



Lezione di “Economia Marche”

13 Maggio 2021

 POLITECNICO DI MILANO



Tecnologie 4.0 e trasformazioni socio-economiche: quali opportunità per le regioni non-core?

Roberta Capello and Camilla Lenzi

Politecnico di Milano

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito



Introduzione (1)

Tutto questo è una minima parte di un grande progetto ESPON che abbiamo svolto al Politecnico di Milano dal titolo

The territorial trends of 4.0 technological transformation

ESPON si domandava dove, quando e con quale intensità queste tecnologie si sviluppano nelle regioni Europee.

Dal rapporto, ampiamente rivisto, abbiamo tratto un volume dal titolo:

The Regional Economics of 4.0 Technological Transformations

Scritto da Roberta Capello e Camilla Lenzi, e pubblicato da Routledge, Londra.



Introduzione (2)

La lezione intende trattare il fenomeno noto come la quarta rivoluzione industriale:

- dando una definizione di tecnologie 4.0 e di trasformazioni tecnologiche che generano;
- presentando le aspettative che la trasformazione tecnologica può avere sullo sviluppo spaziale;
- mostrando lo sviluppo delle invenzioni e dell'adozione di tecnologie 4.0 nelle regioni Europee, e posizionando le Marche nella situazione Europea;
- presentando gli effetti che le invenzioni e l'adozione di tecnologie 4.0 hanno sullo sviluppo regionale, con particolare riferimento alle aree a industrializzazione tradizionale.



La rivoluzione 4.0

- Una pletera di nuove tecnologie, dall'intelligenza artificiale alla robotica all'Internet delle Cose (IoT), ai sensori, alla digitalizzazione e alla stampa in 3D, all'I-Cloud, per citarne solo alcune, si sviluppano a ritmi vertiginosi (Brynjlfsson and McAfee, 2014 and 2017; Schawb, 2017).
- Le nuove tecnologie 4.0 si caratterizzano per una peculiarità, quella di avere una natura **ricombinatoria e applicativa** che garantisce una fonte inesauribile di valore (Rullani e Rullani, 2018).
- La ricombinazione di tecnologie dà infatti luogo a nuove scoperte, nuove invenzioni, nuovi usi, attraverso il semplice utilizzo di conoscenze note che, ricombinate e applicate ad ambiti diversi, generano nuovo valore.
- Tutto ciò ha importanti conseguenze sul:
 - mercato delle tecnologie.
 - sui processi produttivi e sulla struttura dei mercati dei prodotti e servizi, una volta adottate.



Le trasformazioni 4.0 (1)

Nella letteratura esiste una confusione semantica circa che cosa si intende per trasformazioni 4.0.

Questa confusione è dovuta alla natura composita delle trasformazioni che sono basate su:

- **molteplici tecnologie**, dall'intelligenza artificiale, all'Internet delle cose, ai sensori, alla digitalizzazione, ecc..;
- **molteplici fenomeni e cambiamenti strutturali** causati dalla penetrazione di queste tecnologie nell'economia e nella società, come l'industria 4.0 o la servitisation, l'economia digitale, l'economia della condivisione, ecc...

Ognuna di queste tecnologie coinvolge attori diversi, permette di creare nuove fonti di creazione di valore e influenza in modo diverso la società e l'economia.



E' necessario distinguere tra:

- trasformazioni nel mercato delle tecnologie (nell'**invenzione di nuove tecnologie**);
- trasformazioni nei sistemi produttivi e nell'offerta di servizi, attraverso l'**adozione di nuove tecnologie**.



Le trasformazioni nel mercato delle nuove tecnologie



Trasformazioni nel mercato delle nuove tecnologie

Le nuove tecnologie sono il semplice utilizzo di conoscenze note che, ricombinate e applicate ad ambiti diversi, generano nuovo valore.

- basse barriere all'entrata. Non sono infatti più necessari i grandi investimenti in R&S per entrare nel mercato tecnologico, che inevitabilmente facilitavano i grandi inventori come nel caso delle tecnologie 3.0.

Costo marginale tende a zero (Gansky, 2012; OECD, 2019).

- Il risultato è un mercato con ampi margini di profitto, guadagni spropositati, raggiunti in brevissimo tempo.

Un mercato dove chi vince prende tutto (il famoso “winner takes all” market) per tutti gli infiniti mercati che possono costituirsi (OECD, 2019).

- In ogni mercato solo pochi eccellono. Tuttavia, non esistono limiti al numero di mercati (di tecnologie digitali, si pensi alle app) che possono essere prodotte;

Un mercato costituito da un numero elevatissimo di piccolissime imprese (Rullani and Rullani, 2018).

- micro imprese con costi fissi nulli e un numero limitatissimo di dipendenti.

Un mercato dove le grandi imprese storiche competono con piccolissime nuove imprese.



Conseguenze a livello di territori

Cambiano le regole della competizione, non necessariamente a favore delle imprese già presenti da tempo sul mercato, e agiscono sulle opportunità di entrare nel mercato delle tecnologie da parte di attori fino ad oggi esclusi.

- **Una concentrazione spaziale di tecnologie core**, che devono sfruttare massa critica in R&S;
- **Nuove opportunità di innovazione in aree non-core nelle tecnologie**, specialmente per quanto attiene alle invenzioni applicative e ricombinatorie. L'input fondamentale è la creatività.

