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



### 2 Introduzione

La mappatura ha come scopo generale l'identificazione di pubblicazioni, brevetti e progetti relativi il dominio del volo ipersonico con l'obiettivo di studiare i rispettivi trend di espansione, l'impatto dei prodotti realizzati e i principali attori coinvolti nelle attività di ricerca e sviluppo (R&D). Inoltre, particolare focus è posto sul ruolo dell'Italia e il suo posizionamento in termini di produttività scientifica, brevettuale e progettuale rispetto alle altre economie mondiali.

Partendo dalla descrizione dei domini di studio caratterizzanti le tecnologie abilitanti per il volo ipersonico, come definita nei WP 3.1 e 3.2, in questo report ci si è riferiti ai domini di primo livello, come presentati a pagina quattro del WP 3.2 (Figura A1 in Appendice A). Di questi domini, cinque individuano quelle tecnologie ritenute "critiche" per lo studio del volo ipersonico e per cui si è sviluppata una struttura gerarchica di ulteriore dettaglio che si focalizza su più specifiche soluzioni tecnologiche inerenti i domini in esame (Figure A2-A9 in Appendice A). Tuttavia, il dettaglio del lavoro non è giunto siano ai livelli gerarchici più bassi del primo a causa di vincoli temporali. Inoltre, i domini "Metodologie di Progettazione", "Atterraggio e Supporto a Terra" e "Progettazione, Integrazione, Verifica e Qualifica" sono legati più ad aspetti operativi che tecnologici e sono stati pertanto esclusi dalla mappatura. Infine, nel caso dei domini "Sistemi Generatori di Potenza", "Sistemi di Telecomunicazione" e "Aerotermodinamica", come mostreremo nel seguito, parte delle analisi legate ai trend di sviluppo non sono state riportate poiché il numero di prodotti (pubblicazioni, brevetti e progetti) individuati non è rappresentativo abbastanza da giustificare tale tipo di analisi. Ciò che è stato invece messo in evidenza per questi domini è il ruolo dell'Italia.

In definitiva, i domini di primo livello considerati per la mappatura sono:

- Strutture & Materiali
- Sistemi Propulsivi
- Sistemi Generatori di Potenza (solo ruolo dell'Italia)
- Guida, Navigazione e Controllo
- Sistemi di Telecomunicazione (solo ruolo dell'Italia)
- Aerotermodinamica (solo ruolo dell'Italia)
- Armi e Sistemi di Difesa
- Controllo Ambientale & Supporto Vitale

In dettaglio, la mappatura dell'attività di ricerca scientifica prevede la raccolta di tutti gli articoli pubblicati su riviste internazionali presenti nella base di dati *Web of Science* (WoS) catalogati nello Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) e che si riferiscono a ciascuno dei domini di studio identificati. Questa attività è soprattutto incentrata a presentare le organizzazioni maggiormente coinvolte nell'attività di ricerca scientifica, la loro collocazione geografica e l'impatto generato dagli articoli per la produzione di nuova conoscenza scientifica. Per quanto concerne la mappatura dell'attività brevettuale, sono stati collezionati tutti i brevetti registrati presso l'ufficio brevetti e marchi americano (USPTO), sempre seguendo la distinzione tra i diversi domini di tecnologie abilitanti già proposti. Tali brevetti sono poi stati usati per svolgere attività di *scouting* tecnologico e di *auditing* tecnologico, che hanno caratterizzato la mappatura dell'attività brevettuale. In particolare, l'attività di *scouting* tecnologico consiste nel costruire e presentare indicatori che descrivono le invenzioni brevettate in termini di applicabilità industriale e impatto tecnologico. L'attività di *autiding* tecnologico, invece, comporta l'identificazione delle organizzazioni maggiormente attive





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

nell'attività brevettuale, della loro posizione geografica, delle collaborazioni tra le diverse organizzazioni per lo sviluppo di tecnologie e le classi brevettuali assegnate alle loro invenzioni dallo USPTO. Infine, la mappatura dell'attività progettuale mira alla ricognizione dei progetti approvati con la finalità di svolgere attività di ricerca e sviluppo (R&D) nei domini relativi le tecnologie abilitanti per il volo ipersonico e che sono presenti nelle basi di dati *Cordis* e *National Science Foundation* (NSF). In questo caso sono stati identificati gli importi concessi agli aggiudicatari dei progetti, le organizzazioni coordinatrici dei progetti e le nazioni dove queste risiedono.

A valle delle analisi svolte il report presenta un quadro generale dell'attività di R&D per ciascun dominio.



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



# 3 Metodologia

### 3.1 Mappatura dell'attività di ricerca scientifica

Come anticipato in sezione precedente, la ricerca è stata riferita al primo livello di ogni dominio tecnologico (Figura B1 in Appendice A). Per focalizzare la ricerca nel dominio del volo ipersonico, nella costruzione delle stringhe di ricerca si è fatto in modo che le parole descrittive delle tecnologie abilitanti riferite al primo livello di analisi (es. "Strutture e materiali") siano anche associate ad almeno una tra le parole chiave "aerospace", "hypersonic" e "spacecraft". Quindi, in una prima fase sono state identificate le parole chiave caratterizzanti ciascun dominio di primo livello a partire dalla loro denominazione. Ad esempio, nel caso di "Strutture e materiali" ("Structure and Materials"), le due parole chiave sono "structures" e "materials". In una seconda fase si sono costruite stringhe di ricerca che consentano di individuare tutti i brevetti che contengono le parole chiave relative al dominio in esame e almeno una tra le parole "aerospace", "hypersonic" e "spacecraft".

Nel caso "Strutture & Materiali", ad esempio, le stringhe di ricerca sono: (("Structure\*) AND ("hypersonic" OR "aerospace" OR "spacecraft")) e (("Material\*) AND ("hypersonic" OR "aerospace" OR "spacecraft")). Le stringhe di ricerca così costruite sono state date in input a WoS e devono essere contenute nel campo *Topic* (corrispondente alle sezioni titolo, *abstract* e *keywords*). Nello specifico, sono state sviluppate 30 stringhe di ricerca.

La ricerca include tutti gli articoli pubblicati dal 1990 (limite inferiore posto da WoS) al 2015. Per ogni articolo che soddisfa i criteri di ricerca sono stati collezionati anno di pubblicazione, *affiliation* degli autori, rivista in cui l'articolo è pubblicato, numero di citazioni ricevute dall'articolo e area scientifica di riferimento secondo WoS.

### 3.2 Mappatura dell'attività brevettuale

Come per la ricerca degli articoli scientifici, la ricerca brevettuale può essere condotta usando sia i termini descrittivi del primo livello di analisi di una tecnologia sia i termini relativi ai livelli di analisi più bassi. Nel caso in esame, sono state utilizzate le stringhe come presentate al punto 2.1, riferite ai domini di primo livello. Tali stringhe devono essere presenti nel campo *Claims* dei brevetti. La scelta del campo *Claims* è giustificata dal fatto che le informazioni presenti in questa sezione del documento brevettuale sono rappresentative dei diversi problemi tecnologici risolti dall'invenzione e che sono contestualmente protetti dal brevetto. La ricerca include tutti i brevetti registrati dal 1976 (limite inferiore posto dall'USPTO) al 2015.

Per ogni brevetto che soddisfa i criteri di ricerca si sono identificati l'anno in cui il brevetto è depositato per la prima volta, anno di effettiva concessione, organizzazione proprietaria del brevetto, collocazione geografica dell'organizzazione proprietaria, citazioni ricevute dal brevetto da parte di altri brevetti, citazioni



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



fatte dal brevetto a riviste scientifiche, e classi tecnologiche a cui il brevetto è associato secondo la classificazione americana.

La metodologia per la mappatura brevettuale presenta alcune limitazioni. Primo, vi possono essere invenzioni non brevettare negli Stati Uniti, ma che invece lo sono presso l'European Patent Office o uffici brevetti nazionali (p.e., Japanese Patent Office e Chinese Patent office). Pertanto, queste non saranno individuate con la procedura proposta. Secondo, alcuni dei brevetti analizzati, specie quelli registrati da multinazionali, possono non riflettere la reale localizzazione geografica della relativa attività di R&D. Infatti, è possibile che un'impresa abbia due centri di ricerca (Italia e Francia) e che il suo headquarter sia in Francia. Tale impresa, per diversi motivi, potrebbe scegliere di brevettare un'invenzione sviluppata in Italia assegnandola all'headquarter in Francia. In questo caso, la mappatura, così come realizzata, assegna il brevetto in esame alla Francia, anche se la competenza tecnologica è in realtà italiana. Terzo, attraverso i dati brevettuali vi sono limiti legati alla possibilità di catturare il livello di *readiness* tecnologico per uno specifico dominio.

### 3.3 Mappatura dell'attività progettuale

Analogamente a quanto fatto per pubblicazioni e brevetti, sono stati raccolti tutti i progetti identificati come associati ad attività di R&D nel dominio del volo ipersonico tramite le stringhe di ricerca prima identificate.

Per ogni progetto che soddisfa i criteri di ricerca, sono state raccolte informazioni quali anno di concessione, importo del progetto, organizzazione coordinatrice e sua nazionalità.



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



# 4 Descrizione degli output della mappatura

### 4.1 Output dell'attività di ricerca scientifica

Gli output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica sono da riferirsi a ognuno dei domini che caratterizzano una tecnologia abilitante e sono calcolati rispetto al primo livello di analisi. In particolare, gli output sono i seguenti:

- attività scientifica nel tempo, valutata come numero di pubblicazioni per anno;
- impatto delle pubblicazioni, in termini di numero di citazioni ricevute dagli articoli pubblicati (Judge et al., 2007);
- classifica delle organizzazioni maggiormente coinvolte nell'attività scientifica rispetto al numero di articoli pubblicati;
- classifica delle riviste su cui sono pubblicati il maggior numero di articoli scientifici;
- individuazione delle nazionalità delle organizzazioni maggiormente coinvolte nell'attività scientifica:
- classifica delle aree scientifiche della classificazione WoS assegnate agli articoli pubblicati.

### 4.2 Output dell'attività brevettuale

Gli output della mappatura dell'attività brevettuale sono da riferirsi a ognuno dei domini che caratterizzano una tecnologia abilitante e calcolati sia rispetto al primo livello di analisi. Gli output sono distinti in output relativi allo *scouting* tecnologico e output relativi all'*auditing* tecnologico.

Output relativi lo scouting tecnologico:

- attività brevettuale nel tempo, valutata come numero di brevetti per anno;
- applicabilità industriale dei brevetti, misurata come il numero di diverse classi tecnologiche assegnate dall'USPTO ai brevetti registrati (Novelli, 2015);
- relazione del brevetto con l'attività scientifica, misurata come il numero di citazioni fatte da un brevetto a pubblicazioni scientifiche (Narin et al., 1997; OECD, 2009);
- impatto tecnologico dei brevetti, misurato con il numero di citazioni ricevute dai brevetti in esame da parte di altri brevetti registrati successivamente (Conti et al., 2014; Trajtenberg et al., 1997);



### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



ampiezza dell'impatto tecnologico dei brevetti, misurata attraverso un indice di dispersione<sup>1</sup> che valuta quanto sono diverse le classi tecnologiche associate ai brevetti che citano i brevetti in esame: maggiore è il valore di questo indicatore, maggiore è il numero di domini tecnologici in cui i brevetti in esame hanno avuto impatto (Banerjee & Cole, 2010; Gambardella & Giarratana, 2013);

#### Output relativi l'auditing tecnologico:

- classifica delle organizzazioni con maggiore attività brevettuale secondo il numero di brevetti da queste registrati;
- individuazione delle nazionalità delle organizzazioni maggiormente coinvolte in attività di brevettazione;
- lista delle collaborazioni tra organizzazioni per la realizzazione di un brevetto (Hagedoorn, 2003);
- classifica delle classi tecnologiche definite dall'USPTO secondo il numero di brevetti ad esse assegnati (Corredoira & Banerjee, 2015; Lerner, 1994).

#### Livello di readiness tecnologico

In aggiunta agli output corrispondenti a *scouting* e *auditing* tecnologico, di seguito sono discussi due possibili indicatori per valutare il livello di *readiness* tecnologico, anche inteso come livello di maturità di una tecnologia rispetto alla sua applicazione in ambiente operativo.

Il livello di *readiness* di una tecnologia può essere calcolato attraverso il "Technology readiness level" (TRL), così come definito dalla NASA e implementato in modo similare dalla Commissione Europea. Il TRL prevede che a una tecnologia sia assegnato un livello di *readiness* basato su una scala di valori da 1 a 9, dove 1 è il più basso (definizione dei principi base) e 9 il più alto (sistema già utilizzato in ambiente operativo). In Appendice B sono riportati nel dettaglio i nove livelli e la loro definizione secondo la NASA. Il limite di tale metodologia è che la valutazione può essere effettuata solo da chi ha sviluppato la tecnologia e ne conosce gli effettivi stati di applicazione nel tempo.

In alternativa al TRL, a livello di brevetto, è possibile costruire un indicatore misurato attraverso il rapporto tra numero di citazioni ricevute da un brevetto e numero di *claims*. La letteratura (Alnuaimi & George, forthcoming; Hoetker & Agarwal, 2007) suggerisce che maggiore è questo rapporto, tanto maggiore è lo stato di sviluppo (e quindi applicabilità) di una certa tecnologia. Il ragionamento alla base di questa misura è che quando nuovi brevetti si basano molto su conoscenza pregressa (citazioni ricevute) proponendo, però, poche nuove soluzioni a problemi tecnologici (*claims*), la tecnologia di riferimento ha già subito un alto livello di sviluppo, e viceversa.

