



ISSN (print): 2499-6955
ISSN (on line): 2499-6661

Consiglio Nazionale delle Ricerche

IRCrES

ISTITUTO DI RICERCA SULLA CRESCITA ECONOMICA SOSTENIBILE
RESEARCH INSTITUTE ON SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH

Quaderni IRCrES



Numero 1/2018

Disruptive firms and technological change
Mario Coccia

*The use of Cited Half Life to assess obsolescence evolution
in different research domains: an empirical test*
Ugo Finardi, Isabella Bianco

*Sistemi Innovativi Tecnologici Territoriali.
Due casi: il Verbano-Cusio-Ossola e il Canton Ticino*
Angelo Bonomi

Direttore Secondo Rolfo


Direzione CNR-IRCRES
Istituto di Ricerca sulla crescita economica sostenibile
Via Real Collegio 30, 10024 Moncalieri (Torino), Italy
Tel. +39 011 6824911 / Fax +39 011 6824966
segreteria@ircres.cnr.it
www.ircres.cnr.it


Sede di Roma Via dei Taurini 19, 00185 Roma, Italy
Tel. +39 06 49937809 / Fax +39 06 49937808

Sede di Milano Via Bassini 15, 20121 Milano, Italy
Tel. +39 02 23699501 / Fax +39 02 23699530

Sede di Genova Università di Genova Via Balbi, 6 - 16126 Genova
Tel. +39 010 2465459 / Fax +39 010 2099826

Redazione Secondo Rolfo (direttore responsabile)
Antonella Emina
Diego Margon
Anna Perin
Isabella Maria Zoppi

 redazione@ircres.cnr.it

 www.ircres.cnr.it/index.php/it/produzione-scientifica/pubblicazioni

QUADERNI IRCRES, anno 3, numero 1, gennaio 2018



Copyright © gennaio 2018 by CNR-IRCRES

Contents

Disruptive firms and technological change MARIO COCCIA	3-18
The use of Cited Half Life to assess obsolescence evolution in different research domains: an empirical test UGO FINARDI, ISABELLA BIANCO	19-31
Sistemi Innovativi Tecnologici Territoriali. Due casi: il Verbano-Cusio- Ossola e il Canton Ticino ANGELO BONOMI	33-57

Disruptive firms and technological change

MARIO COCCIA

CNR -- National Research Council of Italy, Via Real Collegio, 30-10024, Moncalieri (TO), Italy
Arizona State University | Center for Social Dynamics and Complexity, Tempe, AZ | USA

corresponding author: mario.coccia@ircres.cnr.it

ABSTRACT

The fundamental question in the economics of innovation is how technological change is generated in competitive markets. This study confronts this question here by developing the concept of disruptive firms that deliberately introduce new and improved generations of durable goods that destroy, directly or indirectly, similar products and competencies present in markets in order to support their competitive advantage and/or market leadership. In fact, this concept of disruptive firms endeavours to explain firm success in a Schumpeterian world of innovation-based competition, performance rivalry, increasing returns, and the destructive creation of existing competences and products. If correct, the framework suggests that rapid technological change depends in large measure on disruptive firms (subjects), rather than disruptive technologies (objects) and it extends the existing literature to provide a more complete picture of how technological and industrial change evolves. Hence, this theoretical framework can be useful for bringing a new perspective to explain and generalize, whenever possible one of the drivers that generates technological and industrial change in modern economies.

KEYWORDS

Disruptive Firms; Technological Change; Disruptive Technologies; Incumbent Firms; Radical Innovations; R&D Management; Competitive Advantage; Economic Change.

JEL CODES: L20; O32; O33.

DOI: 10.23760/2499-6661.2018.001

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Coccia M., 2018. "Disruptive firms and technological change", *Quaderni IRCrES-CNR*, vol. 3, n. 1, pp. 3-18, <http://dx.doi.org/10.23760/2499-6661.2018.001>.

1. Introduction
2. Theoretical framework
3. Methods: case study research
4. Inductive analysis
5. Discussion
6. Generalization of characteristics of disruptive firms that generate technological and industrial change
7. Concluding Observations
8. References

1. INTRODUCTION

Current economies show the advent of many technological advances in information technology, biotechnology, nanotechnology, etc. that generate corporate, industrial and economic change (Arora *et al.*, 2001; Henderson and Clark, 1990; Nicholson *et al.*, 1990; Teece *et al.*, 1997; Van de Ven *et al.*, 2008; von Hippel, 1988)¹. The literature in these research fields has suggested several approaches to explain the technological and industrial change, such as the theory by Christensen (1997, 2006) that introduces the concept of disruptive technologies of new entrants that disrupt the competitive advantage of incumbents in the presence market dynamisms. This theory explains the industrial change with the interplay between incumbent and entrant firms that can generate path-breaking technologies². While the validity of certain of these studies may be debated, it is clear that there are at least some facts about industrial change that theory of disruptive technologies has trouble explaining. As a matter of fact, current dynamics of industries shows that new entrants can generate disruptive technologies but their development and diffusion between markets have more and more economic barriers (Coccia, 2016; 2017).

This paper suggests that industrial and technological change is driven by specific subjects - disruptive firms, rather than disruptive technologies *per se*. This study can be useful for bringing a new perspective to explain and generalize one of the sources of technological change that is represented by specific firms that have the potential to generate and/or to develop radical innovations that disrupt current products in markets and support industrial, economic and social change.

In order to position this study in existing approaches, the paper develops the theoretical framework in next section.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

One of the fundamental problems in economics of innovation is to explain how industry emerges from a technological or market discontinuity that triggers the creation of multiple new technological designs (Anderson and Tushman, 1990). Scholars of technological evolution agree that the emergence of new industries is due to a technological or market discontinuity that stimulates the creation of new designs in a period of technological variation (Utterback and Abernathy, 1975).

Grodal *et al.* (2015, p. 426) suggest that technological evolution within industries is generated by:

- a) *Period of technological divergence* with design recombination that is the creative synthesis of two or more previously separate designs that generate a new design to address human needs and problems.
- b) *Period of technological convergence* driven by path dependence (the mechanism through which the cumulative effects of prior technological design choices increasingly determine and constrain subsequent design recombinations) and design competition that is the mechanism by which producers and users make design investment choices about which designs to retain and which to abandon.

¹ Coccia, 2004, 2006, 2009, 2012a, 2013, 2013a, 2015a; Coccia and Finardi, 2012; Coccia and Rolfo, 2000; Coccia and Wang, 2015, 2016.

² Cf. Ansari *et al.*, 2016; King and Baatartogtokh, 2015; Chesbrough and Rosenbloom, 2002; Christensen, 1997, 2006; Christensen *et al.*, 2015; Danneels, 2004, 2006; Gilbert and Bower, 2002; Hill and Rothaermel, 2003; Jenkins, 2010; Ryan and Tipu, 2013; Tellis, 2006; Wessel and Christensen, 2012; Cavallo *et al.*, 2014, 2015; Ferrari *et al.*, 2013; Calabrese *et al.*, 2005.

In general, the period of divergence supports the emergence of a dominant design within industry (Abernathy and Utterback, 1978). Designs, in some cases, are completely new, but often new industries emerge from innovations that are due to discontinuous recombination of pre-existing technological designs (Abernathy and Utterback, 1978; Anderson and Tushman, 1990). In short, design recombination is the synthesis of two or more different designs that create a new design to address a human needs or problems (Hargadon, 2003).

Grodal *et al.* (2015) also suggest that convergence on a dominant design is due to design competition and path dependence in markets (Clark, 1985). An implication of this theory is that categories can change the dynamics of competition within industry. This theoretical model, within literature on industry evolution, also emphasizes the dynamics taking place prior to the launch of the first design in an industry (i.e., during the time to market when R&D process shapes design creation). Rosenbloom and Cusumano (1987) suggested that firms investing in R&D during the pre-commercialization phase are more likely to be leader and dominate the industry.

The literature in these research fields has suggested other approaches to explain the technological and industrial change. One of these alternative approaches is the theory of disruptive technologies by Christensen (1997, 2006) that argues how many industries are characterized by incumbents that focus mainly on improving their products and services (usually most profitable), and entrants that endeavour to develop new technologies in market segments, delivering market performance that incumbents' mainstream customers require (Christensen *et al.*, 2015; Christensen, 1997). In this context, Christensen (1997) argues that disruptive innovations generate significant shifts in markets (*cf.* Henderson, 2006). In particular, disruptive innovations are generated by small firms with fewer resources that successfully challenge established incumbent businesses (Christensen *et al.*, 2015). New firms can generate competence-destroying discontinuities that increase the environmental turbulence, whereas incumbents focus mainly on competence-enhancing discontinuities that decrease the turbulence in markets (*cf.* Tushman and Anderson, 1986).