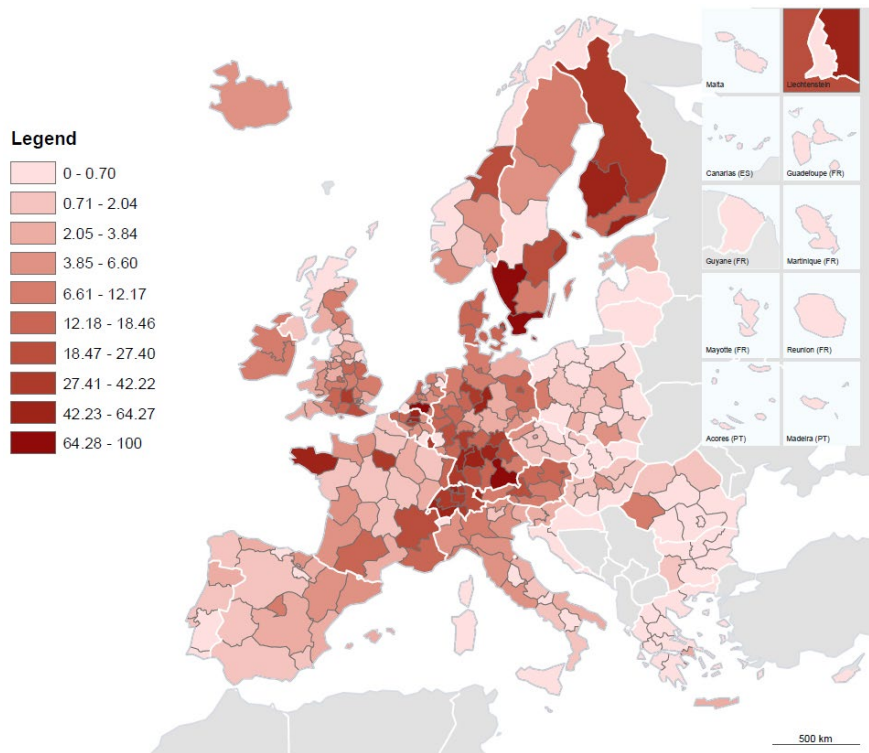


Identificazione delle tecnologie 4.0

- Abbiamo estratto dal database OECD-REGPAT tutti I brevetti che collimano con almeno uno dei 16 codici CPC definiti dall'EPO come 4.0, ottenendo **212.034** brevetti nel periodo 1977-2015.
- Abbiamo svolto un'analisi di testo degli abstract e del titolo, dei brevetti ottenuti dalla banca dati ORBIT, sulla base di parole chiave.
- La selezione delle parole chiave è stata svolta con un metodo DELPHI a degli esperti scelti da un meta-esperto.
- Alla fine del processo, il numero finale di brevetti è stato **21.092**.



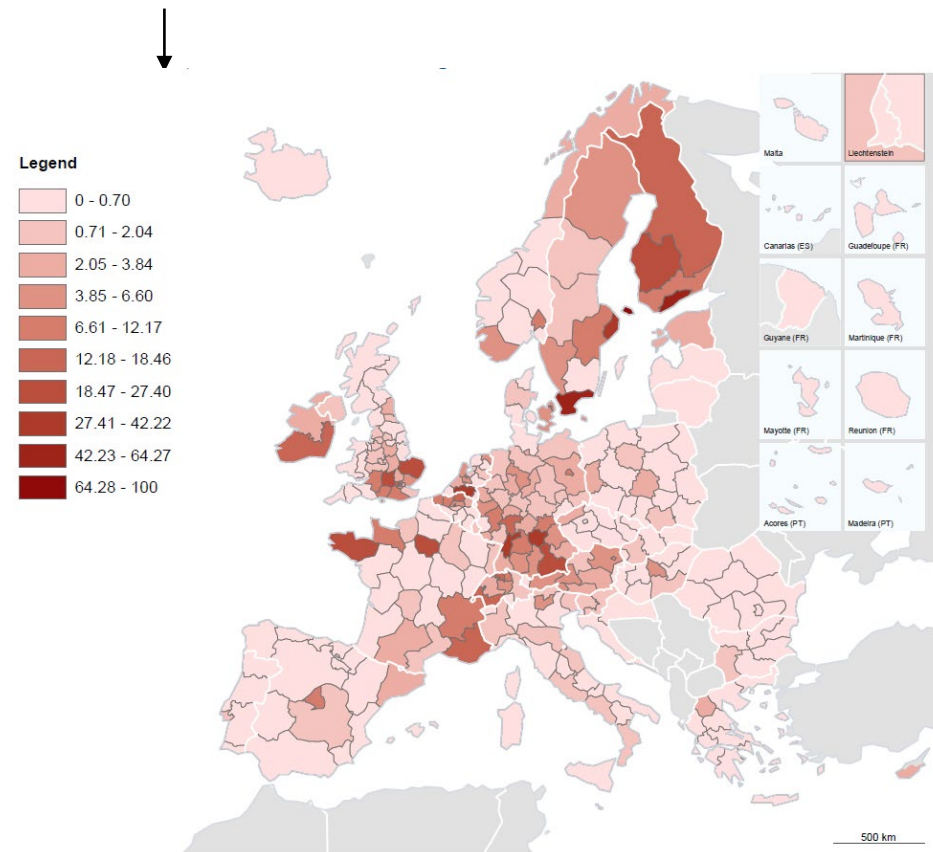
Invenzioni ricombinatorie 4.0, 2010-2015



Regional level: NUTS 2 (2013)
Origin of data: OECD-REGPAT, ORBIT, EUROSTAT, 2019
© UMS RIATE for administrative boundaries