### 4.3 Output dell'attività progettuale

<sup>-</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Ampiezza dell'impatto tecnologico =  $1 - \sum (\frac{F_{iP}}{F_P})^2$ , dove FiP è il numero di citazioni ricevute dal brevetto P nella classe i dello USPTO, e FP è il numero totale di citazioni ricevute dal brevetto P.



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



Gli output della mappatura dell'attività progettuale sono da riferirsi a ognuno dei domini che caratterizzano una tecnologia abilitante e calcolati rispetto al primo livello di analisi. In particolare, gli output sono i seguenti:

- numero di progetti concessi per anno;
- importo medio erogato ai progetti in un dato anno;
- classifica delle organizzazioni coordinatrici secondo il numero di progetti che coordinano;
- classifica delle nazioni secondo il numero di progetti vinti dalle rispettive organizzazioni.



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



### 5 Risultati

In questa sezione sono mostrati gli output descritti nel paragrafo precedente per i domini di primo livello. Per quanto concerne "Aerotermodinamica" e "Sistemi Generatori di Potenza" sono state riportate solo le analisi rilevanti per valutare la capacità di R&D italiana. Tale scelta è dovuta al fatto che il relativo numero di brevetti e pubblicazioni è troppo basso da poter giustificare un'analisi dettagliata dei loro trend di sviluppo.

### 5.1 Strutture & Materiali

#### 5.1.1 Output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica

In Figura 1 è mostrata l'evoluzione dell'attività di ricerca nel dominio "Strutture e Materiali" per il volo ipersonico. La figura mostra l'andamento del numero di brevetti pubblicati nel periodo 1990-2015.

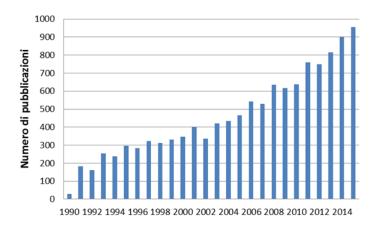


Figura 1. Attività scientifica nel tempo

Dopo aver raccolto dati riguardanti il numero di citazioni ricevute da ciascuna pubblicazione, attraverso il grafico in Figura 2 si mostra, in media, quante citazioni sono state ricevute dagli articoli per ciascun anno, dove l'istogramma in rosso mostra il numero medio di citazioni, mentre la linea a dispersione in blu mette in evidenza il numero di articoli a cui fa riferimento una certa media.





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



Figura 2. Impatto degli articoli per anno

La Figura 3 mostra la top 10 delle organizzazioni per produzione scientifica a livello mondiale e l'organizzazione italiana col miglior risultato per produzione scientifica. La figura 4 mostra invece tutte le organizzazioni italiane con almeno una pubblicazione.

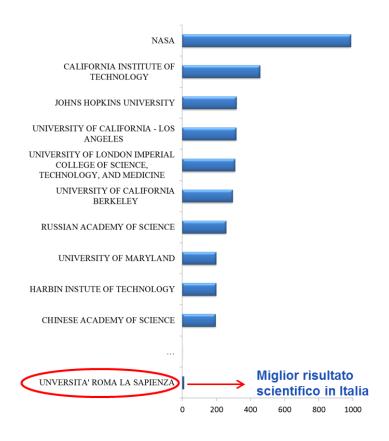


Figura 3. Organizzazioni con maggior numero di pubblicazioni





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

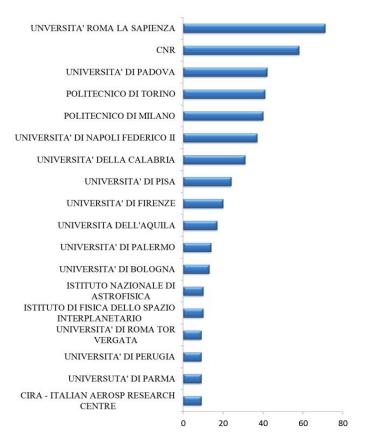


Figura 4. Organizzazioni italiane con pubblicazioni

Le figure 5 e 6 mostrano, rispettivamente, le aree scientifiche (secondo WoS) assegnate agli articoli e le principali riviste su cui sono pubblicati.





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

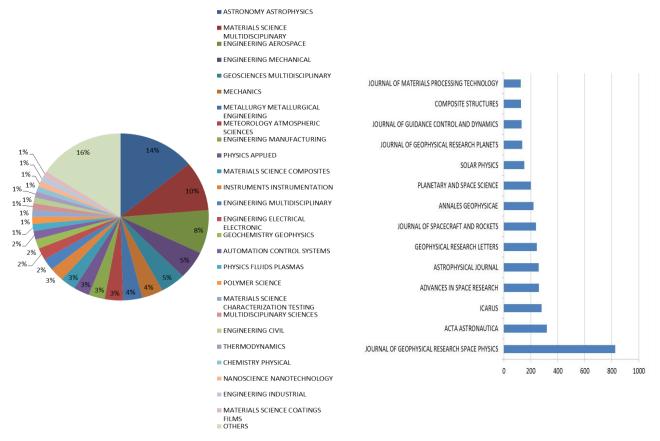


Figura 5. Aree WoS

Figura 6. Riviste in cui figura il maggior numero di articoli

#### 5.1.2 Output dell'attività di scouting tecnologico

In figura 7, come fatto per le pubblicazioni, è presentato il numero di brevetti registrati presso lo USPTO nel dominio di interesse per ogni anno del periodo 1976-2015 rispetto all'anno in cui i brevetti sono stati depositati. La linea gialla in corrispondenza dell'anno 2013 sta a indicare che il numero di brevetti depositati e successivamente concessi entro il 2015 può non essere attendibile dato che il tempo medio di concessione di un brevetto da parte dell'USPTO è circa tre anni (Ernst, 2001). Questo tempo è dovuto all'espletamento di attività atte a verificare che i criteri di brevettabilità siano rispettati. Quindi, brevetti depositati nel 2013, 2014 o 2015 potrebbero non essere stati ancora concessi al momento in cui è stata effettuata la ricerca a causa del tempo necessario all'analisi della richiesta di brevetto sopra descritta.



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

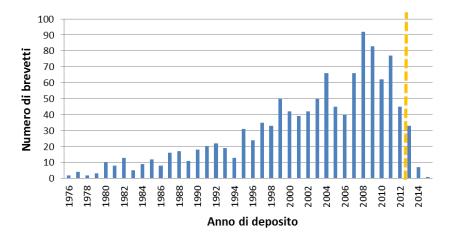


Figura 7. Numero di brevetti per anno

Le figure 8 e 9 mostrano, in media, quanto i brevetti depositati in un dato anno (e successivamente concessi), possono essere applicati a diversi mercati e quanto questi siano vicini alla ricerca scientifica. In altre parole, per ogni brevetto si sono calcolati i valori di applicabilità e relazione con l'attività scientifica (quindi il dato può essere anche analizzato per singola invenzione), tali valori sono poi stati mediati sui brevetti registrati presso l'USPTO e che sono stati depositati in uno stesso anno. I grafici mostrano con linea blu il numero di brevetti come riferimento, mentre l'istogramma in rosso mostra i valori medi di applicabilità e vicinanza all'attività scientifica, così come definiti in precedenza nel documento.

Seguendo lo stesso approccio per la realizzazione dei grafici nelle figure 8 e 9, le figure 10 e 11 presentano l'impatto tecnologico e l'ampiezza dell'impatto tecnologico medio dei brevetti registrati che sono stati depositati in un dato anno.

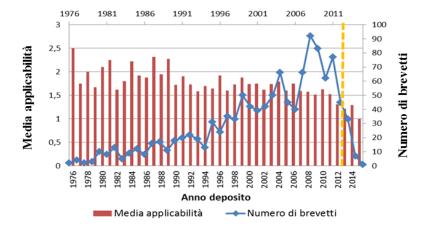


Figura 8. Media dell'applicabilità industriale



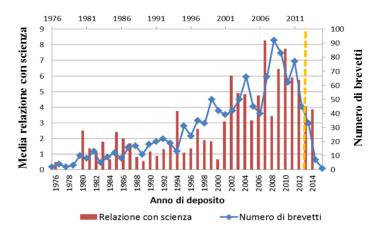


Figura 9. Media della vicinanza alla ricerca scientifica

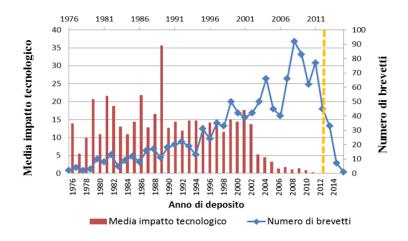


Figura 10. Media dell'impatto tecnologico

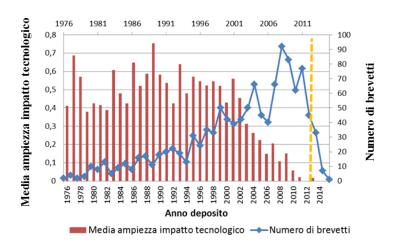


Figura 11. Media dell'ampiezza dell'impatto tecnologico



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



### 5.1.3 Output dell'attività di auditing tecnologico

In Tabella 1 vengono mostrate le organizzazioni che sono più dedite allo sviluppo di brevetti e la nazione in cui è situata la loro sede operativa. In coda alla tabella 1 sono anche mostrate tutte le organizzazioni italiane con almeno un brevetto registrato. La Tabella 2, invece, mostra le organizzazioni la cui collaborazione ha portato allo sviluppo di una tecnologia in modo congiunto.

Tabella 1. Organizzazioni con maggiore attività brevettuale

Organizzazione	Nazionalità	Brevetti
The Boeing Company	STATI UNITI	287
The United States of America	STATI UNITI	71
Airbus Operations GmbH	<b>GERMANIA</b>	51
Lockheed Martin Corporation	STATI UNITI	41
TRW Inc.	STATI UNITI	36
Hughes Electronics Corporation	STATI UNITI	23
Space Systems/Loral, Inc.	<b>GERMANIA</b>	22
Intel Corporation	STATI UNITI	18
Hughes Aircraft Company	STATI UNITI	16
Astrium GmbH	<b>GERMANY</b>	16
RCA Corporation	STATI UNITI	13
Integran Technologies Inc.	STATI UNITI	13
Airbus Deutschland GmbH	GERMANIA	12
Thales	FRANCIA	11
		•••
Thales Alenia Space Spa	ITALIA	2
Aeritalia-Società Aerospaziale Italiana	ITALIA	1

Tabella 2. Collaborazioni

Organizzazione 1	Organizzazione2	Brevetti
Independent Administrative Institution Japan	Non-Destructive Inspection Company	1
Aerospace Exploration Agency (Giappone)	Limited (Giappone)	1
Hexcel Composites, Ltd. (Gran Bretagna)	Hexcel Corporation (Stati Uniti)	1
The Boeing Company (Stati Uniti)	Battelle Energy Alliance, LLC (Stati Uniti)	1
EADS Deutschland GmbH (Germania)	Airbus Operations GmbH (Germania)	1





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

Airbus Operations GmbH (Germania)	DLR-Deutsches Zentrum fuer Luft- und	1
Allous Operations Offich (Germania)	Raumfahrt e.V. (Germania)	
Astrium Limited (Gran Bretagna)	Cambridge University Technical Services	1
Astrium Limiteu (Gran Bietagna)	(Gran Bretagna)	1

La Figura 12 mostra invece le classi (secondo USPTO) a cui i brevetti sono stati assegnati.

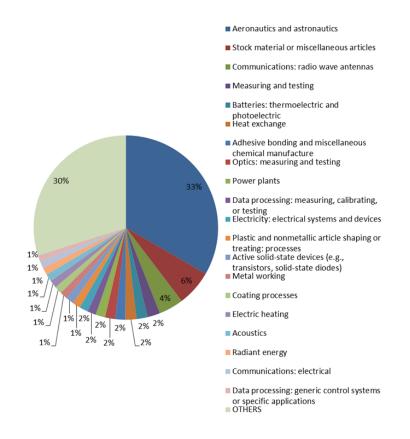
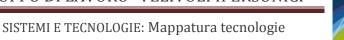


Figura 12. Distribuzione delle classi USPTO

Infine, in Figura 13 è mostrata la relazione, a livello di nazione, tra numero di pubblicazioni e numero di brevetti registrati. L'asse delle x è indicativo della capacità delle organizzazioni in una nazione di sviluppare brevetti, mentre l'asse delle y mostra la capacità di produrre articoli scientifici.







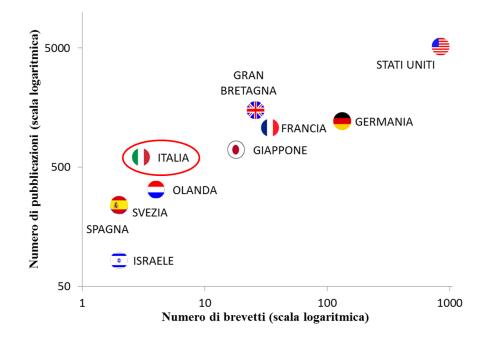


Figura 13. Comparazione tra numero di pubblicazioni e brevetti a livello di nazione

#### 5.1.4 Output della mappatura dell'attività progettuale

Nelle figure 14 e 15 sono mostrati, rispettivamente, il numero di progetti individuati su NSF e Cordis e il relativo importo medio annuo.