Scholars also argue that the ability of incumbents to develop and to market disruptive innovations is due to their specific ambidexterity: competence-destroying and competence-enhancing based on simultaneous exploratory and exploitative activities to support both incremental and radical innovations (Danneels, 2006; Durisin and Todorova, 2012; Lin and McDonough III, 2014; O'Reilly III and Tushman, 2004, 2008; *cf.* Henderson, 2006; Madsen and Leiblein, 2015). Disruptive innovations generate main effects both for consumers and producers in markets and society (Markides, 2006, pp. 22-23; Markides and Geroski, 2005). In general, disruptive innovations change habits of consumers in markets and undermine the competences and complementary assets of existing producers. Calvano (2007) argues that: "we highlight the role of destruction rather than creation in driving innovative activity.

The formal analysis shows that destructive creation unambiguously leads to higher profits whatever the innovation cost". In particular, disruptive innovations disturb the business models of incumbents that have to counter mobilize resources to sustain their competitive advantage in the presence of market change (Garud *et al.*, 2002; Markman and Waldron, 2014). In fact, new radical technologies in markets require that incumbents undertake specific R&D investments and strategic change to support competitive advantage (Christensen and Raynor, 2003; *cf.* Gioia and Chittipeddi, 1991; Teece *et al.*, 1997). Current R&D management of incumbents, to support innovation processes, is more and more based on network organizations to build research alliances and strategic partnerships for increasing the access to external knowledge from new firms and/or research organizations (*cf.* Coccia, 2016b; Nicholls-Nixon and Woo, 2003). Kapoor and Klueter (2015) argue that incumbents tend to not invest in disruptive technological regimes and maintain a competence-enhancing approach. In some industries, such as biopharmaceutical sector, current wave of research alliances and acquisitions may help incumbents to overcome this "inertia" both in the initial stage of research and in the later stage of development. Other studies show that R&D investments of innovative enterprises in

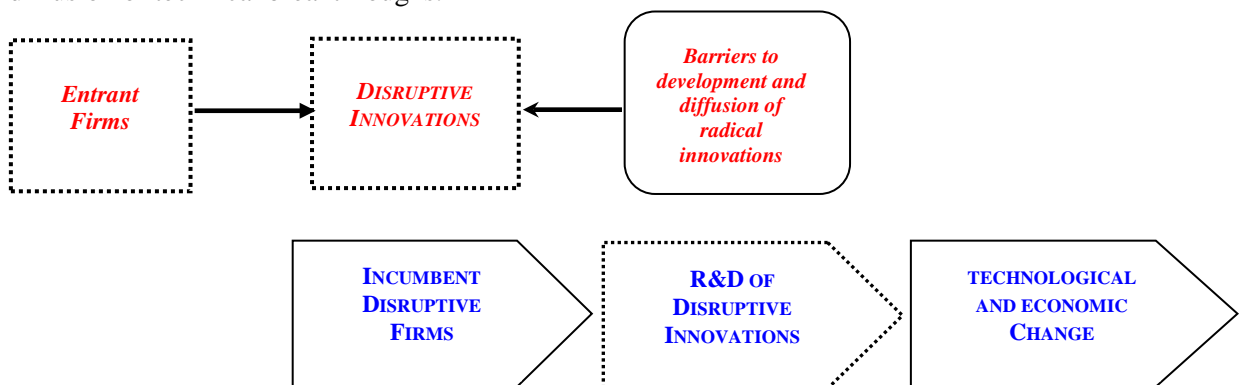
pharmaceutical industry are directed towards both internal research units and strategic alliances to accelerate the drug discovery process (Coccia, 2014).

However, theoretical framework of disruptive technologies suffers of some limitations, such as the ambiguity in the definition of disruptive innovations that considers technologies but also products and business models (*cf.* Christensen and Raynor, 2003; Tellis, 2006). Strictly speaking, a disruptive technological innovation is fundamentally a different phenomenon from a disruptive business-model innovation. Disruptive innovations arise in different ways, have different competitive effects, and require different responses into the organizational behaviour of incumbents and entrants (Markides, 2006, p. 19). This diversity can be due to a variation in the sources of innovation, such as in some industries, users develop innovation, in other sectors, innovations are due to suppliers of related components and product manufactures (von Hippel, 1988). A vital factor in the development of innovations is also played by the coevolution of technical and institutional events (Van de Ven and Garud, 1994). The theory of disruptive technologies also seems to show some inconsistencies in many markets because new small entrants can generate new technology and innovations but their development and diffusion in markets present many economic barriers, such as within biopharmaceutical industry (Coccia, 2014; 2016). In short, the theory of disruptive technologies presents some difficulties to explain the general drivers of technological and economic change.

This study here suggests the vital role of specific firms, called *disruptive firms* that in the ecosystems can generate and spread new technologies with market shifts within and between industries. The study proposes some characteristics of these disruptive firms that can clarify, as far as possible, a main source of innovation to explain drivers of technological change and, as a consequence, industrial, economic and social change.

The model of this study is in Figure 1. Unlike theoretical framework of disruptive innovation (Christensen, 1997), the theoretical framework here suggests that, leading firms – called disruptive firms – support the emergence and diffusion of new technology and radical innovations that generate market shifts, technological and economic change.

Figure 1: Disruptive firms sustain technological and economic change with the introduction and diffusion of technical breakthroughs.



Source: Adapted from Coccia (2017b).

The purpose of the present study is to see whether case study research supports the hypothesis that one of the general sources of technological change is due to disruptive firms (subjects) that generate market shifts, rather than disruptive technologies (objects) *per se*.

3. METHODS: CASE STUDY RESEARCH

The methodology is based on an inductive analysis of case study research (Eisenhardt, 1989; Eisenhardt and Graebner, 2007).

The study analyses the managerial and organizational behaviour of specific leading enterprises (disruptive firms) to explain one of the general sources of technological and economic change. The firms under study are:

- Apple Inc. for Information and Communication Technologies (ICTs);
- AstraZeneca for biopharmaceutical industry.

In particular, the hypothesis of this study is that specific and distinct firms, called disruptive firms, are the driving force of market shift in industries by introducing new products, standard and/or components in markets with new technology and innovation, generating technological and socioeconomic change. Of course, the emergence of a disruptive technology is a necessary but not sufficient condition for the development and diffusion of new technology in markets that generate industrial change. Manifold factors also create important conditions for supporting technical breakthroughs. This study here focuses on specific subjects, the disruptive firms that play a vital role in competitive markets. In order to support the theoretical framework, firstly, the study analyses shortly these firms and then we contextualized the theory with some examples of new technology and the organizational and managerial behaviour of disruptive firms that generate market shift, technological and economic change.

4. INDUCTIVE ANALYSIS

Apple Inc. is a high-tech firm headquartered in California (USA) that designs, develops, and sells consumer electronics, computer software, and online services. Apple was founded in 1976 to develop and sell personal computers (Apple Computer Inc. Historical Information, 1976). It was incorporated as Apple Computer Inc. in 1977, and was renamed as Apple Inc. in 2007 to reflect its shifted focus toward consumer electronics (Wozniak, 2007). Number of employees as of October 2016 is about 116,000 units.

Apple Inc. has been a disruptive firm of storage devices. A simple storage device was the floppy disk: a disk storage medium composed of a disk of thin and flexible magnetic storage medium encased in a rectangular plastic carrier. Sony introduced, in 1983, 90 mm micro diskettes (known as 3.5-inch -89 mm-floppy disks), which it had developed at a time when there were 4" floppy disks, and a lot of variations from different companies, to replace on-going 5.25" floppy disks (Coccia, 2017b). Apple Computer, a market leader in ICTs, decided to use in 1984 the 3½-inch drives produced by Sony in the Macintosh 128K model. This firm strategy effectively makes the 3½-inch drive a *de-facto* standard in markets. This Apples' decision generated a main market shift and the format 3.5" floppy disks became dominant. Floppy disks 3.5" remained a popular medium for nearly 40 years, but their use was declining by the mid-1990s (Mee and Daniel, 1996).

In 1998, Apple Inc. released the iMac G3 with a new store device, called USB because it considered the floppy disk an old technology. USB – or Universal Serial Bus – is a protocol for connecting peripherals to a computer. The development of the first USB technology began in 1994 by Intel and the USB-IF (USB Implementers Forum, Inc., formed with industry leaders like Intel, Microsoft, Compaq, LSI, Apple and Hewlett-Packard). USB was designed to standardize the connection of computer peripherals (Cunningham, 2014). The USB 1.0 debuted in late 1995 and transferred data at a rate of 12 megabits per second. This parasitic technology is associated to other host technologies, such as PCs. Interaction between these high-tech devices and a host computer without the need to disconnect or restart the computer also enables USB technology to render more efficient operation. As just mentioned, in 1998, the iMac G3 was the first consumer computer to discontinue legacy ports (serial and parallel) in favour of USB. This implementation helped to pave the way for a market of solely USB peripherals rather than those using other ports for devices. The combination of the ease of use, self-powering capabilities and technical specifications offered by USB technology and related devices helped this new technology to triumph over other port options (Au Yong, 2006; Tham, 2011). This decision of Apple generated a market shift and industrial change. In the presence of this technological

change generated by a market leader, the ICT industry's reaction is to follow Apple's technological pathway, such as Dell, Hewlett-Packard, etc. that dumped the floppy drivers from their standard PCs. Trek Technology and IBM began selling the first USB flash drives commercially in 2000 (Trek 2000 International Ltd., 2011).