← Con applicazioni – 2010-2015

Senza applicazioni – 2010-2015

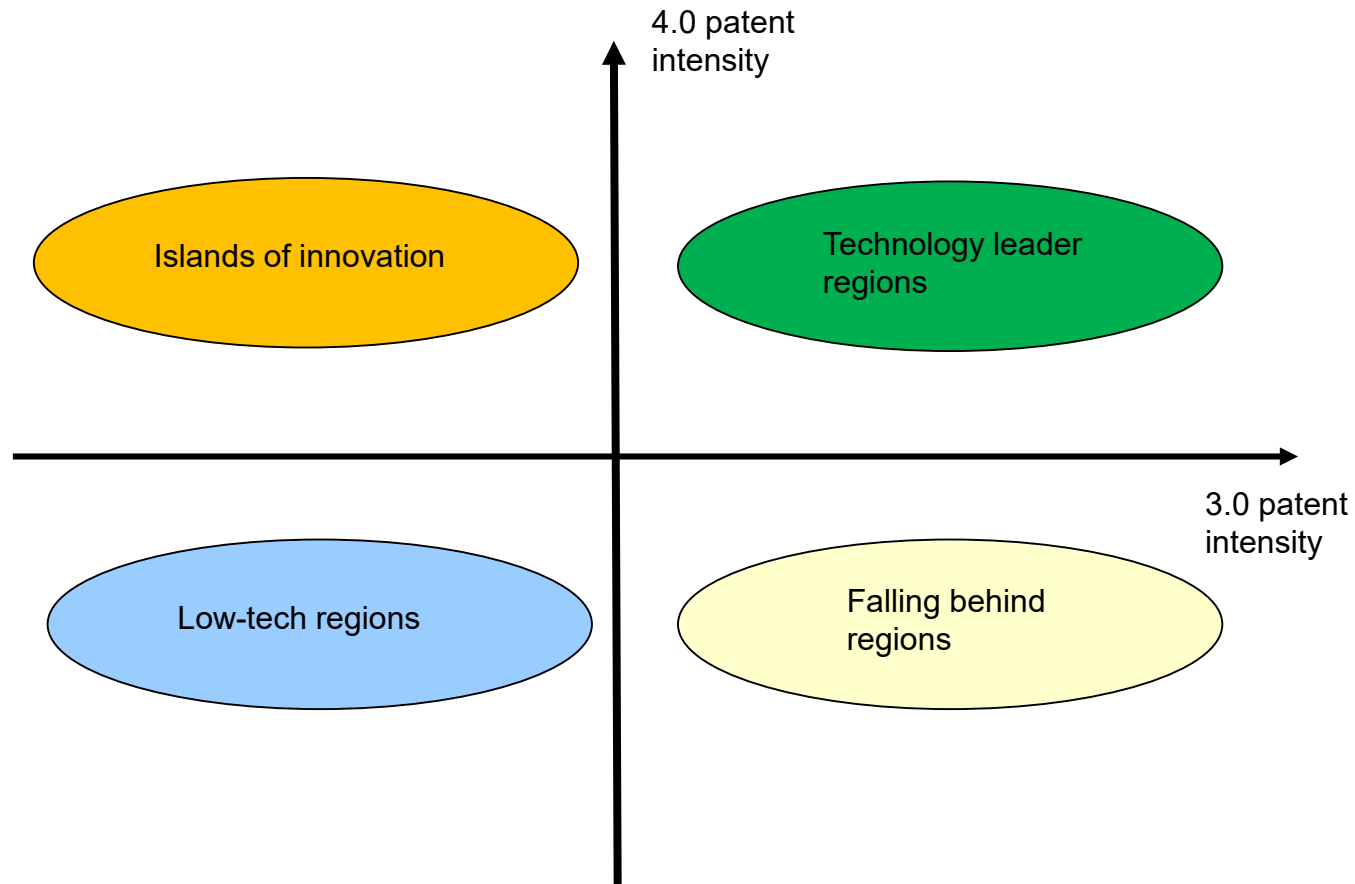


Regional level: NUTS 2 (2013)
Origin of data: OECD-REGPAT, ORBIT, EUROSTAT, 2019
© UMS RIATE for administrative boundaries

- Un trend diffusivo delle applicative,
- Un trend di concentrazione per le non-applicative.