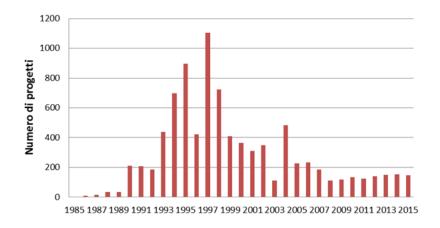


Figura 14. Numero di progetti annuo





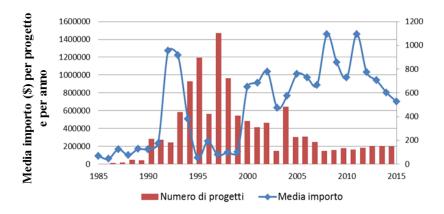


Figura 15. Importo medio dei progetti annuo

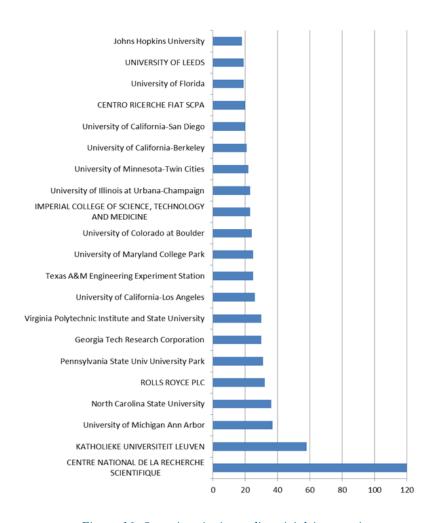


Figura 16. Organizzazioni coordinatrici dei progetti



LIVOLI IPERSONICI"

Tappatura tecnologie

SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

In figura 16 sono riportate le organizzazioni che hanno coordinato il maggior numero di progetti, mentre in figura 17 è mostrato come il coordinamento dei progetti è distribuito per area geografica, facendo riferimento alla nazionalità dell'organizzazione coordinatrice.

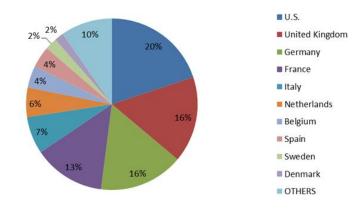


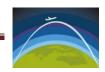
Figura 17. Distribuzione geografica del coordinamento dei progetti

In tabella 3 sono elencate tutte le organizzazioni italiane che hanno coordinato almeno un progetto.

Tabella 3. Organizzazioni italiane coordinatrici di progetti

Organizzazione	Numero di Progetti
Centro Ricerche Fiat Scpa	34
CNR	30
Istituto Nazionale Di Fisica Nucleare	20
Università Di Roma "La Sapienza"	12
Università Degli Studi Di Pisa	11
Università Di Roma Tor Vergata	9
Università Di Bologna	9
Università Degli Studi Di Milano	8
Università Degli Studi Di Milano Bicocca	7
Università Napoli Federico II	7
Università Degli Studi Di Padova	7
ENEA - Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente	7
D'appolonia Spa	7
Agusta Spa	7
Università Degli Studi Di Pavia	5
Università Degli Studi Dell'aquila	5





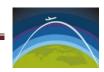
Università Degli Studi Della Calabria	5
Fincantieri - Cantieri Navali Italiani Spa	5
Alenia Aerospazio - Un'azienda Finmeccanica Spa	5
Riva Calzoni Spa	4
Politecnico Di Milano	4
Alenia Aeronautica Spa	4
Università Degli Studi Di Trento	3
Università Degli Studi Di Torino	3
Università Degli Studi Di Parma	3
Università Degli Studi Di Lecce	3
Università Degli Studi Di Genova	3
The Italian Ship Research Centre	3
Tecnomare Spa - Società Per Lo Sviluppo Delle Tecnologie Marine	3
Politecnico Di Torino	3
Pirelli Spa	3
Nuovo Pignone	3
Consorzio Tecnobiochip Sarl	3
Comau Spa	3
Centro Italiano Ricerche Aerospaziali Scpa	3
Ansaldo Ricerche S.R.L.	3
Vulcaflex Spa	2
Università Degli Studi Di Torino	3
Università Degli Studi Di Firenze	1
Università Degli Studi Di Ancona	1
Università Politecnica Delle Marche	2
Università Degli Studi Di Verona	2
Università Degli Studi Di Udine	2
Università Degli Studi Di Catania	2
Università Degli Studi Di Cagliari	2
Università Degli Studi Di Bari	2
Università Degli Studi Di Trieste	2
Università Degli Studi Di Siena	2
Università Degli Studi Di Salerno	2
Topcoat Srl	2
Texilia - Istituto Per La Tradizione E La Tecnologia Tessile Spa	2
Tecnologia Materiali Compositi Srl	2
Stylfil	2
Studio Andreoli	2
Sistema Compositi Spa	2
Sirtres Engineering Plastics S.R.L.	2
Scuola Internazionale Superiore Di Studi Avanzati (Sissa)	2
Sacmi Cooperativa Meccanici Imola Scrl	2
Registro Italiano Navale	2
Praxair Surface Technologies Spa	2





Piaggio & C S.P.A.	2
Pfauter Italia Srl	2
Officine Meccaniche Bra Spa	2
Mobilpref Spa	2
Metalloceramica Vanzetti Spa	2
Manifattura Italiana Del Brembo Srl	2
Mandelli Spa	2
M & G Ricerche Spa	2
Iveco Fiat Spa	2
Istituto Italiano Per Il Medio Ed Estremo Oriente	2
Inter Prog Srl	2
Ics Resine Sintetiche	2
I.Co.P. Spa	2
Gruppo Sarplast Spa	2
Gilardini Spa	2
Fidia Spa	2
Fidia Advanced Biopolymers Srl	2
Enel Spa	2
Ecoplan	2
Ditta Ripamonti Dr. Gianni Sas	2
Disegno E Fabbricazione	2
Dini Engineering Srl	2
Costamasnaga Spa	2
Corob	2
Consorzio Sulle Applicazioni Dei Materiali Plastici E Problemi Di Difesa Dalla Corrosione	2
Consorzio InterUniversitàrio Nazionale Per La Scienza E Tecnologia Dei Materiali	2
Condor Snc	2
Conceria Incas Spa	2
Cesi Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano Giacinto Motta Spa	2
Bianco Spa	2
Automa Sistemi Di Automazione Industriale Scrl	2
Alures Scpa	2
Alta S.P.A.	2
Zincol Lombardia Spa	1
Zanzottera Guido	1
Volpi Giuseppe Spa	1
Viero Srl	1
Valdepur	1
Università Degli Studi Di Siena	1
Università Degli Studi Di Milano	1
Università Degli Studi Di Camerino	1
Università Degli Studi Di Cagliari	1
Università Degli Studi Di Pisa	1





Università Di Salerno	1
Università Di Parma	1
Università Di Palermo	1
Università Di Lecce Consorzio Einstein	1
Università Di Brescia	1
Università Della Basilicata	1
Università Degli Studi 'Roma Tre'	1
Università Degli Studi Di Venezia	1
Università Degli Studi Di Udine	1
Università Degli Studi Di Trento	1
Università Degli Studi Di Perugia	1
Università Degli Studi Di Firenze	1
Università Degli Studi Di Catania	1
Università Degli Studi Di Cagliari	1
Università Degli Studi Di Brescia	1
Università Cà Foscari Di Venezia	1
Unimatik Srl	1
Trattamenti Termici Ferioli E Gianotti Spa	1
Titania Consulting	1
Tessitura Victoria Srl	1
Tecnopolis Csata Novus Ortus	1
Tecnologie Vetroresina Spa	1
Tecnologie Per Il Calcolo Numerico - Centro Superiore Di	1
Formazione S.C.A.R.L.	1
Tecnologia Energia Ambiente Materiali Srl	1
Tecnogamma Spa	1
Tecno Edile Toscana Snc Di Bonaccini & C.	1
Technostone Spa	1
Stm Products Srl	1
Stara Glass Spa	1
Stampaggio Materie Plastiche	1
Stam Srl	1
Società Per Lo Sviluppo Tecnologico Dei Materiali Avanzati Spa	1
Società Italiana Avionica S.P.A.	1
Società Esportazione Importazione Prodotti Industriali Spa	1
Società Di Industrie Chimiche Italiana Spa	1
So.L.E.S Spa	1
Snamprogetti Spa	1
Sir Spa	1
Simplast Spa	1
Simbi Spa	1
Sesm Soluzioni Evolute Per La Sistemistica E I Modelli S.C.A.R.L.	1
Separem Spa	1
Sei Spa	1
Scs Srl	1
	-





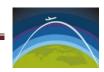
Sate Snc	1
Sangalli Giancarlo & C. Srl	1
Sandretto Industrie Spa	1
Samputensili Spa	1
Saint Peter Srl	1
Said Spa	1
Rutil Srl	1
Rtm Spa	1
Riseria Del Monferrato Srl	1
Ricerca & Progetto	1
Ric Srl	1
Resource Group Integrator Srl	1
Realinfissi Srl	1
Re.Co.Pak. Srl	1
Ram Società In Acommandita Semplice	1
Promau Engineering Srl	1
Prodotec Srl	1
Prima Industrie Spa	1
Presidenza Del Consiglio Dei Ministeri	1
Prefabbricati Querzoli	1
Porini Srl	1
Poppi Spa	1
Polo Nazionale Bioelettronica	1
Poggipolini Srl	1
Plastal Spa	1
Pirelli Pneumatici Spa	1
Pirelli Coordinamento Pneumatici Spa	1
Pirelli Cavi E Sistemi Spa	1
Piksel Spa	1
Pietro Gay Spa	1
Pedrini Spa	1
Passoni & Villa Spa	1
Paioli Meccanica Spa	1
Oto Trasm Spa	1
Osvaldo Cariboni Lecco S.P.A.	1
Oms Coating And Laminating Production	1
Officine Orsi Spa	1
Officine Meccaniche Varinelli Spa	1
Nuovo Pignone Spa	1
Nuova Ompi Spa	1
North Electronic Systems Spa	1
Necchi Spa	1
National Centre Of Scientific Research	1
Montefluos Spa	1





Meta Ricerche S.N.C.	1
Medica Srl	1
Meccanica Nova Spa	1
Mavet Srl	1
Mario Negri Sud Institute	1
Manifattura San Giorgio Snc	1
Machining Centres Manufacturing Spa	1
M.T. Forni Industriali Srl	1
Lovagap S.N.C Di Battistini & C	1
Lima Lto Spa	1
Lamiflex Spa	1
La Veneta Spa - Industria Conciaria	1
La Tegolaia Nord Srl	1
Italian Institute For The Physics Of Matter	1
Italian Agency For New Technology, Energy And The Environment	1
Istituto Sierovaccinogeno Italiano Spa	1
Istituto Per Le Ricerche Di Tecnologia Meccanica E Per L'automazione Spa	1
Istituto Nazionale Di Ottica	1
Istituto Nazionale Di Geofisica E Vulcanologia	1
Istituto Nazionale Di Geofisica	1
Istituto Nazionale Di Astrofisica	1
Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris	1
Isrim Srl	1
Isrim Scarl - Istituto Superiore Di Ricerca E Formazione Sui Materiali Speciali Per Le Tecnologie Avanzate	1
Isotest Ltd	1
Iris S.P.A.	1
Interprogetti Genova Sas	1
International School For Advanced Studies	1
International Centre For Theoretical Physics	1
International Centre For Genetic Engineering And Biotechnology	1
Intermarine Spa - Gruppo Montedison	1
Instm - Consorzio InterUniversitàrio Nazionale Per La Scienza E	
Tecnologia Dei Materiali	1
Instituto Di Fotochimica E Radiazioni D'alta Energia	1
Institute For Scientific Interchange Foundation I.S.I.	1
Inprevib Spa	1
Infobyte Spa	1
Industrie Pirelli Spa	1
Industrie Pininfarina Spa	1
Industriale Srl	1
Industrial Engineering Consultants Srl	1
Incas Spa	1
Impresa Edile Stradale Benzi G. Srl	1





I.M.T.S.P.A. Industria Meccanica Trivelle	1
Gmp Poliuretani Srl	1
Glasfaser Italia Spa	1
Giotto High Technology Srl	1
Geodata Spa	1
Genta Trattamenti Termici Srl	1
Gelli & Pellegrini Srl	1
Gefran Sensori Srl	1
Gamma Software Ricerche	1
Fucine Umbre Srl	1
Fonderia Maspero Srl	1
Fondazione Feltrinelli	1
Fondazione Centro San Raffaele Del Monte Tabor	1
Flametal	1
Finmeccanica - Spa-Ramo D'azienda Alenia	1
Filtex Como Srl Tintoria Filati	1
Filatura Di Grignasco Spa	1
Fdt Depuratori D' Acqua	1
Fantuzi -Reggiane Spa	1
Faculty Of Political Science, University Of Catania	1
F.Lli Ferretti Di Ferretto Spa	1
Eurozinco Spa	1
Enitecnologie S.P.A.	1
Eniricerche Spa	1
Enimont Anic	1
Enerconsult Srl	1
Electronic Sound Attenuation Spa	1
Elba Foundation	1
El.En. Spa	1
Ecoltecnica Italiana Spa	1
E.T.S. Sistemi Industriali Srl	1
Dv Srl	1
Dox Al Italia Spa	1
D-Orbit Srl	1
Dg Technology Service S.R.L.	1
Deltamatic Srl	1
Dario Manuli Spa	1
Costruzione Italo-Svizzera Apparecchi Misura Sas	1
Coopmes Scarl	1
Cooperativa Centro Ricerche Poly Tech Scrl	1
Consorzio Sgs Spa	1
Consorzio Pisa Ricerche	1
Consorzio InterUniversitàrio "La Chimica Per L'ambiente" (Inca)	1
Consorzio Eo Centro Optronica	1
<b>1</b>	-