IBM's USB flash drive had a storage capacity of 8 MB, more than five times the capacity of the then-common 3½-inch floppy disks (of 1440 KB). Similar pathway is with the Compact Disc (CD), a digital optical disc data storage format released in 1982 and co-developed by Philips and Sony (BBC News, 2007). The format was originally developed to store and play only sound recordings but was later adapted for storage of data (CD-ROM). Apple Inc. released the third generation of MacBook Pro in 2012 with a 15-inch screen that was a quarter thinner than its predecessor and the Retina Display with a much higher screen resolution. The MacBook Pro with Retina Display does not have an optical drive and to play discs, it is necessary to have an external Super Drive. This decision of a market leader generated a further market shift and industrial change towards new storage devices with the USB port, micro-USB or USBType-C (Hruska, 2015; Mee and Daniel, 1996; Goda and Kitsuregawa, 2012; USB, 2005).

Apple Inc. is also a disruptive firm of wired headphones. Headphones are pair of small listening devices that are electroacoustic transducers, which convert an electrical signal to a corresponding sound in the user's ear (cf., Fastcompany, 2018). They are designed to allow a single user to listen to an audio source privately. Firstly, the headphone with jack was created in the period 1890-1910 and with several generations is still used in many electronic devices. The study here focuses on a critical period associated to Bluetooth technology (a wireless technology standard for exchanging data over short distances from fixed and mobile devices, and building personal area networks-PANs). In fact, the revolution of ICT has generated several innovations such as the Bluetooth technology in 1999 (Bluetooth, 2017). The evolution of this technology has generated in 2004 the Bluetooth 2.0 with an Enhanced Data Rate for rapid data transfer, in 2010 Bluetooth 4.0 with low energy and so on (Bluetooth, 2017). The interaction between Bluetooth and mobile phone has generated in 2002 the first mobile phone with integrated Bluetooth by Nokia, whereas the interaction between Bluetooth and headphones has also generated in 2003 the first Nokia headset, which was sold to end-users (Windows, 2012). The 29 June, 2007 Apple Inc. launched the 1st generation of iPhone with Bluetooth 2.0; the diffusion of the iPhone worldwide plays a main role in the evolution of several ICTs, driven by Apple Inc., which is one of the market leaders in smartphones and other mobile devices. In 2011, Apple Inc. has announced that new iPhone 4S supports Bluetooth 4.0 with low energy phone. In September 2016, the iPhone 7 of Generation 10th is launched without headphone jack 3.5mm. This strategic decision by Apple Inc. has a main impact for the evolution of new generations of headphones that will be more and more wireless to function, interact and survive with mobile devices (Coccia, 2017a). This decision of Apple Inc. to produce a new iPhone 7 without jack 3.5mm for headphone generates a selection pressure on manufacturers of these technologies that are focusing on new technological directions of headphones with Bluetooth™ technology (wireless) generating an on-going technological substitution and "Destructive creation" (Calvano, 2007) of current headphones with wire. In short, this case study seems to confirm that new technologies and technological trajectories are driven by specific firms that play a role of destruction of current technologies in favour of the creation of new technology and technological standards. Other organizational behaviour of Apple Inc. as disruptive firm in markets is the destruction of the physical keyboard in smartphones with the creation of virtual keyboards in the iPhone of 1st generation in 2007. In general, disruptive firms have the market power to support new technological trajectories and industrial change. In short, the innovative behaviour of market leaders can be a main driving force of technological, industrial and economic change. Moreover, market shifts are due to leader firms of host technologies, such as PC or smartphones, rather than leader firms of parasitic technologies, such as headphones, storage devices, etc. (cf. Coccia, 2017a).

AstraZeneca (AZ) is a British–Swedish research-based biopharmaceutical company (AstraZeneca, 2018). It is originated by a merger in 1999 of the Astra AB company formed in 1913 (Sweden) and British Zeneca Group formed in 1993. AstraZeneca (AZ) is a large corporation that has a net income of US\$3.406 billion (AstraZeneca, 2016), total assets for US\$60.12 billion (Forbes, 2016) and total number of employees for about 50,000 (AstraZeneca, 2015). The human and economic resources invested in R&D by AstraZeneca are about 15,000 units of personnel and over US\$4 billion in eight countries (AstraZeneca, 2015). One of the research fields of AZ is anticancer treatments, such as for lung cancer. The current therapeutic treatments (technology) for advanced non-small cell lung cancer (NSCLC) are again mainly based on chemotherapy agents.

However, this technology has low efficacy for lung cancer treatment since the mortality rate is still high (Coccia, 2014). AstraZeneca as incumbent firm in drug discovery industry has generated a main radical innovation to treat lung cancer: the target therapy Iressa® that is based on the blocking agent Gefitinib. These path-breaking anticancer drugs are generating a revolution in therapeutic treatments of lung cancer with mutation Epidermal Growth Factor Receptor (EGFR) because they block specific enzymes and growth factor receptors involved in cancer cell proliferation (Coccia, 2012, 2014, 2016). Studies in the biology show that lung cancer can become resistant to these new drugs because of a secondary mutation (T790M) that generates a progression of the cancer with several metastases and, as a consequence, high mortality within five years (Coccia, 2012a). Clovis Oncology is a small pharmaceutical company, which is generating innovative products for new treatments in oncology. Clovis was founded in 2009 and is headquartered in Boulder, Colorado. This small pharmaceutical firm, Clovis oncology, has generated a new technology to treat lung cancer with mutation T790M: a new target therapy for EGFR-mutant lung cancer (Clovis Oncology, 2015). However, this small firm has difficulties in the development of this radical innovation in a sector with high capital intensity for R&D. This problem has induced Clovis oncology to enter in the stock exchange to gather financial resources directed to support R&D of several innovative products in its pipeline. The structure of the sector based on larger corporation has induced the biopharmaceutical company AstraZeneca (2015) to introduce a similar innovation for mutant lung cancers, called Tagrisso™ (AZD9291), that it was approved by US Food and Drug Administration in 2015 (AstraZeneca, 2016; Coccia, 2017b). This case study also confirms the vital role of large and leader firms, in competitive markets based on high intensity of R&D, that have the power to generate and/or to spread path-breaking innovations in order to achieve and sustain competitive advantage, as well as the goal of a (temporary) profit monopoly to support their market shares and industrial leadership.

Next section endeavours to detect the general characteristics of these disruptive firms that generate technological, industrial and economic change.

5. DISCUSSION

A main goal of this study is the concept of disruptive firms and how these firms sustain technological change: they are firms with market leadership that deliberate introduce new and improved generations of durable goods that destroy, directly or indirectly, similar products present in markets in order to support their competitive advantage and/or market leadership (*cf.* Calvano, 2007). These disruptive firms support technological and industrial change and induce consumers to repeat their purchase in order to adapt to new socioeconomic environment. Firm strategy of these leading firms is directed to support innovation and market leadership with new technology. An example of disruptive firms is Apple Inc. that has the following organizational behaviour (*cf.* Backer, 2013; Barney, 1986; Fogliasso and Williams, 2014; Heracleous, 2013; O'Reilly *et al.*, 1991; Schein, 2010).

- A main and central leader in the organization, represented in the past by the founder Steve Jobs and subsequently by the CEO Tim Cook (Apple Inc., 2017). The hierarchy in Apple's

organizational structure supports strong control over the organization that empowers top leader to control everything in the organization. This organizational behaviour generates limited flexibility of lower levels of the hierarchy to respond to custom needs and market demand but it provides a clear leadership for R&D and strategic management of innovative products.