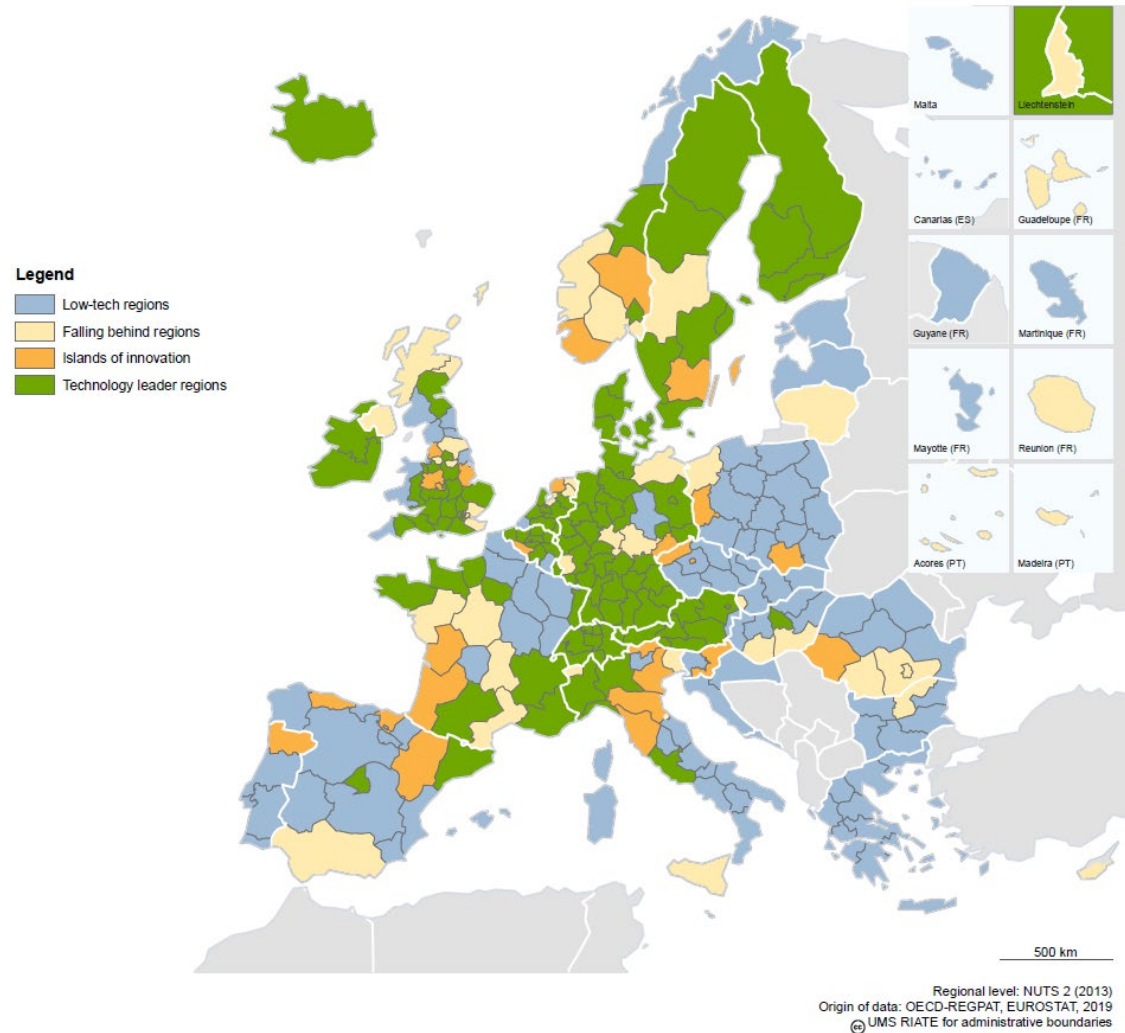


Identificazione di differenti situazioni regionali





Isole di invenzione: leader in 4.0 senza conoscenza 3.0



Le Marche non appartengono alle isole di invenzione.

Domanda spontanea: ottengono o no vantaggi?



Trasformazione dovuta all'adozione di tecnologie 4.0



Come definiamo la trasformazione tecnologica 4.0?

Definizione di trasformazione tecnologica:

Riorganizzazione **di settori intorno a nuove fonti di creazione del valore** (nuovi modelli organizzativi, nuovi modelli di business sia nei servizi che nell'industria) generate dall'adozione di nuove tecnologie.

Principali trasformazioni:

- **Industria 4.0:** automatizzazione e digitalizzazione ai processi produttivi che portano alla realizzazione della cosiddetta fabbrica automatica (Lasi et al., 2014).
- **Servitisation:** creazione di mercati in cui i prodotti sono dematerializzati in servizi. Include fenomeni come l'economia della condivisione (e.g. BlaBlaCar), l'economia dei servizi digitali (e.g. Uber) fino all'e-commerce (e.g. Amazon).



Codizioni locali per la presenza di trasformazioni

Le economie locali vanno attraverso le trasformazioni se:

- Sono specializzate in settori coinvolti maggiormente nella trasformazione;
- Hanno una elevata intensità di adozione delle tecnologie.

Settori suddivisi in base al vantaggio potenziale che hanno nell'adozione:

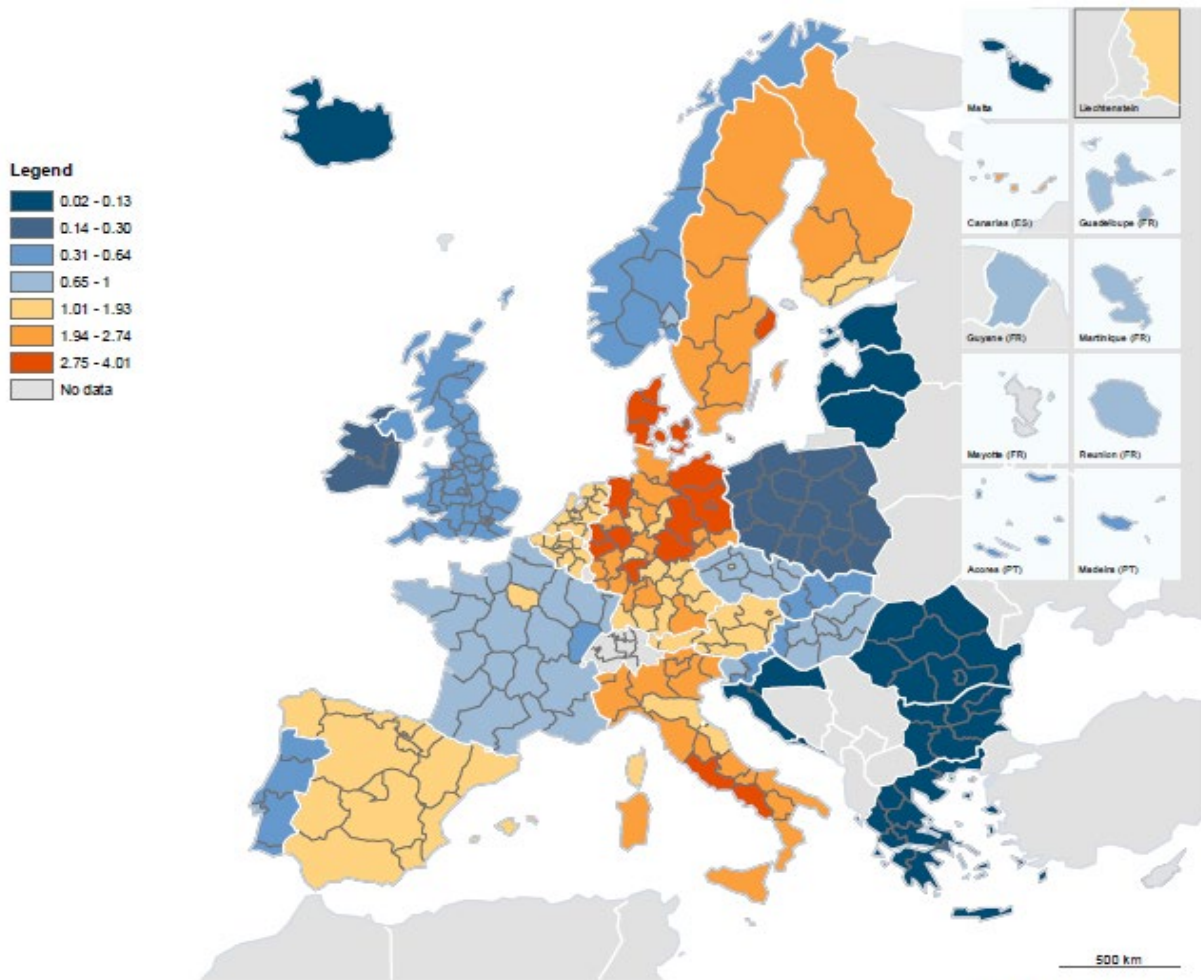
- **Settori che producono tecnologie 4.0,;**
- **Settori con grandi vantaggi all'adozione;**
- **Settori tradizionali**, non particolarmente coinvolti dall'adozione.