Consorzio Depuratore Castelfranco Di Sotto Srl	1
Consorzio Ceo Centro Di Eccellenza Optronica	1
Consorzio Catania Ricerche	1
Consortium Einstein And Università Di Lecce	1
Conphoebus Istituto Di Ricerche Per Le Energie Rinnovabili E Il	
Risparmio Energetico Scrl	1
Conceria Carasco Srl	1
Comerio Ercole Spa	1
Comau Systems Spa	1
Cogemar Srl	1
Cnrsm	1
Cise Spa	1
Ciemmeo Srl	1
Chiorino Spa	1
Cetena Spa	1
Centro Tessile Cotoniero E Abbigliamento Spa	1
Centro Per Gli Studi Di Tecnica Navale Spa (Cetena)	1
Centro Informazioni Studi Ed Esperienze Spa (Cise)	1
Centro Di Eccellenza Optronica (Ceo)	1
Centro Di Cultura Scientifica Alessandro Volta	1
Centro Ceramica	1
Cedal Srl	1
Cec Concurrent Engineering Consulting S.R.L.	1
Campagnola & Fedeli Meccanica	1
Calpark Scpa Parco Scientifico E Tecnologico Della Calabria	1
Bull Italia Spa	1
Bovere Graniti Snc	1
Boldrocchi Srl	1
Bfe Spa	1
Azienda Consorzio Trasporti Veneziano	1
Aviostar	1
Autostrade Concessioni E Construzioniautostrade S.P.A.	1
Ausimont Spa	1
Aurel Spa	1
Attas Srl	1
Atema Srl	1
Associazione Italiana Per La Ricerca Industriale	_
	1
Ars Spa	1
Arespan Spa	1
Apparecchiature Strumenti Elettromeccanici Spa	1
Amico & Co.	1
Alternativa Coop. Srl	1
Alsim Srl	1
Alpha Consulting Service Srl	1
Alenia Un'azienda Finmeccanica Spa	1





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

Alenia Difesa - Un' Azienda Finmeccanica Spa	1
Alenia Aermacchi Spa	1
Aeritalia Gat	1
Ada	1
A.I.Ve.La - Associazone Italiana Velocimetria Laser	1
A. Benetti Macchine Srl	1

Gli output finora mostrati per ciascun tipo di mappatura saranno riportati per le altre classi di tecnologie abilitanti.

# 5.2 Sistemi Propulsivi

### 5.2.1 Output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica

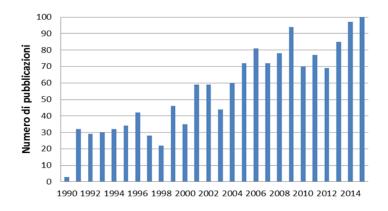


Figura 18. Attività scientifica nel tempo

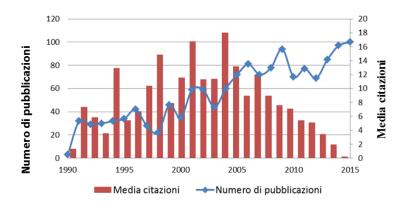


Figura 19. Impatto degli articoli per anno







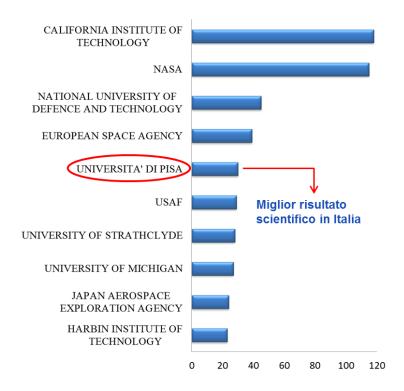


Figura 20. Organizzazioni con maggior numero di pubblicazioni



Figura 21. Organizzazioni italiane con pubblicazioni





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

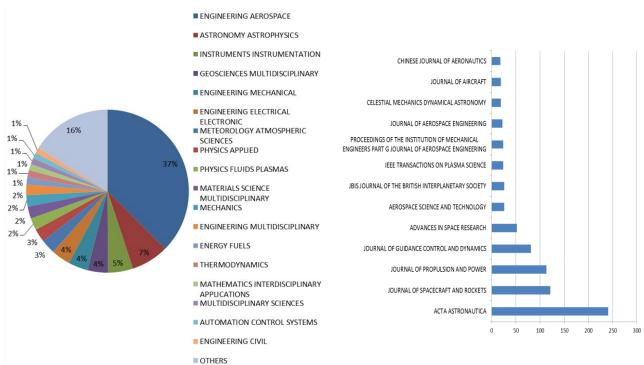


Figura 22. Aree WoS

Figura 23. Riviste in cui figura il maggior numero di articoli

#### 5.2.2 Output dell'attività di scouting tecnologico



Figura 24. Numero di brevetti per anno





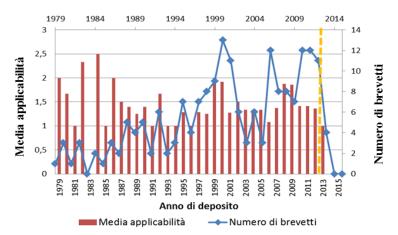


Figura 25. Media dell'applicabilità industriale

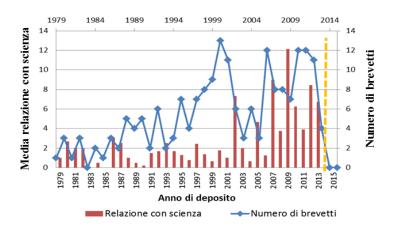


Figura 26. Media della vicinanza alla ricerca scientifica

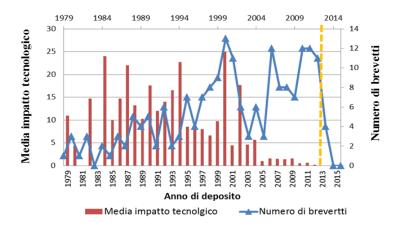


Figura 27. Media dell'impatto tecnologico



#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

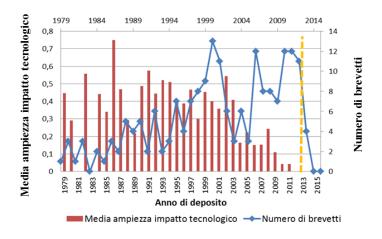


Figura 28. Media dell'ampiezza dell'impatto tecnologico

### 5.2.3 Output dell'attività di auditing tecnologico

Tabella 4. Organizzazioni con maggiore attività brevettuale

Organizzazione	Nazione	Brevetti
The Boeing Company	STATI UNITI	28
The United States of America	STATI UNITI	14
TRW Inc.	STATI UNITI	11
Space Systems/Loral, LLC	STATI UNITI	9
Lockheed Martin Corporation	STATI UNITI	6
The Aerospace Corporation	STATI UNITI	6
Hughes Electronics	STATI UNITI	5
Agence Spatiale Europeene	FRANCIA	4
Hughes Aircraft Company	STATI UNITI	4
IOSTAR Corporation	STATI UNITI	4
Rockwell International Corporation	STATI UNITI	3
Rolls-Royce PLC	GRAN BRETAGNA	3
Thales	FRANCIA	2
	•••	•••
Thales Alenia Space Spa	ITALIA	1





Organizzazione 1	Organizzazione 2	Brevetti
The Aerospace Corporation (Stati Uniti)	National Aeronautics and Space Administration (Stati Uniti)	1
Universite Pierre et Marie Curie (Francia)	Palais de la Decouverte (Francia)	1
Agence Spatiale Europeene (Francia)	Nederlandse Organisatie Voor Toegepastnatuurwetenschappelijk Onderzoek TNO (Olanda)	1

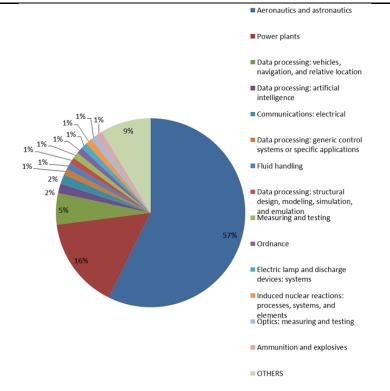


Figura 29. Distribuzione delle classi USPTO



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



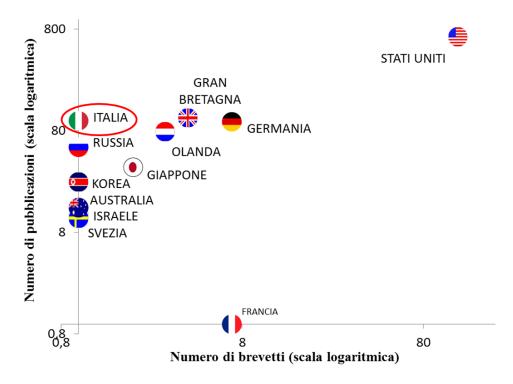


Figura 30. Comparazione tra numero di pubblicazioni e brevetti a livello di nazione

#### 5.2.4 Output della mappatura dell'attività progettuale

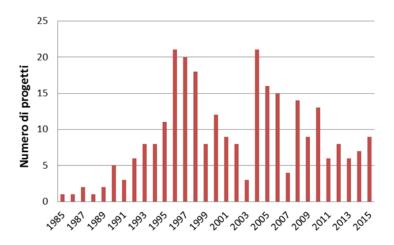


Figura 31. Numero di progetti annuo





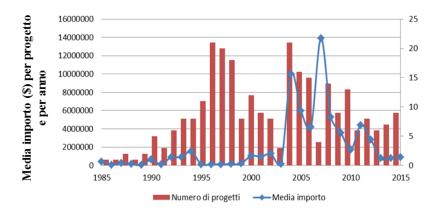


Figura 32. Importo medio dei progetti annuo

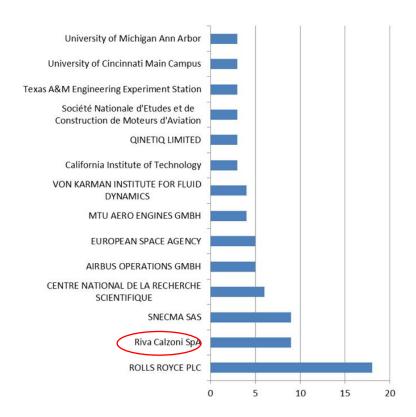


Figura 33. Organizzazioni coordinatrici dei progetti





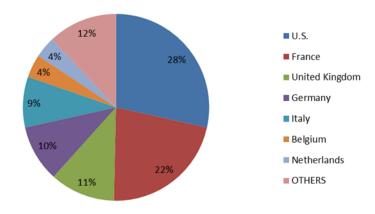


Figura 34. Distribuzione geografica del coordinamento dei progetti

Tabella 6. Organizzazioni italiane coordinatrici di progetti

Organizzazione	Numero	di
Organizzazione	progetti	
Riva Calzoni Spa	9	
Alta Spa	2	
Politecnico Di Torino	1	
Università Degli Studi Di Firenze	1	
Centro Italiano Ricerche Aerospaziali	1	
Meta Ricerche S.N.C.	1	
Intermarine Spa - Gruppo Montedison	1	
D-Orbit Srl	1	
Centro Ricerche Fiat Scpa	1	
Azienda Consorzio Trasporti Veneziano	1	
Interprogetti Genova Sas	1	
Consorzio Pisa Ricerche	1	
Politecnico Di Milano	1	
Fincantieri - Cantieri Navali Italiani Spa	1	
The Italian Ship Research Centre	1	

SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



# 5.3 Sistemi Generatori di Potenza

In questa sezione sono mostrate solo le analisi rilevanti per analizzare il posizionamento dell'Italia.