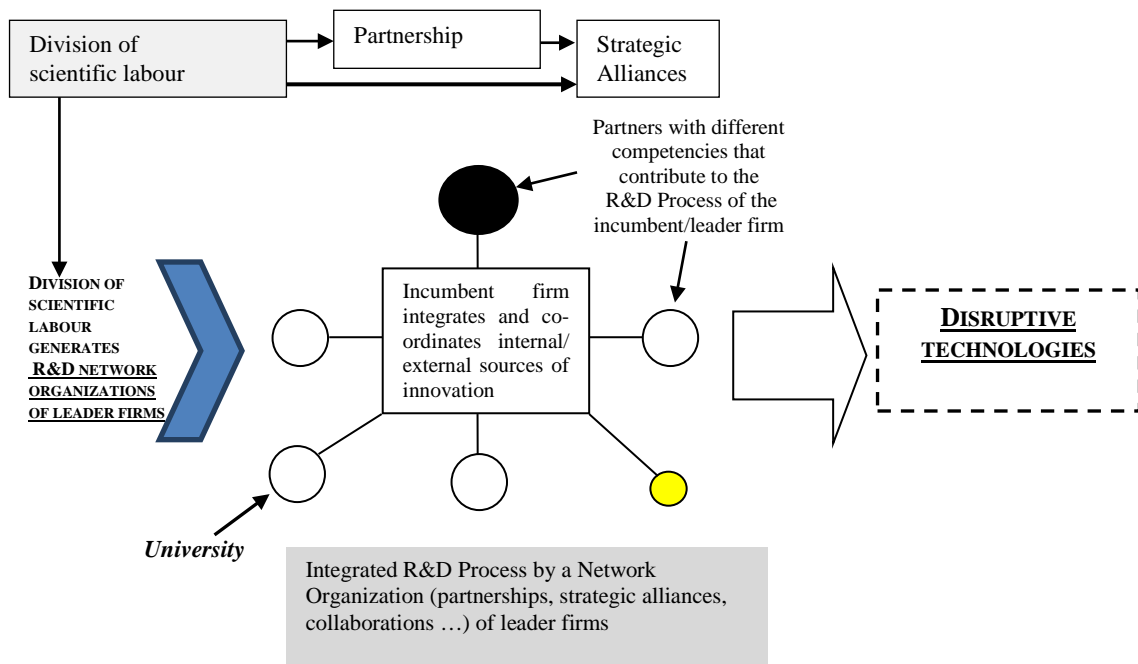
- A large market share in mobile technology and associated industrial leadership. Samsung is the largest vendor in smartphones but it only captured 14% of smartphone profits, while Apple Inc. gathered 91% of them in 2015. Apple holds nearly 45% of the U.S. OEM (Original Equipment Manufacturer) market, and in a distant second is Samsung Electronics with 28% of the market (Kilhefner, 2017). Notably, Apple is one of the only companies to actually advance its market share (from October through January), from 42.3% to 44.6%, for a 2.3% gain. Samsung's market share declined 2% from 30% in late 2016. Apple's iPhone accounted for 34% of all smartphone activations in the U.S. last quarter, leading all other smartphone brands. Samsung was just behind the iPhone at 33%, followed by LG at 14% share of activations (Kilhefner, 2017).
- Founded in 1976, more than 40 years ago. The firm has a long presence and experience in the sector of computer hardware, software and electronics.
- Headquarters is localized in a high-tech region, California, of a powerful country with socioeconomic influence on wide geoeconomic areas.
- Apple's organizational culture is also highly innovative to support firm's product development processes and firm's industry leadership. Creativity and excellence are especially important in Apple's rapid innovation processes. Moreover, secrecy is part of the company's strategy to minimize theft of proprietary information or intellectual property. Apple employees agree to this organizational culture of secrecy, which is reflected in the firm's policies, rules and employment contracts. This aspect of Apple's organizational culture helps protect the business from corporate espionage and the negative effects of employee poaching. These characteristics of the company's organizational culture are key factors that enable success and competitive advantage (*cf.* also Csaszar, 2013; Damanpour and Aravind, 2012, Lehman and Haslam, 2013).

Some characteristics of the organizational behaviour of AstraZeneca (AZ) are (Coccia, 2014a, 2015, 2016a):

- A characteristic similar to previous firm is a long experience in the market and leadership position in specific segments of the biopharmaceutical sector. In fact, Astra AB formed in 1913 (Sweden) and British Zeneca Group formed in 1993. Moreover, AstraZeneca is a large corporation in industry.
- Higher specialization of technological capability in new research fields of genetics, genomics and proteomics to support drug discovery process.
- Another characteristic of AZ is a division of scientific labour (*cf.* 'division of innovative labour' by Arora and Gambardella 1995; Coccia, 2014a). R&D strategy of this incumbent firm is to create strategic alliances with emerging firms for a division of scientific labour directed to reinforce and accelerate discovery process. In fact, AZ has strategic partnerships with organizations to complement in-house technological and scientific capabilities. In this manner, AZ supports rational modes of drug discoveries by integrative capabilities developed in collaboration with biotechnology firms (*cf.* Coccia, 2016b; Henderson 1994, pp. 607ff; Paruchuri and Eisenman, 2012). In particular, AZ builds and reinforces the scientific capabilities by strategic alliances with external sources of innovation: i.e., partnership with academic institutions, biotechs and other pharmaceutical companies to share skills, knowledge and resources through all phases of R&D process. In addition, the acquisition of the biotechnology firm MedImmune has improved and enlarged the R&D function and technological capabilities (AstraZeneca, 2015). This R&D management of AZ

organizes the R&D labs with a network structure based on strategic alliances for supporting the process of disruptive innovations (figure 2). Network R&D organization reinforces the integrative capabilities in scientific fields, collective and cumulative learning between in-house R&D and external sources of innovation. Moreover, network structure of R&D generates a multiplicity of scientific stimuli and the adoption of different and complementary R&D management approaches (cf. Coccia, 2014a, 2016b; Henderson, 1994; Jenkins, 2010).

Figure 2: Network of R&D function of disruptive firms to support new technologies in innovative industries.



Source: adapted from Coccia (2014a).

6. GENERALIZATION OF CHARACTERISTICS OF DISRUPTIVE FIRMS THAT GENERATE TECHNOLOGICAL AND INDUSTRIAL CHANGE

The industrial dynamics shows that the theory of disruptive technology seems to be not consistent for explaining the R&D and diffusion of major innovations in main sectors such as ICTs and biopharmaceuticals. The inductive study here suggests that patterns of technological innovations in markets are dominated by incumbents rather than entrant firms, which have not the market power and structure to support path-breaking innovations across markets (Coccia, 2012a, 2014a, 2015, 2015a, 2016b; Daidj, 2016; Liao, 2011). In short, this study proposes the shift of the locus of one of basic causes of technological change, from disruptive technologies to disruptive firms that support path-breaking innovations and market shifts.

The case study research here reveals some general characteristics of disruptive firms that generate technological change. In particular,

- Large size, associated to a strong market power that supports an industrial leadership.
- Disruptive firms can or cannot generate radical and/or incremental innovations but they have the market power to spread and support new technology in markets generating industrial change.
- Forward-looking executives seeking to pioneer radical innovations in competitive markets.

- High R&D investments to lead the markets towards new technological trajectories, sustain competitive advantage, the goal of a (temporary) profit monopoly and industrial leadership.
- A long historical presence and expertise in the industry for many years (e.g., more than 40 years). The historical development path in industries supports the accumulation of technological knowledge, technical expertise and experience in the sector, more and more important for R&D and strategic management.
- Organizational and managerial behaviour based on competence-destroying and competence-enhancing.
- Strong dynamic capabilities based on combinations of competences and resources that can be developed, deployed, and protected in order to stress exploiting existing internal and external firm specific competences and to address changing environments.
- R&D organization of disruptive firms is more and more based on a division of scientific labour. Network R&D organizations reinforce integrative capabilities, collective and cumulative learning between in-house R&D and external sources of innovation. Moreover, strategic alliances and partnership with innovative firms, university labs and suppliers support learning processes, accumulation of new knowledge and acceleration of innovation processes.

7. CONCLUDING OBSERVATIONS

The theoretical framework of disruptive technologies seems that does not explain the dynamics of technological and economic change (*cf.* Christensen, 1997). The study here endeavours to clarify, whenever possible, one of driving forces of technological change based on the role of leader firms, called *disruptive firms*. The central contribution of this work is an approach that integrates current frameworks in management and industrial organization to explain the sources of industrial and technological change (Cooper 1990; Dosi, 1988; O'Reilly III and Tushman, 2004; 2008).

In general, firms have goals, such as achieve and sustain competitive advantage (Teece *et al.*, 1997).

One of the main organizational drivers of disruptive firms is the incentive to find and/or to introduce innovative solutions in new products, using new technology, in order to reduce costs, achieve and support the goal of a (temporary) profit monopoly and market (industrial) leadership. Case study research here also shows that R&D management of leading firms has more and more a division of scientific labour directed to accelerate innovation process and develop new technology. Disruptive firms generate significant shifts in markets with an ambidexterity strategy based on competence-destroying and competence-enhancing (*cf.* Danneels, 2006; Henderson, 2006; Hill and Rothaermel, 2003; Tushman and Anderson, 1986). Moreover, a main role in disruptive firms is also played by “forward-looking executives seeking to pioneer radical or disruptive innovations while pursuing incremental gains” (O'Reilly III and Tushman, 2004, p. 76). In general, disruptive firms, generating path-breaking innovations, grow more rapidly than other ones (Tushman and Anderson, 1986, p. 439).

On the basis of the argument presented in this paper, based on a case study research, we can therefore conclude that one of principal sources of technological and economic change is due to leading subjects, disruptive firms, which can be the distal sources of disruptive innovations in competitive markets, *ceteris paribus*. Disruptive firms have specific dynamic capabilities that generate learning processes, a vital cumulative change and path dependence in innovative industries (*cf.* Garud *et al.*, 2010, 2015; Teece *et al.*, 1997).