Adozione di tecnologie 4.0:

- robot nei diversi settori
- Quota di imprese che hanno almeno 1% del loro fatturato generato da vendite online.



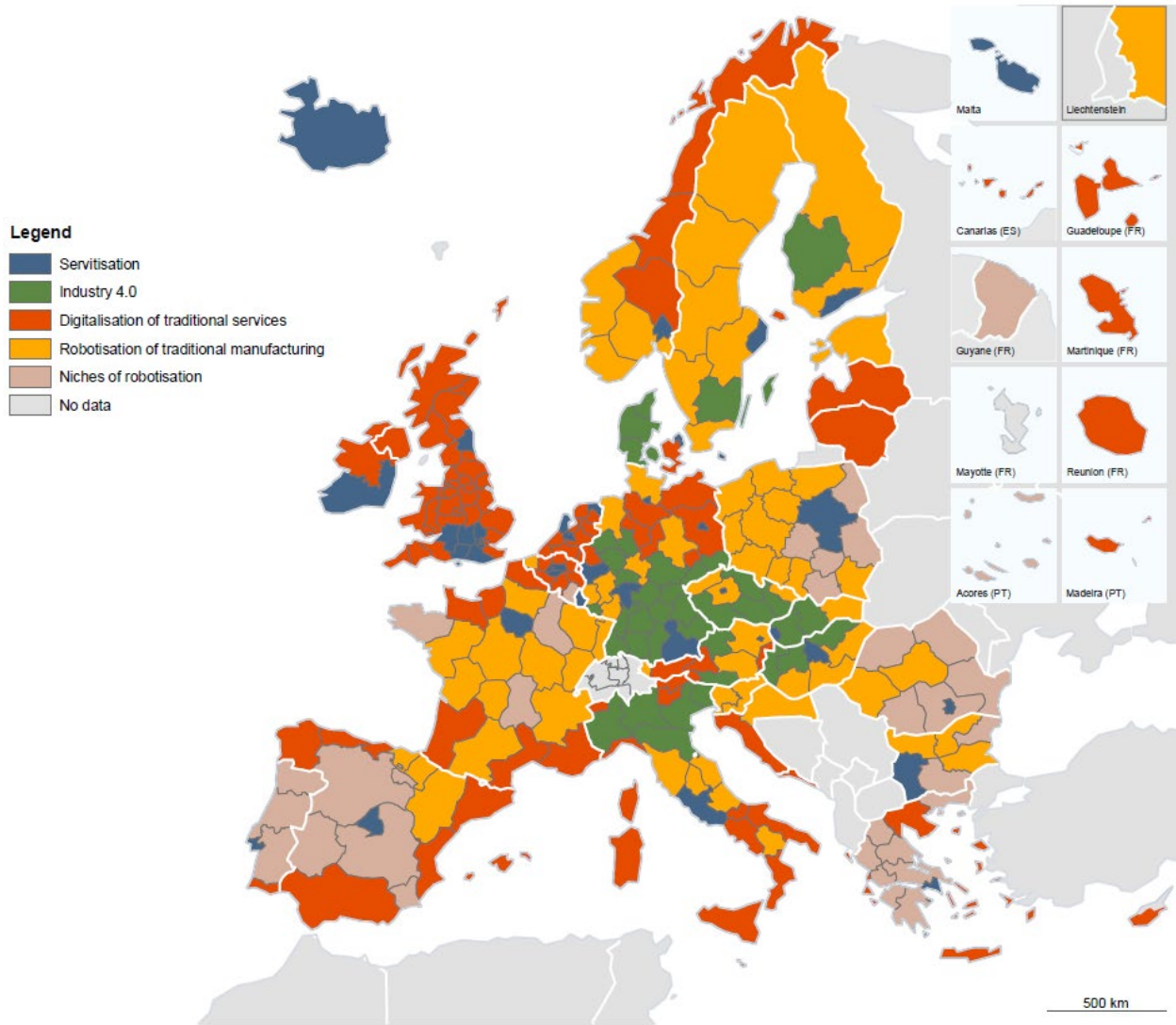
Adozione di robot nei settori manifatturieri - (numero di robot ogni 1000 abitanti) - 2008-2016



Regional level: NUTS 2 (2013)
Origin of data: IFR, EUROSTAT, 2019
© UMS RIATE for administrative boundaries