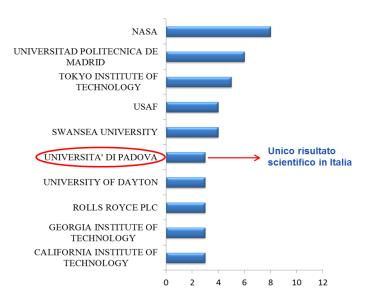


Figura 35. Organizzazioni con maggior numero di pubblicazioni

Tabella 7. Organizzazioni con maggiore attività brevettuale

Organizzazione	Nazione	Brevetti
Technion Research & Development Foundation Limited	ISRAELE	1
The Boeing Company	STATI UNITI	2
SPD Control Systems Corp.	STATI UNITI	1
Aero Astro, Inc.	STATI UNITI	1
Lockheed Martin Corporation	STATI UNITI	1
The United States of America	STATI UNITI	1
Motorola, Inc.	STATI UNITI	1
TRW Inc.	STATI UNITI	1
Lockheed Martin Corporation	STATI UNITI	1
Hughes Aircraft Company	STATI UNITI	1
Hitachi, Ltd.	GIAPPONE	1
General Electric Company	STATI UNITI	1
EVONIK DEGUSSA GmbH	<b>GERMANIA</b>	1
Orbital Research Inc.	STATI UNITI	1
ATI Properties, Inc.	STATI UNITI	1
General Electric Company	STATI UNITI	1
Purdue Research Foundation	STATI UNITI	1



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

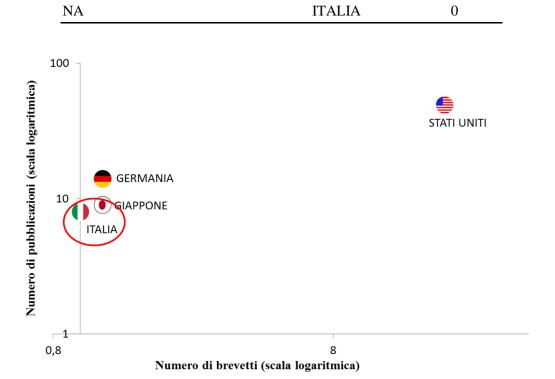


Figura 36. Comparazione tra numero di pubblicazioni e brevetti a livello di nazione

# 5.4 Guida, Navigazione e Controllo

#### 5.4.1 Output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica

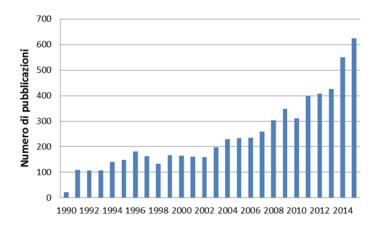


Figura 37. Attività scientifica nel tempo







Figura 38. Impatto degli articoli per anno

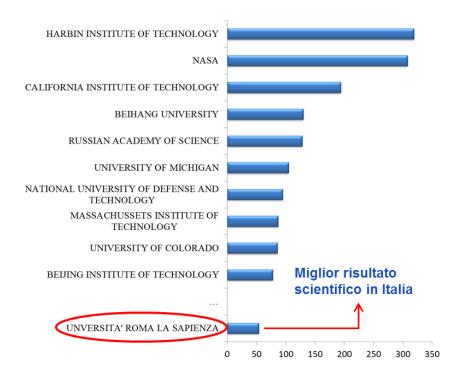


Figura 39. Organizzazioni con maggior numero di pubblicazioni





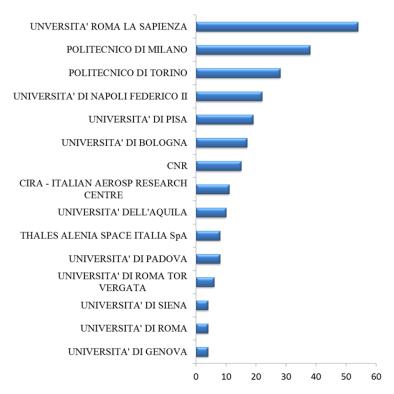


Figura 40. Organizzazioni italiane con pubblicazioni

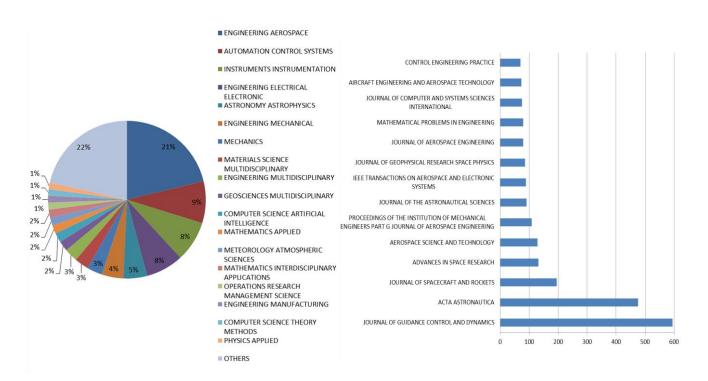


Figura 41. Aree WoS

Figura 42. Riviste in cui figura il maggior numero di articoli

SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



### 5.4.2 Output dell'attività di scouting tecnologico

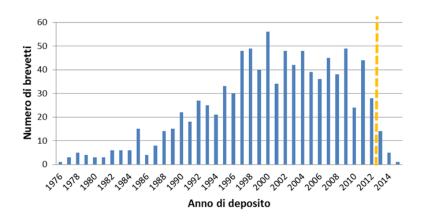


Figura 43. Numero di brevetti per anno

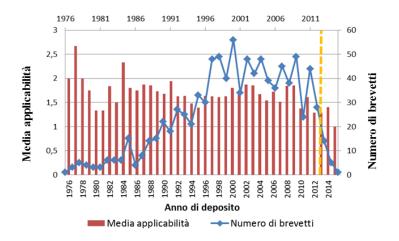
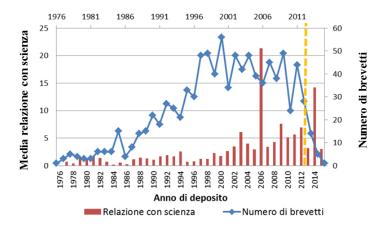


Figura 44. Media dell'applicabilità industriale





SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



Figura 45. Media della vicinanza alla ricerca scientifica

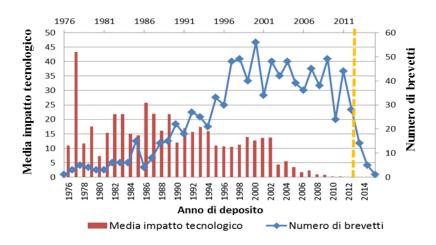


Figura 46. Media dell'impatto tecnologico

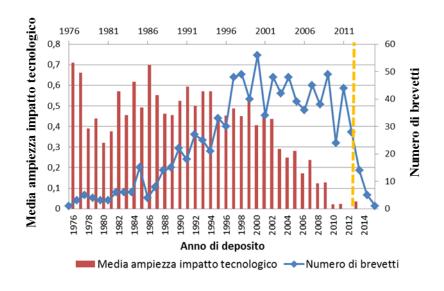


Figura 47. Media dell'ampiezza dell'impatto tecnologico

#### 5.4.3 Output dell'attività di auditing tecnologico

Tabella 8. Organizzazioni con maggiore attività brevettuale

Organizzazione	Nazione	Brevetti





The Boeing Company	STATI UNITI	173
<b>Hughes Electronics Corporation</b>	STATI UNITI	61
Lockheed Martin Corporation	STATI UNITI	61
The United States of America	STATI UNITI	62
Honeywell International Inc.	STATI UNITI.	49
Space Systems/Loral, Inc.	STATI UNITI	47
Hughes Aircraft Company	STATI UNITI	30
General Electric Company	STATI UNITI	20
TRW Inc.	STATI UNITI	20
RCA Corporation	STATI UNITI	17
Martin Marietta Corp.	STATI UNITI	11
Astrium GmbH	GERMANIA	10
Raytheon Company	STATI UNITI	9
Northrop Grumman Corporation	STATI UNITI	8
British Aerospace Public Limited		
Company	GRAN BREATAGNA	7
Thales	FRANCIA	6
Thales Alenia Space SpA	ITALIA	1
Danieli & C. Officine Meccaniche SpA	ITALIA	1

Tabella 9. Collaborazioni

Organizzazione 1	Organizzazione 2	Brevetti
FAPRID (Russia)	Spetsfekhnika (Russia)	1
The Aerospace Corporation (Stati Uniti)	National Aeronautics and Space Administration (Stati Uniti)	1
EADS Deutschland GmbH (Germania)	AIRBUS Operations GmbH (Germania)	1
Universite Pierre et Marie Curie (Francia)	Palais de la Decouverte (Francia)	1
National Space Development Agency of Japan (Giappone)	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha (Giappone)	1





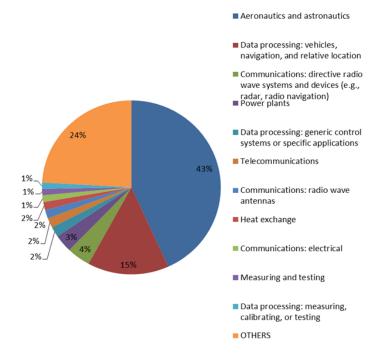


Figura 48. Distribuzione delle classi USPTO

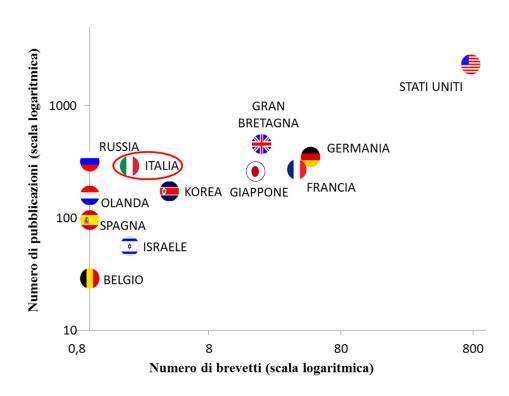


Figura 49. Comparazione tra numero di pubblicazioni e brevetti a livello di nazione



# 5.4.4 Output della mappatura dell'attività progettuale

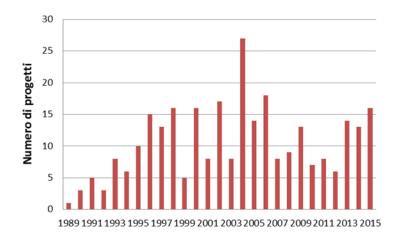


Figura 50. Numero di progetti annuo

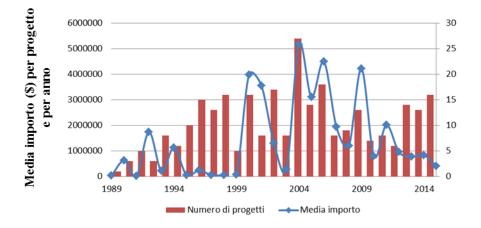


Figura 51. Importo medio dei progetti annuo





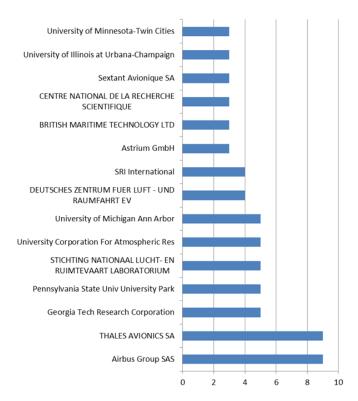


Figura 52. Organizzazioni coordinatrici dei progetti

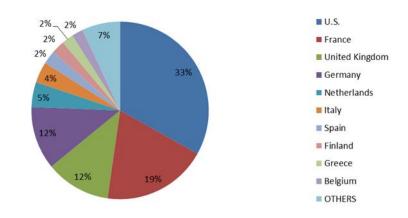


Figura 53. Distribuzione geografica del coordinamento dei progetti

Tabella 10. Organizzazioni italiane coordinatrici di progetti

Organizzazione	Numero	di
Organizzazione	progetti	
Istituto Nazionale Di Astrofisica	1	





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

Finmeccanica - Spa-Ramo D'azienda Alenia	1
Selex Communications Spa	2
Consorzio Armatori Per La Ricerca Srl	1
Telespazio Spa	1
Tecnomare Spa - Società Per Lo Sviluppo Delle Tecnologie	
Marine	1
Società Italiana Avionica (Sia)	1
Università Di Lecce Consorzio Einstein	1
Università Di Roma "La Sapienza"	1
Tecnopolis Csata Novus Ortus	1

# 5.5 Sistemi di Telecomunicazione

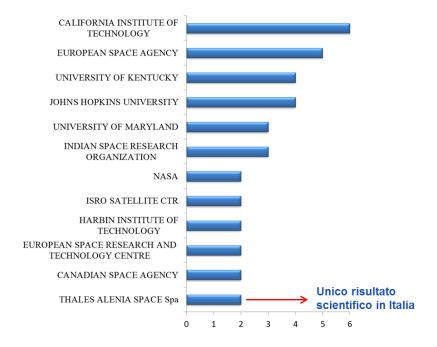




Figura 54. Organizzazioni con maggior numero di pubblicazioni

Tabella 11. Organizzazioni con maggiore attività brevettuale

Organizzazione	Nazione	Brevetti
The United States of America	STATI UNITI	4
Agence Spatiale Europeenne	FRANCIA	2
Capco, Inc.	STATI UNITI	1
IOSTAR Corporation	STATI UNITI	1
Fiber Optic Systems Technology	STATI UNITI	1
Alcatel	FRANCIA	1
NA	ITALIA	0

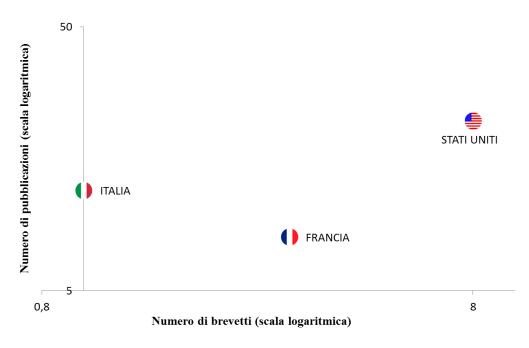


Figura 55. Comparazione tra numero di pubblicazioni e brevetti a livello di nazione



# 5.6 Aerotermodinamica

Nessun brevetto è stato identificato per questo dominio tecnologico.