The results of the analysis here are that:

(1) The conceptual framework here assigns a central role to leading firms (subjects) – disruptive firms – rather than disruptive technologies (objects) to sustain technological and economic change.

(2) *Disruptive firms* are firms with market leadership that deliberate introduce new and improved generations of durable goods that destroy, directly or indirectly, similar products

present in markets in order to support their competitive advantage and/or market leadership. These disruptive firms support technological and industrial change and induce consumers to buy new products to adapt to new socioeconomic environment.

(3) The establishment and diffusion of disruptive technologies in markets are mainly driven by incumbent (large) firms with a strong market power. However, small (entrant) firms can generate radical innovations but they have to cope with high economic resources needed for developing new technology (*cf.* Caner *et al.*, 2016). This financial issue explains the strategic alliances and partnerships between some incumbent and entrant firms to develop disruptive technologies. These collaborations mark a new phase in business development of innovations.

(4) Finally, the conceptual framework here also shows that R&D management of disruptive firms is more and more based on a division of scientific labour directed to reinforcing the integrative capabilities and collective learning between internal and external sources of innovation in order to accelerate discovery process.

Overall, then, the conceptual framework here, has several components of generalization that could easily be extended to explain the source of technological and economic change. To conclude, this study suggests that one of principal sources of industrial change is due to disruptive firms in competitive markets. To put it differently, this study provides a preliminary analysis of driving forces of technological change based on disruptive firms rather than disruptive technologies *per se*. However, the conclusions of this study are of course tentative. Most of the focus here is based on a case study research, clearly important but not sufficient for broader understanding of the complex and manifold sources of technological change. Moreover, the evidentiary basis of this paper is also weak, but this study may form a ground work for development of more sophisticated theoretical and empirical analyses to explain, whenever possible general causes of the technological and economic change. Hence, there is need for much more detailed research to explain the reasons for technological change in industries because we know that, in competitive markets with market dynamism, other things are often not equal over time and space. In fact, Wright (1997, p. 1562) properly claims: “In the world of technological change, bounded rationality is the rule”.

8. REFERENCES

- Abernathy W. J., Utterback J.M., 1978. “Patterns of innovation in technology”. *Technology Review*, vol. 80, pp. 40-47.
- Anderson P., Tushman M. L., 1990. “Technological discontinuities and dominant designs: A cyclical model of technological change”, *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, pp. 604-633.
- Ansari S., Garud R., Kumaraswamy A., 2016. “The Disruptor’s Dilemma: Tivo and The U.S. Television Ecosystem”, *Strategic Management Journal*, vol. 37, pp. 1829-1853.
- Apple Inc., 2017. <https://www.apple.com/leadership/> (accessed 16th June 2017).
- Apple Computer Inc. Historical Information, 1976. Apple Computer Company Partnership Agreement, 1 April 1976, Documents online. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Apple_Inc. (Accessed January 2018).
- Arora A., Fosfuri A., Gambardella A., 2001. *Markets for technology: The economics of innovation and corporate strategy*, Cambridge (MA), MIT Press.
- Arora A., Gambardella A., 1995. *The division of innovative labour in biotechnology, Sources of medical technology: Universities and industry*, ed. by N. Rosenberg, A.C. Gelijns and H. Dawkins, ch. 8. Washington DC, National Academy Press. Inductive.
- AstraZeneca, 2015. Annual Report 2015. Retrieved May 2016.
- AstraZeneca, 2016. <https://www.astrazeneca.com/media-centre/press-releases/2015/TAGRISSO-AZD9291-approved-by-the-US-FDA-for-patients-with-EGFR-T790M-mutation-positive-metastatic-non-small-cell-lung-cancer-13112015.html> (accessed December 2016).

- AstraZeneca, 2018. AstraZeneca - Research-Based BioPharmaceutical Company, <https://www.astrazeneca.com/> (accessed 9th January 2018).
- Au Yong J., 2006. "The drive to succeed", *The Straits Times*, p. 7, retrieved from NewspaperSG January 8.
- Backer L. C., 2013. "Transnational Corporations' Outward Expression of Inward Self-Constitution: The Enforcement of Human Rights by Apple, Inc.", *Indiana Journal of Global Legal Studies*, Vol. 20, n. 2, pp. 805-879.
- Barney J. B., 1986. "Organizational culture: can it be a source of sustained competitive advantage?", *Academy of Management Review*, Vol. 11, n. 3, pp. 656-665.
- BBC News, 2007. Compact Disc Hits 25th birthday, 17 August 2007, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/6950845.stm>, retrieved 18 June 2017.
- Bluetooth, 2017. <https://www.bluetooth.com/about-us/our-history> (accessed January 2016).
- Calabrese G., Coccia M., Rolfo S., 2005. "Strategy and market management of new product development: evidence from Italian SMEs". *International Journal of Product Development*, Vol. 2, nos. 1-2, pp. 170-189.
- Calvano E., 2007. "Destructive Creation". *SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance*, n. 653, December 2007.
- Caner T., Bruyaka O., Prescott J. E., 2016. "Flow signals: Evidence from patent and alliance portfolios in the US biopharmaceutical industry", *Journal of Management Studies*, DOI: 10.1111/joms.12217.
- Cavallo E., Ferrari E., Bollani L., Coccia M., 2014. "Strategic management implications for the adoption of technological innovations in agricultural tractor: the role of scale factors and environmental attitude", *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 26, n. 7, pp. 765-779.
- Cavallo, E., Ferrari E., Coccia M. 2015. "Likely technological trajectories in agricultural tractors by analysing innovative attitudes of farmers, *International Journal of Technology, Policy and Management*, Vol. 15, n. 2, pp. 158-177, DOI: 10.1504/IJTPM.2015.069203.
- Chesbrough H., Rosenbloom R. S., 2002. "The role of the business model in capturing value from innovation: Evidence from Xerox Corporation's technology spinoff companies", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 11, pp. 529-555.
- Christensen C., 1997. *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Cambridge (MA), Harvard Business School Press.
- Christensen C., 2006. "The ongoing process of building a theory of disruption", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 23, pp. 39-55.
- Christensen C., Raynor M. and McDonald R., 2015. "What is disruptive innovation?", *Harvard Business Review*, December, pp. 44-53.
- Christensen C., Raynor M., 2003. *The Innovator's Solution*, Boston, Harvard Business School Press.
- Clark K. B., 1985. "The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution", *Research Policy*, Vol. 14, pp. 235-251.
- ClovisxOncology,x2015.x<http://www.clovisoncology.com/products-companion-diagnostics/rociletinib/>, accessed February 2015.
- Coccia M., 2004. "Analisi della diffusione delle innovazioni: scala della magnitudo del trasferimento tecnologico", *Economia e Politica Industriale*, n. 123, September, pp. 109-131.
- Coccia M., 2006. "Classifications of innovations: survey and future directions". *Working Paper Ceris del Consiglio Nazionale delle Ricerche*, Vol. 8, n. 2, pp. 1-19, ISSN: 1591-0709.
- Coccia M., 2009. "A new approach for measuring and analyzing patterns of regional economic growth: empirical analysis in Italy", *Italian Journal of Regional Science – Scienze Regionali*, Vol. 8, n. 2, pp. 71-95.
- Coccia M., 2012. "Converging genetics, genomics and nanotechnologies for groundbreaking pathways in biomedicine and nanomedicine", *International Journal of Healthcare Technology and Management*, Vol. 13, n. 4, pp. 184-197.