Sentieri regionali di trasformazioni tecnologiche 4.0



**Marche:
robotizzazione
di settori
manifatturieri
tradizionali.**

**Domanda
spontanea:
ottengono o
no vantaggi?**



Impatti economici delle tecnologie 4.0



Impatto dell'invenzione e adozione di tecnologie 4.0 sulla crescita regionale

$$\Delta PIL_{r,t} = F(X_{r,t}) + \varepsilon_{r,t}$$

- **il numero di brevetti in tecnologie 4.0 applicative, per le invenzioni;**
- **il numero di robot per 1000 occupati nei settori manifatturieri tradizionali, per l'adozione di tecnologie 4.0.**

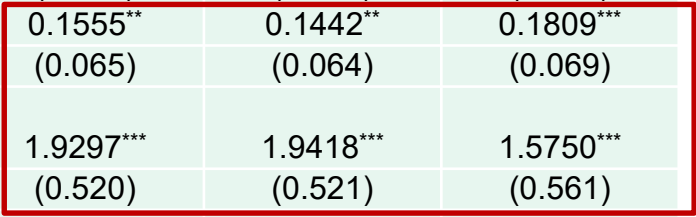
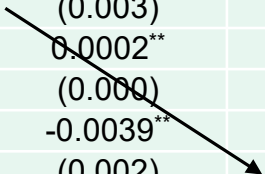
Controllando per:

- il livello iniziale di PIL, che controlla per la ricchezza iniziale;
- il livello di popolazione, che controlla per la dimensione della regione;
- la quota di popolazione in aree urbane, per controllare i vantaggi di economie di agglomerazione sulla crescita regionale;
- la quota di occupati nei servizi, che controlla per la specializzazione settoriale;
- la quota di persone laureate, che cattura la qualità del capitale umano;
- il livello di investimenti diretti esteri nella regione, che misura il grado di attrattività della regione
- la qualità della governance locale;
- **il grado di specializzazione della regione in industria manifatturiera tradizionale** (alimentari, del tessile, della chimica, della farmaceutica, della plastica, del metallo, delle costruzioni e dell'energia);
- una dummy che cattura il periodo di tempo;
- una dummy che cattura l'appartenenza della regione a paesi dell'Unione Europea a 15.

Crescita del PIL e 4.0: risultati empirici

Variabile dipendente: crescita media annuale del PIL	1	2	3
PIL (log)	-0.0061** (0.003)	-0.0062** (0.003)	-0.0073** (0.003)
Popolazione (log)	0.0083*** (0.003)	0.0083*** (0.003)	0.0094*** (0.003)
Quota di popolazione occupata		0.0026 (0.002)	0.0029 (0.002)
Quota di occupazione in settori manifatturieri tradizionali		-0.0035 (0.004)	-0.0046 (0.004)
Qualità delle istituzioni		0.0061*** (0.001)	0.0061*** (0.001)
Intensità di investimento in ricerca e sviluppo		0.0054** (0.003)	0.0053** (0.003)
Quota di laureati	0.0002** (0.000)	0.0002** (0.000)	0.0002** (0.000)
Specializzazione in settori manifatturieri tradizionali	-0.0039** (0.002)	-0.0043** (0.002)	-0.0075** (0.003)
Intensità di brevetti di tecnologie 4.0 applicative (per 1000 occupati)	0.1555** (0.065)	0.1442** (0.064)	0.1809*** (0.069)
Intensità di adozione di robot (ogni mille occupati) in settori manifatturieri tradizionali	1.9297*** (0.520)	1.9418*** (0.521)	1.5750*** (0.561)
Intensità di brevetti di tecnologie 4.0 applicative (per 1000 occupati) * Specializzazione in settori manifatturieri tradizionali		0.0950 (0.211)	
Intensità di adozione di robot in settori manifatturieri tradizionali (per 1000 occupati) * Specializzazione in settori manifatturieri tradizionali			2.2218* (1.354)
Dummy UE 15	-0.0246*** (0.003)	-0.0247*** (0.003)	-0.0250*** (0.003)
Dummy periodo	0.0224***	0.0224***	0.0222***

Sia la creazione di brevetti 4.0 che l'adozione di robot generano vantaggi sulla crescita regionale.



Crescita del PIL e 4.0: risultati empirici

Variabile dipendente: crescita media annuale del PIL	1	2	3
PIL (log)	-0.0061** (0.003)	-0.0062** (0.003)	-0.0073** (0.003)
Popolazione (log)	0.0083*** (0.003)	0.0083*** (0.003)	0.0094*** (0.003)
Quota di popolazione urbana	0.0025 (0.002)	0.0026 (0.002)	0.0029 (0.002)
Quota di occupazione nei servizi	-0.0034	-0.0035 (0.004)	-0.0046 (0.004)
Qualità della vita		0.0061*** (0.001)	0.0061*** (0.001)
Intensità di adozione di robot (ogni mille occupati) in settori manifatturieri tradizionali		0.0054** (0.003)	0.0053** (0.003)
Quota di occupazione nei servizi		0.0002** (0.000)	0.0002** (0.000)
Specializzazione in settori manifatturieri tradizionali		-0.0043** (0.002)	-0.0075** (0.003)
Intensità di adozione di robot in settori manifatturieri tradizionali (per 1000 occupati)* Specializzazione in settori manifatturieri tradizionali		0.1442** (0.064)	0.1809*** (0.069)
Intensità di adozione di robot (ogni mille occupati) in settori manifatturieri tradizionali	1.9297*** (0.520)	1.9418*** (0.521)	1.5750*** (0.561)
Intensità di brevetti di tecnologie 4.0 applicative (per 1000 occupati)* Specializzazione in settori manifatturieri tradizionali		0.0950 (0.211)	
Intensità di adozione di robot in settori manifatturieri tradizionali (per 1000 occupati)* Specializzazione in settori manifatturieri tradizionali			2.2218* (1.354)
Dummy UE 15	-0.0246*** (0.003)	-0.0247*** (0.003)	-0.0250*** (0.003)
Dummy periodo	0.0224***	0.0224***	0.0222***