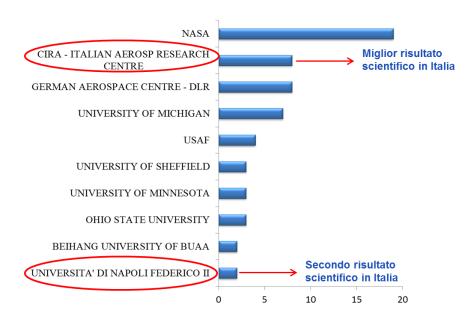


Figura 56. Organizzazioni con maggior numero di pubblicazioni



Figura 57. Comparazione tra numero di pubblicazioni e brevetti a livello di nazione



# 5.7 Armi e Sistemi di Difesa

#### 5.7.1 Output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica

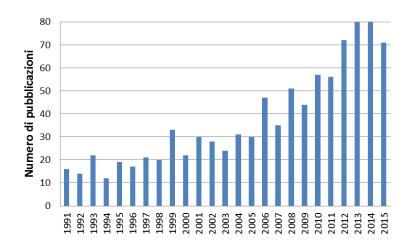


Figura 58. Attività scientifica nel tempo

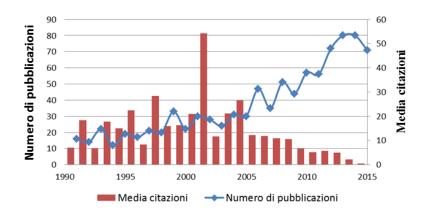


Figura 59. Impatto degli articoli per anno





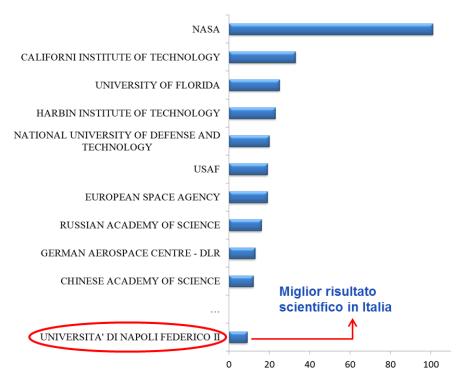


Figura 60. Organizzazioni con maggior numero di pubblicazioni

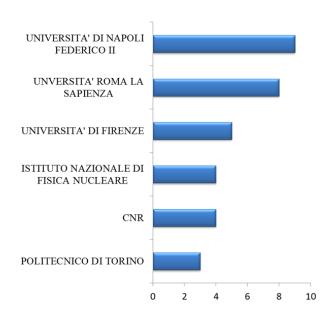


Figura 61. Organizzazioni italiane con pubblicazioni





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

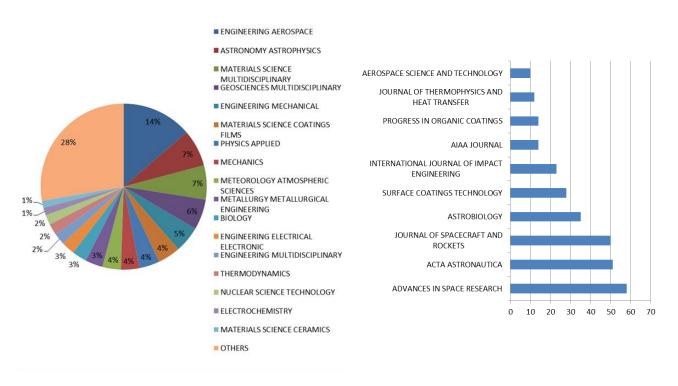


Figura 62. Aree WoS

Figura 63. Riviste in cui figura il maggior numero di articoli

#### 5.7.2 Output dell'attività di scouting tecnologico

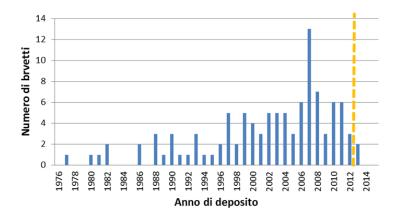


Figura 64. Numero di brevetti per anno





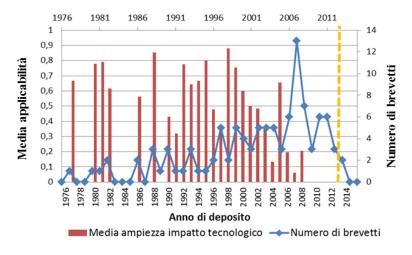


Figura 65. Media dell'applicabilità industriale

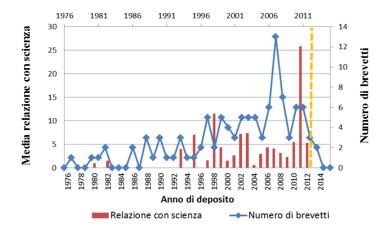
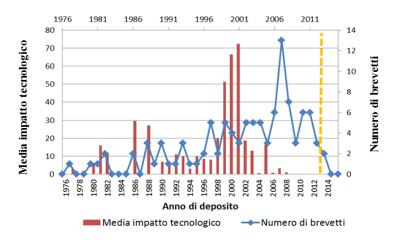


Figura 66. Media della vicinanza alla ricerca scientifica





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



Figura 67. Media dell'impatto tecnologico

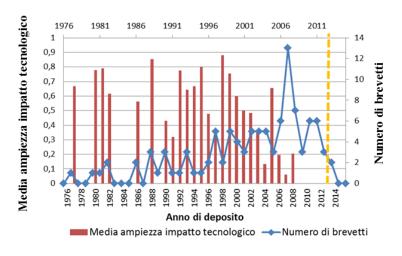


Figura 68. Media dell'ampiezza dell'impatto tecnologico

#### 5.7.3 Output dell'attività di auditing tecnologico

Tabella 12. Organizzazioni con maggiore attività brevettuale

Organizzazione	Nazione	Brevetti
The Boeing Company	STATI UNITI	23
The United States of America	STATI UNITI	10
Honeywell International Inc.	STATI UNITI	5
Bassilic Technologies LLC	STATI UNITI	3
Hermes Innovations, LLC	STATI UNITI	3
IOSTAR Corporation	STATI UNITI	3
Rockwell International Corporation	STATI UNITI	3
Thales	FRANCIA	3
Alliant Techsystems Inc.	STATI UNITI	2
Daimler-Benz Aerospace AG	GERMANIA	2
NA	ITALIA	0





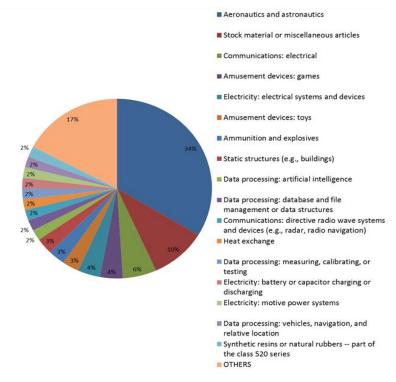


Figura 69. Distribuzione delle classi USPTO

Organizzazione 1	Organizzazione 2	Brevetti
NA	NA	

Tabella 13. Collaborazioni



ERSONICI"



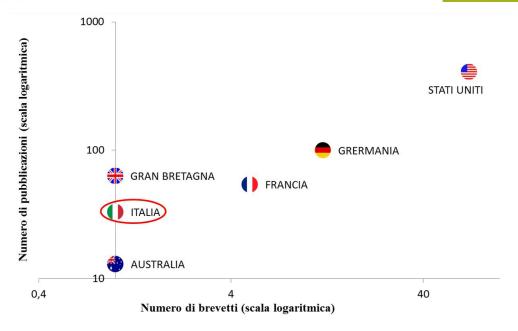


Figura 70. Comparazione tra numero di pubblicazioni e brevetti a livello di nazione

#### 5.7.4 Output della mappatura dell'attività progettuale

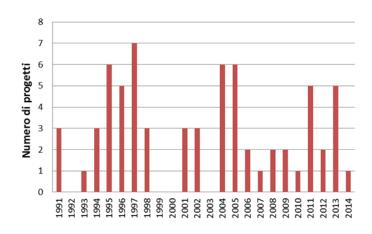


Figura 71. Numero di progetti annuo





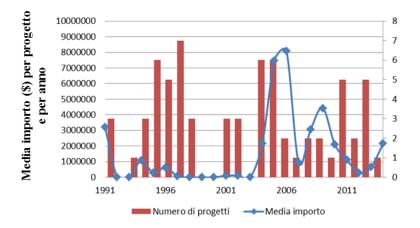


Figura 72. Importo medio dei progetti annuo

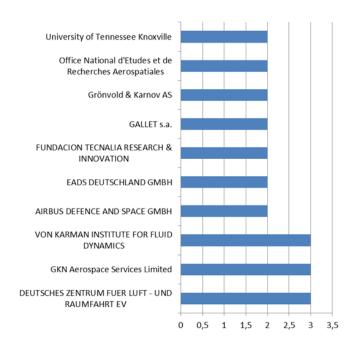


Figura 73. Organizzazioni coordinatrici dei progetti







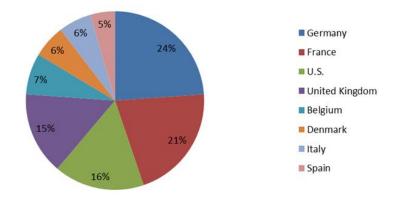


Figura 74. Distribuzione geografica del coordinamento dei progetti

Ousseriems visus	Numero di
Organizzazione	Progetti
Chiorino Spa	1
ENEA - Ente Per Le Nuove Tecnologie, l'Energia E l'Ambiente	1
Telespazio Spa	1
Sesm Soluzioni Evolute Per La Sistemistica E I Modelli S.C.A.R.L.	1

Tabella 14. Organizzazioni italiane coordinatrici di progetti

# 5.8 Controllo Ambientale & Supporto Vitale

# 5.8.1 Output della mappatura dell'attività di ricerca scientifica

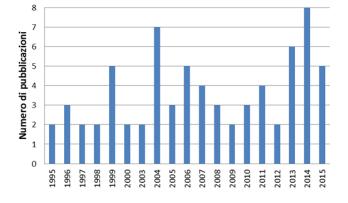


Figura 75. Attività scientifica nel tempo



#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

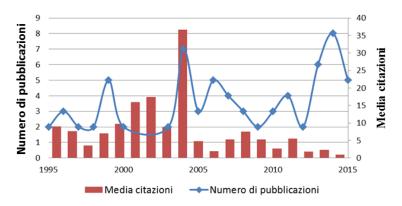


Figura 76. Impatto degli articoli per anno

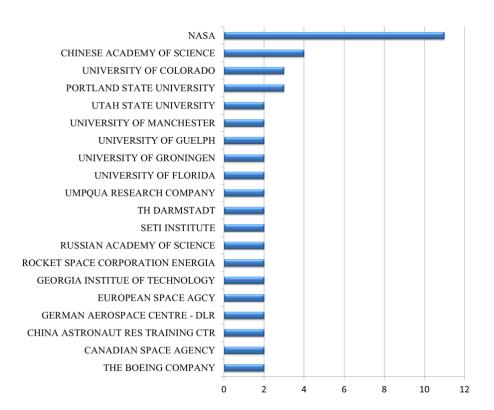


Figura 77. Organizzazioni con maggior numero di pubblicazioni

Non vi sono organizzazioni italiane che pubblicano articoli relativi questo dominio tecnologico.





#### SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

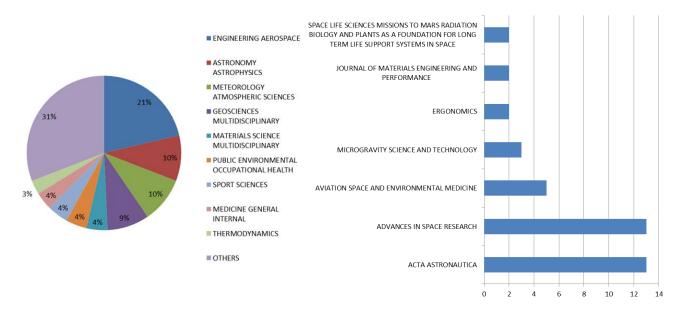


Figura 78. Aree WoS

Figura 79. Riviste in cui figura il maggior numero di articoli

## 5.8.2 Output dell'attività di scouting tecnologico

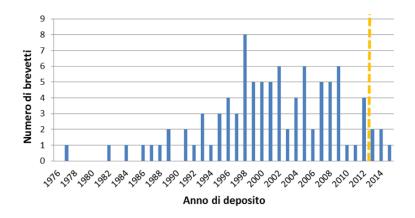


Figura 80. Numero di brevetti per anno





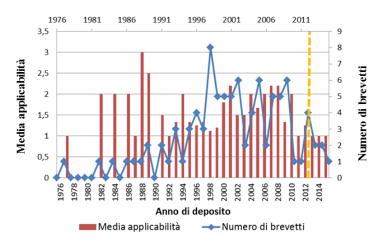


Figura 81. Media dell'applicabilità industriale

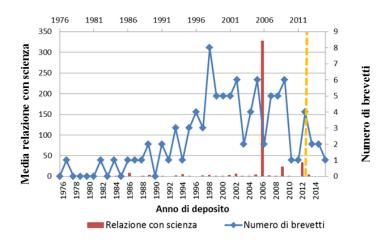


Figura 82. Media della vicinanza alla ricerca scientifica

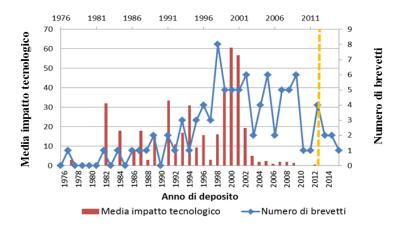


Figura 83. Media dell'impatto tecnologico



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



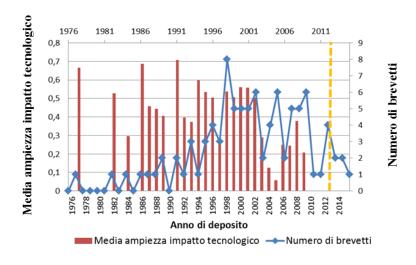


Figura 84. Media dell'ampiezza dell'impatto tecnologico

#### 5.8.3 Output dell'attività di auditing tecnologico

Tabella 15. Organizzazioni con maggiore attività brevettuale

Organizzazione	Nazione 1	Brevetti
The Boeing Company	STATI UNITI	21
TRW Inc.	STATI UNITI	6
The United States of America	STATI UNITI	5
Integran Technologies, Inc.	STATI UNITI	4
Lockheed Martin Corporation	STATI UNITI	4
<b>Hughes Electronics Corporation</b>	STATI UNITI	3
Space Systems/Loral, Inc.	STATI UNITI	3
Alliance Spacesystems, LLC	STATI UNITI	2
Honeywell International Inc.	STATI UNITI	2
NA	ITALIA	0