- Coccia M., 2012a. "Evolutionary growth of knowledge in path-breaking targeted therapies for lung cancer: radical innovations and structure of the new technological paradigm", *International Journal of Behavioural and Healthcare Research*, Vol. 3, nos. 3-4, pp. 273-290, <https://doi.org/10.1504/IJBHR.2012.051406>.
- Coccia M., 2013. "What are the likely interactions among innovation, government debt, and employment?" *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, Vol. 26, n. 4, pp. 456-471.
- Coccia M., 2013a. "The effect of country wealth on incidence of breast cancer", *Breast Cancer Research and Treatment*, Vol. 141, n. 2, pp. 225-229, DOI: 10.1007/s10549-013-2683-y.
- Coccia M., 2014. "Path-breaking target therapies for lung cancer and a far-sighted health policy to support clinical and cost effectiveness", *Health Policy and Technology*, Vol. 1, n. 3, pp. 74-82, DOI: 10.1016/j.hlpt.2013.09.007.
- Coccia M., 2014a. "Converging scientific fields and new technological paradigms as main drivers of the division of scientific labour in drug discovery process: the effects on strategic management of the R&D corporate change". *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 26, n. 7, pp. 733-749, DOI: 10.1080/09537325.2014.882501.
- Coccia M., 2015. "General sources of General Purpose Technologies in complex societies: Theory of global leadership-driven innovation, warfare and human development", *Technology in Society*, Vol. 42, pp. 199-226.
- Coccia M., 2015a. "Technological paradigms and trajectories as determinants of the R&D corporate change in drug discovery industry", *Int. J. Knowledge and Learning*, Vol. 10, n. 1, pp. 29-43. DOI: 10.1504/IJKL.2015.071052.
- Coccia M., 2016. "Problem-driven innovations in drug discovery: co-evolution of the patterns of radical innovation with the evolution of problems", *Health Policy and Technology*, Vol. 5, n. 2, pp. 143-155. DOI: 10.1016/j.hlpt.2016.02.003.
- Coccia M., 2016a. "Sources of technological innovation: Radical and incremental innovation problem-driven to support competitive advantage of firms", *Technology Analysis & Strategic Management*, DOI: 10.1080/09537325.2016.1268682.
- Coccia M., 2016b. "Radical innovations as drivers of breakthroughs: characteristics and properties of the management of technology leading to superior organizational performance in the discovery process of R&D labs", *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 28, n. 4, pp. 381-395, DOI: 10.1080/09537325.2015.1095287.
- Coccia M., 2017. "The source and nature of general purpose technologies for supporting next K-waves: Global leadership and the case study of the U.S. Navy's Mobile User Objective System", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 116 (March), pp. 331-339, DOI: 10.1016/j.techfore.2016.05.019.
- Coccia M., 2017a. "Fundamental Interactions as Sources of the Evolution of Technology (May 25, 2017)", *Working Paper CocciaLab* n. 23, Arizona State University (USA), Available at: Electronic Library SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2974043>.
- Coccia M., Finardi U., 2012. "Emerging nanotechnological research for future pathway of biomedicine". *International Journal of Biomedical nanoscience and nanotechnology*, Vol. 2, nos 3-4, pp. 299-317, DOI: 10.1504/IJBNN.2012.051223.
- Coccia M., Rolfo S., 2000. "Ricerca pubblica e trasferimento tecnologico: il caso della regione Piemonte", In Rolfo S. (eds) *Innovazione e piccole imprese in Piemonte*, Franco Angeli Editore, Milano (Italy), ISBN: 9788846418784.
- Coccia M., Wang L., 2015. "Path-breaking directions of nanotechnology-based chemotherapy and molecular cancer therapy", *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 94, May, pp. 155-169.
- Coccia M., Wang L., 2016. "Evolution and convergence of the patterns of international scientific collaboration". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 113, n. 8, pp. 2057-2061.

- Coccia, M. 2017b. "Disruptive Firms", *Working Paper CocciaLab* n. 24, Arizona State University (USA). Available at permanent arXiv.org e-Print archive: <http://arxiv.org/abs/1710.06132>.
- Cooper R. G., 1990. "Stage-gate systems: a new tool for managing new products", *Business Horizons*, Vol. 33, n. 3, pp. 44-54.
- Csaszar F. A., 2013. "An efficient frontier in organization design: Organizational structure as a determinant of exploration and exploitation", *Organization Science*, Vol. 24, n. 4, pp. 1083-1101.
- Cunningham A., 2014. A brief history of USB, what it replaced, and what has failed to replace it. arsTECHNICA - 8/18/2014. <https://arstechnica.com/gadgets/2014/08/a-brief-history-of-usb-what-it-replaced-and-what-has-failed-to-replace-it/> (accessed June 2017).
- Daidj N. 2016. *Strategy, Structure and Corporate Governance: Expressing Inter-firm Networks and Group-affiliated Companies*, Oxford, Routledge.
- Damanpour F., Aravind D., 2012. "Organizational structure and innovation revisited: From organic to ambidextrous structure", in Michael D. Mumford (Ed.), *Handbook of Organizational Creativity*, Elsevier, pp. 502-503.
- Danneels E., 2004. "Disruptive Technology Reconsidered A Critique and Research Agenda", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 21, n. 4, pp. 246-258.
- Danneels E., 2006. "Dialogue on the Effects of Disruptive Technology on Firms and Industries", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 23, n. 1, pp. 2-4.
- Dosi G., 1988. "Sources procedures and microeconomic effects of innovation", *Journal of Economic Literature*, Vol. 26, n. 3, pp. 1120-1171.
- Durisin B., Todorova G., 2012. "A Study of the Performativity of the «Ambidextrous Organizations» Theory: Neither Lost in nor Lost before Translation", *The Journal of Product Innovation Management*, Vol. 29, n. S1, pp. 53-75.
- Eisenhardt K. M., Graebner M. E., 2007. "Theory Building from cases: opportunities and challenges", *The Academy of Management Review*, Vol. 50, n. 1, pp. 25-32.
- Eisenhardt K.M., 1989. "Building theories from case study research", *The Academy of Management Review*, Vol. 14, n. 4, pp. 532-550.
- Fastcompany, 2018. It's True: Apple Will Drop Headphone Jack To Make The iPhone 7 Slimmer, Says Source. <https://www.fastcompany.com/3055208/its-true-apple-will-drop-the-headphone-jack-to-make-the-iphone-7-slimmer-and-simpler> (accessed 9th January 2018).
- Ferrari E., Bollani L., Coccia M., Cavallo E. (2013) "Technological Innovations in Agricultural Tractors: Adopters' Behaviour Towards New Technological Trajectories and Future Directions", *Working Paper Ceris del Consiglio Nazionale delle Ricerche*, Vol. 15, n. 5 - ISSN (Print): 1591-0709.
- Fogliasso C. E., Williams A., 2014. "Analysis of the Business, Societal and Governmental Relationships of Apple Inc.", *Leadership & Organizational Management Journal*, n. 1, pp. 161-175.
- Forbes, 2016. <http://www.forbes.com/companies/astrazeneca/> (accessed November 2016).
- Garud R., Jain S., Kumaraswamy A., 2002. "Orchestrating institutional processes for technology sponsorship: the case of Sun Microsystems and Java", *Academy of Management Journal*, Vol. 45, pp. 196-214.
- Garud R., Kumaraswamy A., Karnøe P., 2010. "Path dependence or path creation?", *Journal of Management Studies*, Vol. 47, pp. 760-774.
- Garud R., Simpson B., Langley A., Tsoukas H. (Eds), 2015. *The Emergence of Novelty in Organizations*, Oxford University Press.
- Gilbert C., Bower J., 2002. "Disruptive Change: When Trying Harder Is Part of the Problem", *Harvard Business Review*, Vol. 80, n. 5, pp. 94-102.
- Gioia D. A., Chittipeddi K., 1991. "Sensemaking and sensegiving in strategic change initiation", *Strategic Management Journal*, Vol. 12, n. 6, pp. 433-448.

- Goda K., Kitsuregawa M., 2012. "The History of Storage Systems", *Proceedings of the IEEE*, Vol. 100, May 13th, pp. 1433-1440, DOI: 10.1109/JPROC.2012.2189787.
- Grodal S., Gotsopoulos A., Suarez F. F., 2015. "The coevolution of technologies and categories during industry emergence", *Academy of Management Review*, Vol. 40, n. 3, pp. 423-445, <http://dx.doi.org/10.5465/amr.2013.0359>.
- Hargadon A., 2003. *How breakthroughs happen: The surprising truth about how companies innovate*, Cambridge (MA), Harvard Business School Press.
- Henderson R., 1994. "The evolution of integrative capability: Innovation in cardiovascular drug discovery", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 3, n. 3, pp. 607-630.
- Henderson R., 2006. "The Innovator's Dilemma as a Problem of Organizational Competence", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 23, pp. 5-11.
- Henderson R., Clark K.B. 1990. "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, n. 1, pp. 9-30.
- Heracleous L., 2013. "Quantum Strategy at Apple Inc.", *Organizational Dynamics*, Vol. 42, n. 2, pp. 92-99.
- Hill C., Rothaermel F., 2003. "The performance of incumbent firms in the face of radical technological innovation2", *Academy of Management Review*, Vol. 28, pp. 257-274.
- Hruska J., 2015. USB-C vs. USB 3.1: "What's the difference?", *ExtremeTech*, <http://www.extremetech.com/computing/197145-reversible-usb-type-c-finally-on-its-way-alongside-usb-3-1s-10gbt-performance>, March 13, (accessed June 2017).
http://xinkaishi.typepad.com/a_new_start/2011/06/st-thumbdrive-founders-crusade-against-copycats.html (accessed June 2017).
- Jenkins M., 2010. "Technological Discontinuities and Competitive Advantage: A Historical Perspective on Formula 1 Motor Racing 1950-2006", *Journal of Management Studies*, Vol. 47, n. 5, pp. 884-910.
- Kapoor R., Klueter T. 2015. "Decoding the adaptability-rigidity puzzle: Evidence from pharmaceutical incumbents' pursuit of gene therapy and monoclonal antibodies", *Academy of Management Journal*, Vol. 58, pp. 1180-1207.
- Kilhefner J., 2017. "Apple Inc. iPhone Grabs Even More Market Share – Apple's iPhone keeps gobbling up market share, despite competition", *InvestorPlace*, <http://investorplace.com/2017/03/apple-inc-iphone-grabs-even-more-market-share/#.WUedUE0Unmc> (accessed June 2017).
- King A., Baartartogtokh B., 2015. "How useful is the theory of disruptive innovation", *MIT Sloan Management Review*, Vol. 57, pp. 77-90.
- Lehman G., Haslam C., 2013. "Accounting for the Apple Inc. business model: Corporate value capture and dysfunctional economic and social consequences", *Accounting Forum*, Vol. 37, n. 4, pp. 245-248.
- Liao C., Chuang S. H., To P. L., 2011. "How knowledge management mediates the relationship between environment and organizational structure", *Journal of Business Research*, Vol. 64, n. 7, pp. 728-736.
- Lin H.-E., McDonough III E. F., 2014. "Cognitive Frames, Learning Mechanisms, and Innovation Ambidexterity", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 3, n. S1, pp. 170-188.
- Madsen T. L., Leiblein M. J., 2015. «What Factors Affect the Persistence of an Innovation Advantage?", *Journal of Management Studies*, Vol. 52, n. 8, pp. 1097-1127.
- Markides C., 2006. "Disruptive innovation: In need of better theory", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 23, pp. 19-25.
- Markides C., Geroski P., 2005. *Fast Second: How Smart Companies Bypass Radical Innovation to Enter and Dominate New Markets*, San Francisco, Jossey-Bass.
- Markman G. D., Waldron T. L., 2014. "Small entrants and large incumbents: a framework of micro entry", *Academy of Management Perspectives*, Vol. 28, n. 2, pp. 179-197.