Le aree specializzate in settori manifatturieri hanno gli stessi vantaggi delle altre regioni (in media) in termini di crescita di PIL dai brevetti 4.0

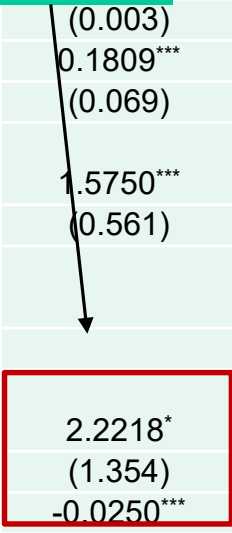


0.0950
(0.211)

Crescita del PIL e 4.0: risultati empirici

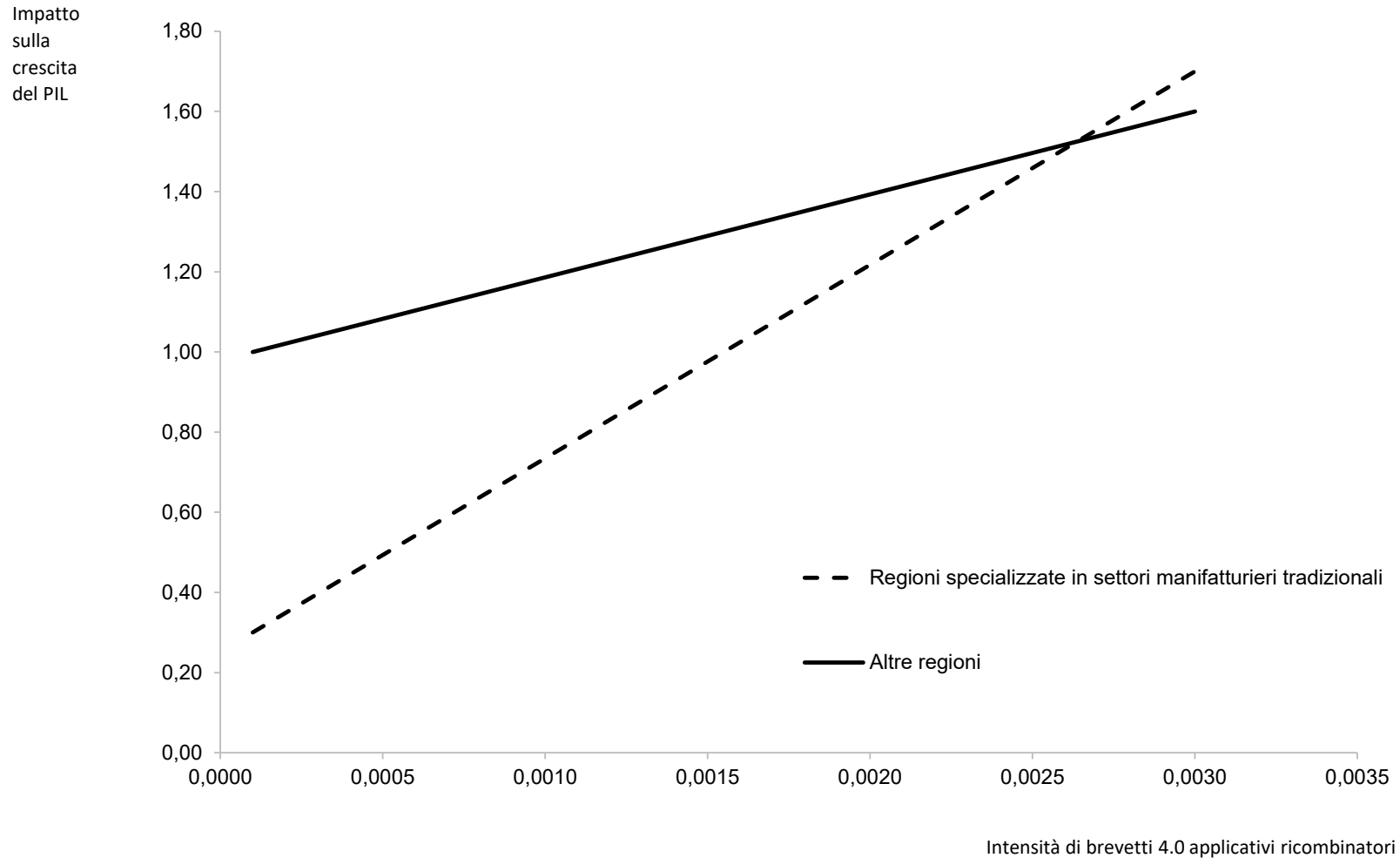
Variabile dipendente: crescita media annuale del PIL	1	2	3
PIL (log)	-0.0061** (0.003)	-0.0062** (0.003)	-0.0073** (0.003)
Popolazione (log)	0.0083*** (0.003)	0.0083*** (0.003)	0.0094*** (0.003)
Quota di popolazione urbana	0.0025	0.0026	0.0029
Quota di occupazione nei servizi			
Qualità delle istituzioni			*
Intensità di investimenti diretti esteri			*
Quota di laureati			*
Specializzazione in settori manifatturieri tradizionali			*
	(0.002)	(0.002)	(0.003)
Intensità di brevetti di tecnologie 4.0 applicative (per 1000 occupati)	0.1555** (0.065)	0.1442** (0.064)	0.1809*** (0.069)
Intensità di adozione di robot (ogni mille occupati) in settori manifatturieri tradizionali	1.9297*** (0.520)	1.9418*** (0.521)	1.5750*** (0.561)
Intensità di brevetti di tecnologie 4.0 applicative (per 1000 occupati) * Specializzazione in settori manifatturieri tradizionali		0.0950 (0.211)	
Intensità di adozione di robot in settori manifatturieri tradizionali (per 1000 occupati) * Specializzazione in settori manifatturieri tradizionali			2.2218* (1.354)
Dummy UE 15	-0.0246*** (0.003)	-0.0247*** (0.003)	-0.0250*** (0.003)
Dummy periodo	0.0224***	0.0224***	0.0222***