Organizzazione 1	Organizzazione 2	Brevetti
FAPRID (Russia)	Spetsfekhnika (Russia)	1
Honeywell International Inc. (Stati Uniti)	Vibrant Corporation (Stati Uniti)	1
Constellium France (Francia)	Constellium Rolled Products Ravenswood, LLC (Stati Uniti)	1
The Boeing Company (Stati Uniti)	The United States of America (Stati Uniti)	1

Tabella 16. Collaborazioni

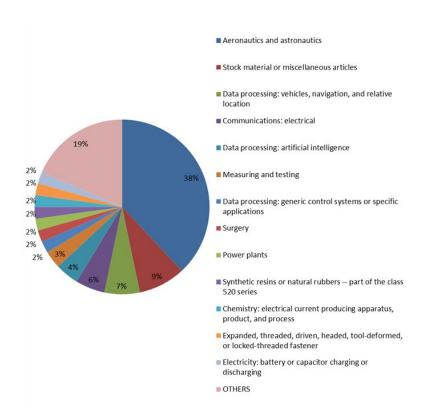
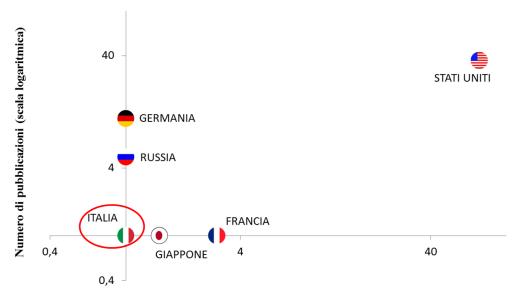


Figura 85. Distribuzione delle classi USPTO



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



Numero di brevetti (scala logaritmica)

Figura 86. Comparazione tra numero di pubblicazioni e brevetti a livello di nazione

#### 5.8.4 Output della mappatura dell'attività progettuale

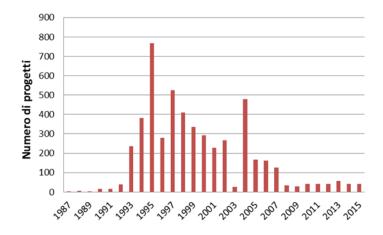


Figura 87. Numero di progetti annuo





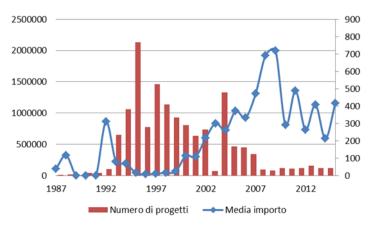


Figura 88. Importo medio dei progetti annuo

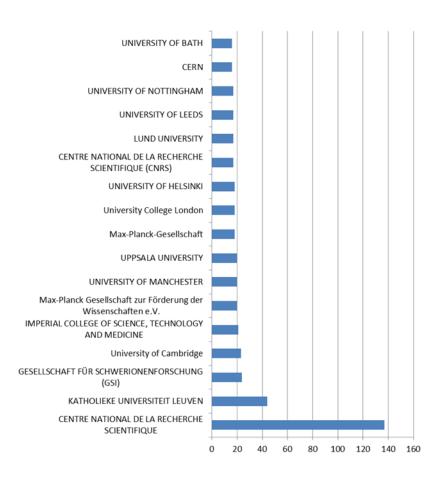


Figura 89. Organizzazioni coordinatrici dei progetti (source: NSF)





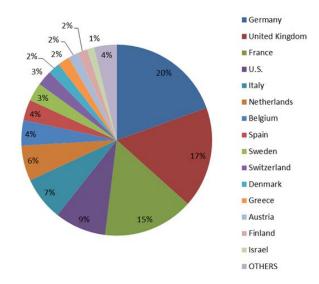
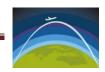


Figura 90. Distribuzione geografica dei progetti

Tabella 17. Organizzazioni italiane coordinatrici di progetti

Organizzazione	Numero di progetti	
CNR	29	
Istituto Nazionale Di Fisica Nucleare	23	
Università Degli Studi Di Roma "La Sapienza"	13	
Centro Ricerche Fiat Scpa	13	
Università Degli Studi Di Milano	12	
Università Degli Studi De Pisa	11	
Università Degli Studi Di Roma TOR VERGATA	7	
Università Degli Studi Di Pavia	6	
Università Degli Studi Di Torino	6	
Università Degli Studi Di Padova	6	
ENEA - Ente Per Le Nuove Tecnologie, l'Energia E l'Ambiente	6	
Università Degli Studi Di Napoli "FEDERICO II"	5	
Università Di Milano-Bicocca	5	
Università Degli Studi Di SIENA	5	
Università Degli Studi Di Parma	5	
Università Degli Studi Di Lecce	5	
Università Degli Studi Di Catania	5	
Università Degli Studi Di Cagliari	4	
Università Degli Studi Di Ancona	3	
Università Degli Studi Di Bari	3	
Università Della Calabria	3	





Università Degli Studi Di Udine	3
D'appolonia Spa	3
Volpi Giuseppe Spa	2
Università Degli Studi Di Verona	2
Università Degli Studi Di L'AQUILA	2
Università Degli Studi Di Genova	2
Università Degli Studi Di Trieste	2
Università Degli Studi Di Salerno	2
Università Degli Studi Di Firenze	2
Università Degli Studi Dell'aquila	2
Università Cà Foscari Di Venezia	2
Titania Consulting	2
Tecnologia Materiali Compositi Srl	2
Simplast Spa	2
Scuola Internazionale Superiore Di Studi Avanzati	2
Riva Calzoni Spa	2
Praxair Surface Technologies Spa	2
Politecnico Di Torino	2
Politecnico Di Milano	2
Piaggio & C S.P.A.	2
Istituto Italiano Per Il Medio Ed Estremo Oriente	2
Institute For Scientific Interchange Foundation I.S.I.	2
I.Co.P. Spa	2
Ditta Ripamonti Dr. Gianni Sas	2
Consorzio InterUniversitàrio Nazionale Per La Scienza E Tecnologia Dei Materiali	2
Conceria Incas Spa	2
Centro Italiano Ricerche Aerospaziali Scpa	2
Alta S.P.A.	2
Alenia Aeronautica Spa	2
Università Degli Studi Di Milano Bicocca	1
Università Politecnica Delle Marche	1
Università Degli Studi Di MODENA AND REGGIO EMILIA	1
Università Degli Studi Di Camerino	1
Università Degli Studi Di Salerno	1
Università Degli Studi Di Palermo	1
Università Di Lecce Consorzio Einstein	1
Università Della Basilicata	1
Università Degli Studi 'Roma Tre'	1
Università Degli Studi Di Trento	1
Università Degli Studi Di Perugia	1
The Italian Ship Research Centre	1
The El.B.A. Foundation	1
Tecnomare Spa - Società Per Lo Sviluppo Delle Tecnologie Marine	1
Tecnologie Per Il Calcolo Numerico - Centro Superiore Di Formazione	1



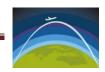


# SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie

#### S.C.A.R.L.

T G	1
Tecnogamma Spa	1
Stylfil Stylfie Andreali	1
Studio Andreoli	1
Stara Glass Spa	1
Stam Srl	1
Società Per Lo Sviluppo Tecnologico Dei Materiali Avanzati Spa	1
SO.L.E.S Spa	1
Sistema Compositi Spa	1
Sirtres Engineering Plastics S.R.L.	1
Separem Spa	1
Selex Es Spa	1
Sangalli Giancarlo & C. Srl	1
Sandretto Industrie Spa	1
Saint Peter Srl	1
Said Spa	1
Rutil Srl	1
Ricerca & Progetto	1
Ric Srl	1
Resource Group Integrator Srl	1
Re.Co.Pak. Srl	1
Prima Industrie Spa	1
Prefabbricati Querzoli	1
Poppi Spa	1
Polo Nazionale Bioelettronica	1
Plastal Spa	1
Pirelli Pneumatici Spa	1
Pirelli Coordinamento Pneumatici Spa	1
Pfauter Italia Srl	1
Pedrini Spa	1
Osvaldo Cariboni Lecco S.P.A.	1
OMS Coating And Laminating Production	1
Officine Meccaniche Varinelli Spa	1
Nuovo Pignone	1
National Centre Of Scientific Research	1
Meta Ricerche S.N.C.	1
Mario Negri Sud Institute	1
Manifattura San Giorgio Snc	1
La Veneta Spa - Industria Conciaria	1
La Tegolaia Nord Srl	1
Joint Research Center Of European Commission	1
Iveco Fiat Spa	1
Italian Institute For The Physics Of Matter	1
Istituto Nazionale Di Ottica	_
Istituto inazionale di Ottica	1





Istituto Nazionale Di Geofisica E Vulcanologia	1
Istituto Nazionale Di Geofisica	1
Istituto Nazionale Di Astrofisica	1
ISRIM Scarl - Istituto Superiore Di Ricerca E Formazione Sui Materiali Speciali Per Le Tecnologie Avanzate	1
Iris S.P.A.	1
Interprogetti Genova Sas	1
International School For Advanced Studies	1
International Plant Genetic Resources Institute	1
International Centre For Theoretical Physics	1
International Centre For Genetic Engineering And Biotechnology	1
Intermarine Spa - Gruppo Montedison	1
INSTM - Consorzio InterUniversitàrio Nazionale Per La Scienza e Tecnologia Dei Materiali	1
Istituto Di Fotochimica E Radiazioni d'Alta Energia	1
Inprevib Spa	1
Infobyte Spa	1
Industrie Laterizi Riunite Spa	1
Industrial Engineering Consultants Srl	1
Ics Resine Sintetiche	1
I.M.T.S.P.A. Industria Meccanica Trivelle	1
Gruppo Sarplast Spa	1
Glasfaser Italia Spa	1
Genta Trattamenti Termici Srl	1
Gelli & Pellegrini Srl	1
Fondazione Feltrinelli	1
Fondazione Centro San Raffaele Del Monte Tabor	1
Fincantieri - Cantieri Navali Italiani Spa	1
Fantuzi -Reggiane Spa	1
Eurozinco Spa	1
Enerconsult Srl	1
Emilceramica Spa	1
ELBA Foundation	1
Ecoplan	1
Ecoltecnica Italiana Spa	1
Dv Srl	1
Durante & Vivan	1
Dg Technology Service S.R.L.	1
Datamat S.P.A.	1
Cooperativa Centro Ricerche Poly Tech Scrl	1
Consorzio Tecnobiochip Sarl	1
Consorzio Sicta Sistemi Innovativiper Il Controllo Deltraffico Aereo	1
Consorzio Sgs Spa	1
Consorzio Pisa Ricerche	1
Consorzio InterUniversitàrio "La Chimica Per l'Ambiente" (INCA)	1





Consorzio Depuratore Castelfranco Di Sotto Srl	1
Consorzio Armatori Per La Ricerca Srl	1
Consortium Einstein And Università Di Lecce	1
Conceria Carasco Srl	1
CISE Spa	1
Ciemmeo Srl	1
Chiorino Spa	1
Cesi Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano Giacinto Motta Spa	1
Centro Informazioni Studi Ed Esperienze Spa	1
Centro Di Telerilevamento Mediterraneo	1
Centro Di Cultura Scientifica Alessandro Volta	1
Cec Concurrent Engineering Consulting S.R.L.	1
Bull Italia Spa	1
Bf Engineering Srl	1
Autostrade Concessioni E Construzioniautostrade S.P.A.	1
Aurel Spa	1
Arespan Spa	1
Ansaldo Ricerche Spa	1
Alures Scpa	1
Altra Spa	1
Alenia Difesa - Un' Azienda Finmeccanica Spa	1
Alenia Aerospazio - Un' Azienda Finmeccanica Spa	1
Ada	1
Abdus Salam International Center For Theoretical Physics (ICTP)	1
A. Benetti Macchine Srl	1



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



## 6 Conclusioni

## 6.1 Risultati rilevanti per l'attività di R&D italiana

Con l'attività di mappatura si sono voluti analizzare i trend di sviluppo delle attività scientifica, brevettuale e progettuale relative ai domini tecnologici riferiti al volo ipersonico e, in particolare, la capacità di R&D dell'Italia rispetto alle altre economie mondiali.

Attraverso gli step seguiti per lo sviluppo della mappatura, che pur presenta alcuni limiti metodologici, è stato possibile proporre un'analisi comprensiva dell'attività di R&D a livello globale nei domini tecnologici in esame attraverso appositi indicatori atti a caratterizzare il processo di sviluppo tecnologico. Inoltre, analisi più di dettaglio sono state condotte per lo studio del posizionamento italiano in termini di produttività scientifica, brevettuale e progettuale. Di seguito sono riportati i risultati più rilevanti.

Nelle classi "Strutture & Materiali", "Sistemi Propulsivi", "Guida, Navigazione e Controllo" e "Aerotermodinamica" l'Italia ha un ruolo rilevante nella ricerca scientifica di base, che tuttavia sembra non essere legata alla ricerca applicata, dato il basso numero di brevetti (Figure 9 e 26). Questo risultato è in controtendenza con l'attività brevettuale globale dove, invece, il legame tra ricerca di base e ricerca applicata è importante (Figure 13, 30 e 47), soprattutto negli ultimi quindici anni. Si suggeriscono pertanto politiche volte a favorire lo svolgimento contestuale dei due tipi di R&D nel caso dell'Italia. In tal senso, collaborazioni tra enti di ricerca e imprese si rende necessario.