- Mee C. D., Daniel E. D., 1996. *Magnetic storage handbook*, McGraw Hill.
- Nicholls-Nixon, C. L., Woo C. Y., 2003. "Technology sourcing and output of established firms in a regime of encompassing technological change", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 651-666.
- Nicholson N., Rees A., Brooks-Rooney A., 1990. "Strategy, Innovation and Performance", *Journal of Management Studies*, Vol. 27, n. 5, pp. 511-534.
- O'Reilly III C. A., Chatman J., Caldwell D. F., 1991. "People and organizational culture: A profile comparison approach to assessing person-organization fit", *Academy of management journal*, Vol. 34, n. 3, pp. 487-516.
- O'Reilly III C. A., Tushman M. L., 2004. "The ambidextrous organization", *Harvard Business Review*, Vol. 82, n. 4, pp. 74-81.
- O'Reilly III C. A., Tushman M. L., 2008. "Ambidexterity as a dynamic capability: Resolving the innovator's dilemma", *Research in Organization Behavior*, Vol. 28, pp. 185-206.
- Paruchuri S., Eisenman M., 2012. "Microfoundations of Firm R&D Capabilities: A Study of Inventor Networks in a Merger", *Journal of Management Studies*, Vol. 49, n. 8, pp. 1509-1535.
- Rosenbloom R., Cusumano M., 1987. "Technological pioneering and competitive advantage: The birth of the VCR industry", *California Management Review*, Vol. 29, n. 4, pp. 51-76.
- Ryan J. C., Tipu S. A. A., 2013. «Leadership effects on innovation propensity: A two-factor full range leadership model», *Journal of Business Research*, Vol. 66, n. 10, pp. 2116-2129.
- Schein E. H., 2010. *Organizational culture and leadership*, San Francisco, Jossey-Bass.
- Teece D. J., Pisano G., Shuen A., 1997. "Dynamic capabilities and strategic management", *Strategic Management Journal*, Vol. 18, n. 7, pp. 509-533.
- Tellis G. J., 2006. "Disruptive Technology or Visionary Leadership?", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 23, pp. 34-38.
- Tham I., 2011. "ThumbDrive founder's crusade against copycats", *The Straits Times*, p. 8, retrieved from NewspaperSG, June 19, cf. also National Library Board Singapore (http://eresources.nlb.gov.sg/infopedia/articles/SIP_1071_2010-03-23.html, accessed January 2018).
- Trek 2000 International Ltd. 2011. Annual report 2011. Retrieved June 08, 2012, from <http://trek2000.listedcompany.com/misc/ar2011.pdf>
- Tushman M., Anderson P., 1986. "Technological Discontinuities and Organizational Environments", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 31, n. 3, pp. 439-465.
- USB, 2005. USB 'A' Plug Form Factor Revision 1.0, USB Implementers Forum, Inc. (USB-IF).
- Utterback J. M., Abernathy W., 1975. "A dynamic model of product and process innovation", *Omega*, Vol. 3: pp. 639-656.
- Van de Ven A., Garud R., 1994. "The coevolution of technical and institutional events in the development of an innovation", in: Baum JA, Singh JV (eds) *Evolutionary dynamics of organizations*, New York - Oxford, Oxford University Press, pp. 425-443.
- Van de Ven A., Polley D., Garud R., Venkataraman S., 2008. *The Innovation Journey*, New York - Oxford, Oxford University Press.
- Von Hippel E., 1988. *The Sources of Innovation*, New York - Oxford, Oxford University Press.
- Wessel M., Christensen C. M., 2012. "Surviving disruption. It's not enough to know that a threat is coming. You need to know whether it's coming right for you", *Harvard Business Review*, Vol. 90, n. 12, pp. 56-65.
- Windows, 2012. All ears! A pictorial history of Bluetooth headsets. Part 1, <https://blogs.windows.com/devices/2012/02/03/all-ears-a-pictorial-history-of-bluetooth-headsets-part-1>.
- Wozniak S., 2007. "Homebrew and How the Apple Came to Be", *Digital Deli*, Retrieved June 16, 2017.
- Wright G., 1997. "Towards A More Historical Approach to Technological Change", *The Economic Journal*, Vol. 107, September, pp. 1560-1566.

The use of Cited Half Life to assess obsolescence evolution in different research domains: an empirical test

UGO FINARDI, ISABELLA BIANCO

CNR-IRCrES, National Research Council, Research Institute on Sustainable Economic Growth, via Real Collegio 30, Moncalieri (TO) – Italy

corresponding author: ugo.finardi@ircres.cnr.it

ABSTRACT

Among the bibliometric indicators dealing with ageing of scientific literature, Cited Half Life (CHL) has a relevant position, as stated by ISI-WoS. The present work aims at performing an empirical test of the different features of CHL with particular regard to its evolution in the two domains of Sciences and Social sciences in ISI-WoS. For this purpose, first a sample of Subject categories is extracted. Then, mean and median for every year from 1999 onwards are calculated. Finally, trends and non-parametric correlation coefficients for all the values are obtained. The aim is to devise whether strong differences exist between the two domains, and surreptitiously to assess the meaningfulness of the use of CHL as an indicator of ageing of scientific literature. At the end of the paper the results are described and, accordingly, conclusions are drawn.

KEYWORDS

Cited Half Life; obsolescence; citation ageing; citation trends; Sciences; Social sciences; Linear regression; Spearman's ρ .

JEL codes: O32; I23

DOI: 10.23760/2499-6661.2018.002

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Finardi U., Bianco I., 2018. "The use of Cited Half Life to assess obsolescence evolution in different research domains: an empirical test", *Quaderni IRCrES-CNR*, vol. 3, n. 1, pp. 19-31, <http://dx.doi.org/10.23760/2499-6661.2018.002>.

1. Introduction
2. Literature review: features and use of CHL
3. Methodology
4. Results
5. Discussion of results and conclusions
6. References
7. Appendix

1. INTRODUCTION

How and how much scientific products are cited by others across time, as well as the ageing of scientific literature are core topics in bibliometric studies since their beginning. Citations are generally considered as the most relevant indicator of the impact of scientific literature, and thus their trends are regarded as a way to measure the obsolescence of the knowledge contained in a scientific product.

A wide body of literature studies how citations evolve over time, aiming also at introducing indicators that help measuring changes across time in the citedness of articles, journals or sectors. The research questions related to this topic are of various kind. These range from measurement of the ageing in single fields or journals, to the comparison between different areas and to the elaboration of metrics to evaluate knowledge ageing and to exploit it for practical use, such as making decisions for the management of libraries. “Ageing” is here defined as obsolescence of scientific literature measured with the decay of the number of received citations of a set of scientific products.

Recent findings (Finardi 2014) show that differences exist between different ISI Subject categories in the time evolution of the mean number of received citations per article. In particular, the cited empirical study has been conducted on Subject categories belonging to two different domains (namely “Chemistry, multidisciplinary” from ISI Science Edition and “Management” from ISI Social Science edition). From these findings, a further question may arise on whether or not other indicators might be able to explore differences of ageing across different domains and whether bibliometric metrics could be tested for this specific purpose.

Among the existing metrics, Cited Half Life (CHL from now on) is one of those having more strict connection with ageing of scientific literature. The website of ISI Web of Knowledge® (where CHL is reported) defines Journal CHL as follows: “The Cited Half-Life is the median age of the citations received by a journal during the JCR year. [...] By definition, half of a journal's earned citations are to items published before the Cited Half-Life, and half are to items published after the Cited Half-Life. [...] Studying the half-life data of the journals in a comparative study may indicate differences in format and publication history”¹.