Le aree specializzate in settori manifatturieri hanno più elevati vantaggi delle altre regioni (in media) in termini di crescita di PIL dall'adizione di robot 4.0



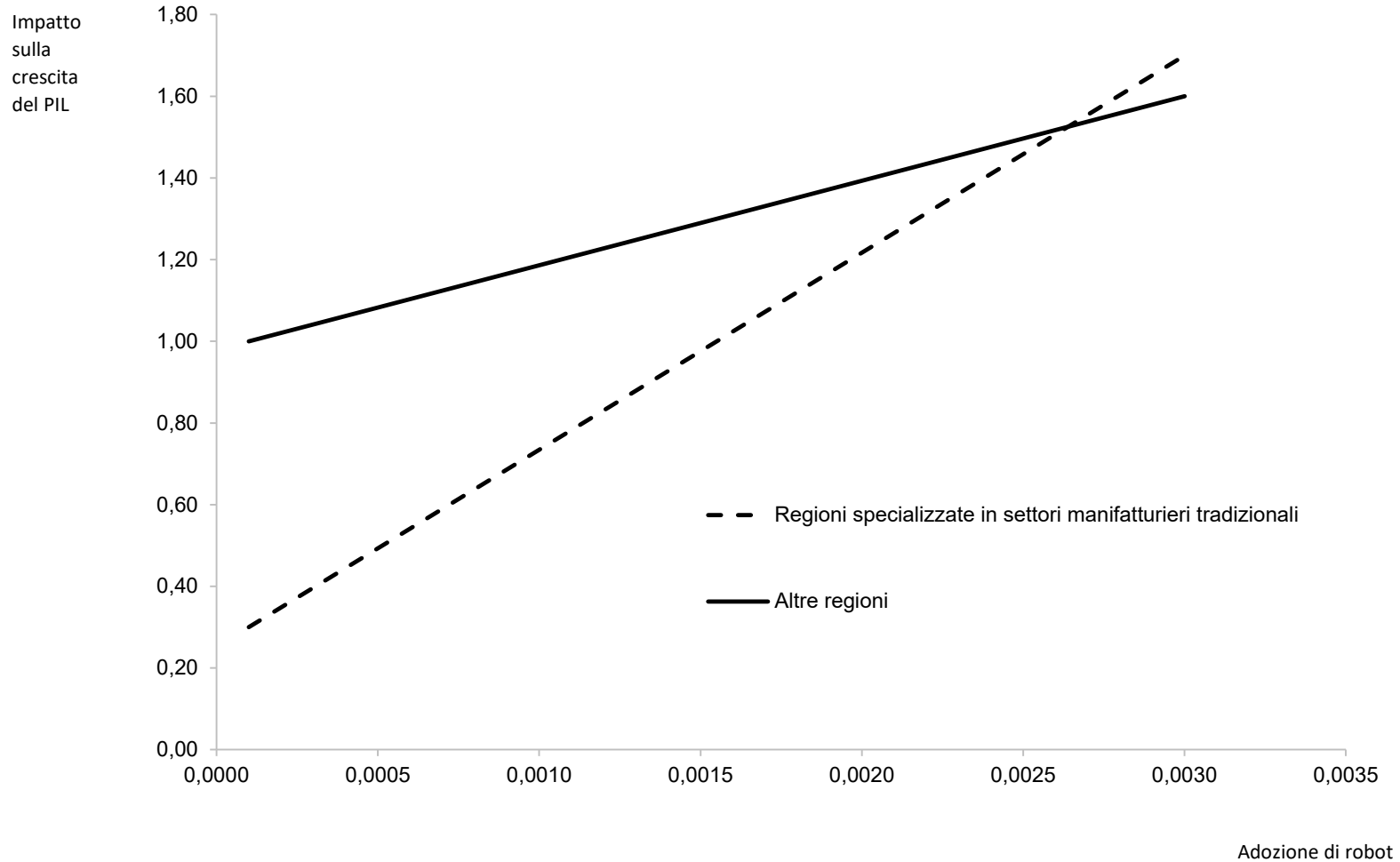


Effetti marginali dell'invenzione di tecnologie 4.0 sulla crescita del PIL





Effetti marginali dell'adozione di robot sulla crescita del PIL





Conclusioni (1)

- **I vantaggi esistono anche per aree specializzate in industria tradizionale**, in linea con quanto trovato per regioni tecnologicamente molto arretrate.
- Queste aree sanno cogliere le opportunità di crescita che la capacità brevettuale genera quando si analizza la natura ricombinatoria e applicativa delle nuove tecnologie.
- Creatività e capacità inventiva esistono anche in aree tecnologicamente non avanzate, e generano un vantaggio di crescita anche in queste regioni. Non solo, ma è un vantaggio soggetto a rendimenti crescenti: dove si inventa di più l'impatto sul PIL è maggiore.



Conclusioni (2)

- le regioni specializzate in settori tradizionali guadagnano in modo deciso dall'adozione di robot, un guadagno che diviene uguale a tutte le altre regioni nel caso le regioni adottino molto.
- Esistono chiari processi di apprendimento nello sfruttamento di queste tecnologie che sembrano più pronunciati per le regioni a industrializzazione tradizionale.



Grazie dell'attenzione!