Più in generale, la produzione scientifica italiana è paragonabile a quella delle più avanzate economie europee (Germania, Francia e Gran Bretagna) ed è superiore a quella asiatica. Tuttavia, a differenza dell'Italia, le più avanzate economie europee presentano un migliore bilanciamento tra produzione scientifica e brevettuale (e.g., Figure 30 e 47).

Nella classe "Controllo Ambientale & Supporto vitale" il numero di progetti coordinati da organizzazioni italiane è tra i primi cinque globalmente (Figura 90) e il numero di diverse organizzazioni che hanno coordinato almeno un progetto è secondo solo a quello della classe "Strutture e Materiali" (Tabella 15). Tuttavia, non vi sono pubblicazioni o brevetti che mostrino un output di queste attività progettuali.

Le classi "Strutture & Materiali", "Sistemi Propulsivi" e "Guida, Navigazione e Controllo" sono le classi di tecnologie su cui l'Italia ha il potenziale maggiore per una ricerca futura e che sia competitiva su scala globale.

## 6.2 Potenziali ulteriori sviluppi



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



Il livello di analisi della mappatura è indipendente dalla metodologia utilizzata. Quindi è possibile ampliare lo studio considerando qualsiasi livello di dettaglio a partire dal dominio tecnologico di più alto livello. Cioè, è possibile svolgere la mappatura sia in modo generale (e.g., nel dominio "Strutture & Materiali", così come fatto) sia in modo più focalizzato su specifiche soluzioni tecnologiche (e.g., materiali ceramici).

I dati collezionati finora potrebbero essere integrati anche con quelli presenti in altri uffici brevetti (e.g., Japanese Patent Office e Chinese Patent Office).

La mappatura può essere condotta a livello di singolo sito produttivo o divisione nel caso di multinazionali.

I domini tecnologici in esame sono quelli direttamente necessari allo sviluppo di velivoli ipersonici. Tuttavia, attraverso ulteriori analisi sui dati brevettuali è possibile individuare quelle soluzioni complementari ai domini considerati e necessarie al loro sviluppo, attraverso di fatto un'analisi di prossimità tecnologica.

Al fine di poter dare anche una valutazione sul livello di readiness tecnologico, è possibile svolgere interviste a livello mondiale ai proprietari dei brevetti individuati o a esperti del settore per la formulazione di una metodologia che consenta di valutare il livello di applicabilità industriale delle tecnologie di un dato dominio tecnologico.

Mappatura territoriale focalizzata sullo studio delle capacità tecnologiche dell'Italia attraverso incontri con imprese e centri di ricerca nazionali, includendo valutazioni più specifiche riguardo il livello di *readiness* tecnologico.



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



## 7 Riferimenti

Alnuaimi, T. and George, G., Appropriability and the retrieval of knowledge after spillovers. Strategic Management Journal, forthcoming.

Banerjee, P. M. and Cole, B. M., Breadth-of-impact frontier: How firm-level decisions and selection environment dynamics generate boundary-spanning inventions. Technovation, Vol. 30, pp. 411-419, 2010.

Conti, R., Gambardella, A. and Mariani, M., Learning to Be Edison: Inventors, Organizations, and Breakthrough Inventions. Organization Science, Vol. 25, pp. 833-849, 2014.

Corredoira, R. A. and Banerjee, P. M., Measuring patent's influence on technological evolution: A study of knowledge spanning and subsequent inventive activity. Research Policy, Vol. 44, pp. 508-521, 2015.

Ernst, H., Patent Applications and Subsequent Changes of Performance: Evidence from Time-Series Cross-Section Analyses on the Firm Level. Research Policy, Vol 30, pp. 143-157, 2001.

Gambardella, A. and Giarratana, M. S., General technological capabilities, product market fragmentation, and markets for technology. Research Policy, Vol. 42, pp. 315-325, 2013.

Hagedoorn, J., Sharing intellectual property rights—an exploratory study of joint patenting amongst companies. Industrial and Corporate Change, Vol. 12, pp. 1035-1050, 2003.

Hoetker, G. and Agarwal, R., Death Hurts, But It Isn't Fatal: The Postexit Diffusion of Knowledge Created by Innovative Companies. Academy of Management Journal, Vol. 50, pp. 446-467, 2007.

Judge, T. A., Cable, D. M., Colbert, A. E. and Rynes, S. L., What Causes a Management Article to be Cited—Article, Author, or Journal? Academy of Management Journal, Vol. 50, pp. 491-506, 2007.

Lerner, J., The importance of patent scope: An empirical analysis. RAND Journal of Economics, Vol. 25, pp. 319-333, 1994.

Narin, F., Hamilton, K. S. and Olivastro, D., The increasing linkage between U.S. technology and public science. Research Policy, Vol. 26, pp. 317-330, 1997.

Novelli, E., An examination of the antecedents and implications of patent scope. Research Policy, Vol. 44, pp. 493-507, 2015.

OECD, OECD Patent Statistics Manual. OECD Publishing, 2009.

Trajtenberg, M., Henderson, R. and Jaffe, A., University versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Invention. Economics of Innovation and New Technology, Vol. 5, pp. 19-50, 1997.



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



# Appendice A: Organigrammi delle tecnologie abilitanti

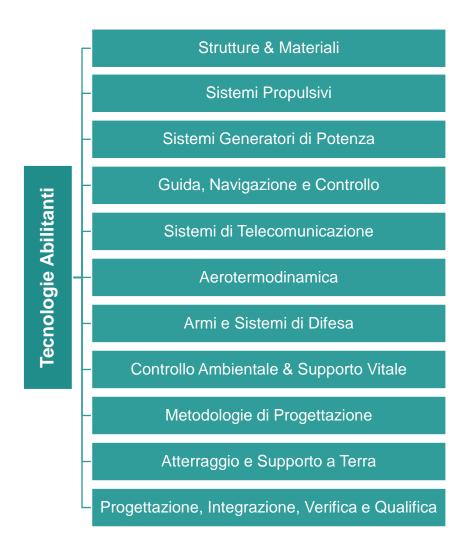


Figura A1. Panoramica delle Tecnologie Abilitanti.





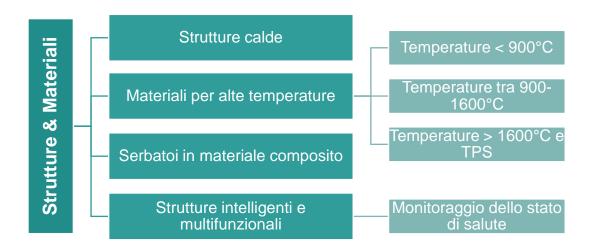


Figura A2. Organigramma Strutture & Materiali.

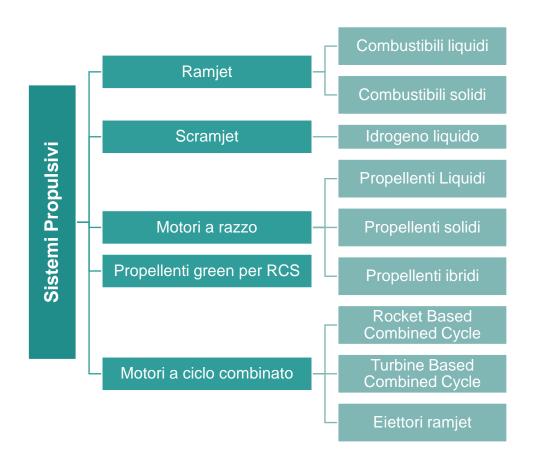


Figura A3. Organigramma Sistemi Propulsivi.







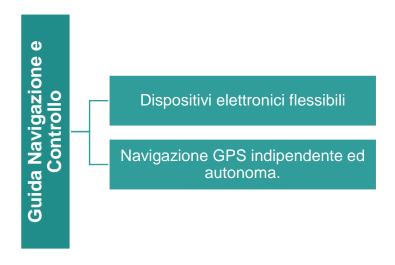


Figura A4. Organigramma Guida, Navigazione e Controllo.





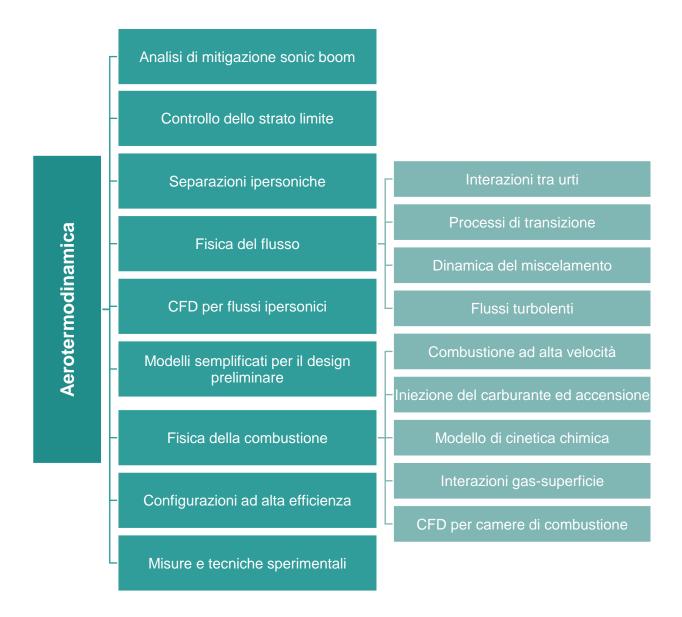


Figura A5. Organigramma Aerotermodinamica.





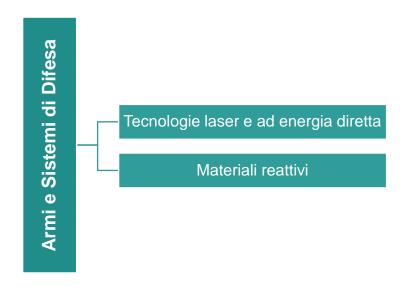


Figura A6. Organigramma Armi e Sistemi di Difesa.

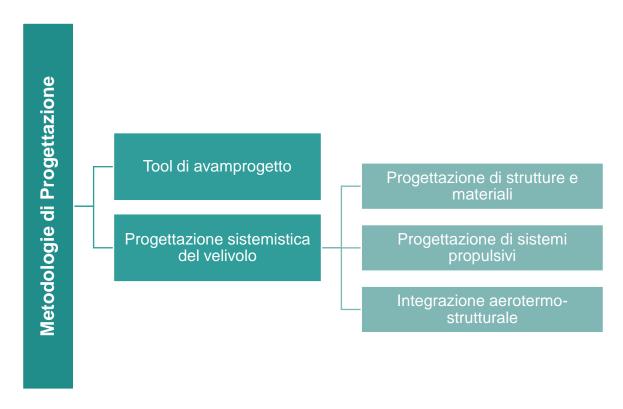


Figura A7. Organigramma Metodologie di Progettazione.







Figura A8. Organigramma Atterraggio e Supporto a Terra.

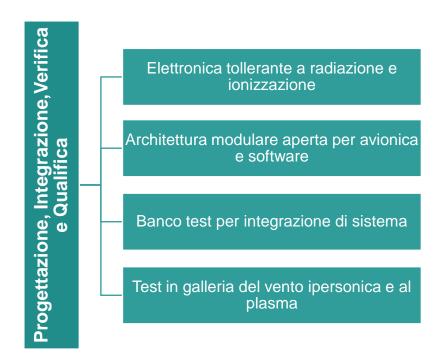


Figura A9. Organigramma Progettazione, Integrazione, Verifica e Qualifica.



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



# Appendice B: Livelli del TRL

- TRL 1 Basic principles observed and reported: Transition from scientific research to applied research. Essential characteristics and behaviors of systems and architectures. Descriptive tools are mathematical formulations or algorithms.
- TRL 2 Technology concept and/or application formulated: Applied research. Theory and scientific principles are focused on specific application area to define the concept. Characteristics of the application are described. Analytical tools are developed for simulation or analysis of the application.
- TRL 3 Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof-ofconcept: Proof of concept validation. Active Research and Development (R&D) is initiated with analytical and laboratory studies. Demonstration of technical feasibility using breadboard or brassboard implementations that are exercised with representative data.
- TRL 4 Component/subsystem validation in laboratory environment: Standalone prototyping implementation and test. Integration of technology elements. Experiments with full-scale problems or data sets.
- TRL 5 System/subsystem/component validation in relevant environment: Thorough testing of prototyping in representative environment. Basic technology elements integrated with reasonably realistic supporting elements. Prototyping implementations conform to target environment and interfaces.
- TRL 6 System/subsystem model or prototyping demonstration in a relevant end-to-end environment (ground or space): Prototyping implementations on full-scale realistic problems. Partially integrated with existing systems. Limited documentation available. Engineering feasibility fully demonstrated in actual system application.
- TRL 7 System prototyping demonstration in an operational environment (ground or space): System prototyping demonstration in operational environment. System is at or near scale of the operational system, with most functions available for demonstration and test. Well integrated with collateral and ancillary systems. Limited documentation available.
- TRL 8 Actual system completed and "mission qualified" through test and demonstration in an operational environment (ground or space): End of system development. Fully integrated with operational hardware and software systems. Most user documentation, training documentation, and maintenance documentation



SISTEMI E TECNOLOGIE: Mappatura tecnologie



completed. All functionality tested in simulated and operational scenarios. Verification and Validation (V&V) completed.

TRL 9 - Actual system "mission proven" through successful mission operations (ground or space): Fully integrated with operational hardware/software systems. Actual system has been thoroughly demonstrated and tested in its operational environment. All documentation completed. Successful operational experience. Sustaining engineering support in place.

Fonte: <a href="https://esto.nasa.gov/files/trl\_definitions.pdf">https://esto.nasa.gov/files/trl\_definitions.pdf</a>