This last suggestion is one of the drivers of the present work, which aims at testing if CHL of Subject categories belonging to different scientific domains is a sensible means to measure differences in ageing. In particular, what we do is measuring the evolution over time of aggregate values (mean and median) of CHL. The trends of the two values – increasing, decreasing, or remaining stable – should in principle offer an outlook on how the ageing of received citations evolves over time. In this way, changes in ageing should theoretically be put in evidence.

Summing up, the present article tries to answer to the following research question: do different scientific domains present different evolution of ageing according to the evolution of their CHL? To seek a response to this question this work performs an empirical analysis on the evolution of the CHL aggregate values of a sample of ISI Subject categories in both Thomson Reuters – ISI Web of Knowledge® JCR domains: Science and Social Sciences Editions. It is expected that the CHL values for the two domains evolve differently over time. In fact, the above cited results of Finardi (2014) show different trends in the evolution of received citations for a sample of journals from a Subject category belonging to the Science domain (Chemistry) and for those included in a Social science Subject category (Management). This difference – if confirmed – should in principle be able to clarify different ageing tendencies. A growing trend of aggregate values of CHL should mean that the Subject category is facing a growth in ageing. In this case older papers tend to be more and more cited over time. On the contrary, a decreasing CHL trend should indicate a reducing of ageing: newest papers are more cited than older ones.

¹ <http://ipscience-help.thomsonreuters.com/incitesLiveJCR/JCRGroup/jcrJournalProfile/jcrJournalProfileCitedJournal.html> (link consulted July 2017).

Moreover, the analysis performed in the present work might be able to surreptitiously offer further evidence to other related problems. In fact in the past CHL has been defined an “inappropriate measure of impact decline” (Moed et al. 1999). Thus, we try to explore more in deep the nature of this indicator, seldom studied in recent years also in order to better frame its use and add evidence to the meaningfulness or not of its potential exploitations. also for practical purposes.

Given the intrinsic nature of the underlying dataset – a sample of Subject categories, and a forcedly limited number of years encompassed – this work does not neither claim to be conclusive, nor to fully clarify the nature and characteristics of CHL. Nevertheless, it is our opinion that, also due to a smaller number of works on the topic of CHL, this study can be a small but important step to start exploring this specific sub-topic.

The article is organized as follows. Section 2 contains a literature review, describing previous studies on the more narrow topic of CHL. Section 3 presents the methodology used to build the database and to analyze it. Results are presented in section 4, while fifth and last section contains the conclusions.

2. LITERATURE REVIEW: FEATURES AND USE OF CHL

The present literature review deals mainly with the nature and the use of Cited Half Life, trying to focus on the specific topic of the article. Thus, we do not review literature on the more general topic of obsolescence and ageing of scientific literature, which is very vast and would drive this framework out of its purpose. The corpus of literature discussing CHL, instead, is not huge, and most relevant contributes can be briefly discussed.

A first group of works deals with the features of CHL. Moed et al. (1998) and Moed et al. (1999), in their studies on different indicators of ageing and impact of scientific production, critically discuss CHL. In particular, they calculate a Corrected CHL (CCHL), defined as “the (estimated) time period in which the average impact is reduced by a factor of two”, correcting “for the differences in the numbers of documents published per year” (Moed et al. 1998: 395 passim). According to their results, CHL and CCHL differ markedly, as in only about 25 % of the journals they are equal or almost equal. This outcome is due to two factors: the first one is that “CHL is determined both by the rapidity of maturing as well as the speed of decline, while CCHL relates to the decline phase only”. The second is the fact that “ISI does not correct for changes in the number of documents per year” (Moed et al. 1998: 413 passim).

In a paper discussing a similar topic, however, Leydesdorff (2008) shows instead that journals publishing specific categories of articles (i.e. Letters and Reviews) present a peculiar distribution of CHL in citation behavior among disciplines. In fact, subsequently Leydesdorff (2009) again notes that: “this indicator enables us to distinguish different expected citation behaviors among sets based on different document types (articles, reviews, and letters) independent of the differences” (Leydesdorff 2009: 1334) and that “the cited half-life provides a separate dimension for the evaluation” (Leydesdorff 2009: 1334) with respect to other indicators”.

Besides the above reported discussion on the features of CHL, some other works discuss the use of CHL for the practical purposes it was introduced for (together with other indicators): helping librarians in making strategic choices towards subscriptions. It is the case, for instance, of the work of Ladwig and Sommese (2005). The authors devise a methodology to exploit CHL to correct the download statistics of scientific articles. CHL is used here as an indicator of the ageing of scientific journals. This use in turn should help librarians to optimize the use of resources for library subscription, by performing cancellation decisions. Also Takei et al. (2013) propose an analysis of the use of electronic journals, collecting usage data from a Japanese University. Authors use Impact Factor and CHL as well as download indexes, to measure “faster” (IF) and “slower” (CHL) obsolescence. Their results show long obsolescence values for “Mathematics and statistics” and “Behavioral Science” with respect to other natural science fields (p. 1781).

Moreover, CHL has been used also for other practical purposes. Sjøberg (2010) compares obsolescence in computing research with that of other research fields, using CHL, as well as Citing half-life, to find that “the ageing of the computing literature is not atypical compared with other

scientific research disciplines” (Sjøberg 2010: 66). Also Della Sala and Crawford (2006; 2007) analyze CHL for a specific practical goal, that is, showing that the discipline of neuropsychology is penalized by the 2-years window of Impact Factor. The “dissociation” between IF and CHL shows, according to the authors, that “clinical journals and neuroscience journals have a much faster turnover than classic neuropsychology” (Della Sala and Crawford 2007: 43).

Finally, it should be noted that the topic of CHL has been tackled also by authors interested in methodologies rather than in application of results (see for instance Hsu & Huang, 2011).

This brief literature overview encompasses a relevant selection of literature on the topic of CHL, which, as above described, is not very huge at present. This lack of significant dimensions leaves space for further research that we try to fill partly with the present contribution.

3. METHODOLOGY

Data extraction activity for this work has been performed exploiting the version of ISI Journal Citation Reports available at CNR – National Research Council of Italy. The first step has been the choice of a sample of Subject categories out of the 172 categories of the “Science Citation Index” and of the 55 categories of the “Social Science Citation Index”. The chosen Subject categories are listed in Table 1. 10 Subject categories have been selected in the “Science Citation Index” and 4 in the “Social Science Citation Index”. The numbers of Subject categories have been chosen in order to respect the proportion between the two groups of Subject categories.

The choice of Subject categories to be included in this study has been performed trying to cover as much as possible the content of the two Indexes. Thus in “Science”, preference was given to the research areas of Agriculture, Biology, Chemistry, Computer sciences, Engineering, Geosciences, Materials sciences, Mathematics, Physics, choosing the Subject areas listed in the table. In particular, when present, the “MULTIDISCIPLINARY” subject category relative to the area has been chosen, trying to represent its more general character. In addition, a further most general Subject category, MULTIDISCIPLINARY SCIENCES, has been included. Also in “Social sciences” the choice has been oriented towards covering different scientific areas. This reasoned choice has been performed in order to better represent the two Research Domains, always noting that this work stands only as an empirical test

After choosing the 14 categories included in the study, data related to the journals in the Subject categories have been extracted from ISI-WoS for all the years from 1999 to 2013. The main set of data contains the values of CHL of all the journals in each Subject category. Furthermore, also information on the number of journals in the category for the specific year, the number of published articles and the number of total received citations have been gathered. It should be noted that some of the chosen categories start being considered in ISI-WoS not in 1999, but in 2000 (AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY; CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY; ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY; MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY; PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY) or in 2001 (MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS; PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY). Another relevant point to be underlined is related to the way CHL is expressed in ISI-WoS. Values of CHL are integers going from 1 to “> 10”, meaning that in this case CHL is equal or above 10. Such values have been forcedly counted as 10 (max value) in the below described calculations. Out of the data obtained from ISI-WoS mean and median for every year and every Subject category have finally been calculated.

4. RESULTS

Tables 2a, 2b (Science) and 3 (Social science) contain the dataset obtained from ISI-WoS for each year and Subject category. Reported data are: Mean CHL, Median CHL, Number of journals in the category, Number of articles in the category, Total received citations.

A simple linear regression has been performed for all the series of means and medians. The obtained trend lines are an indicator of the evolution of such trends. Table 3 contains the values of the coefficients and the values of R^2 for each Subject category and for both Mean and Median.

The meaningful values are those of the linear coefficients “a” of the equation, which in this case can tell if the trend is growing (positive values) or decreasing (negative values) over time. Coefficients should be considered together with the values of R^2 . It is easy to notice that the results are rather mixed, especially with regard to R^2 . We thus consider as meaningful the values of R^2 above 0.5. Such values are shaded in Table 3. Concerning angular coefficients, the negative ones are in italics and the positive ones in bold. Table 3a synthesizes the results, considering only the equation presenting with $R^2 > 0.5$. Almost half of the results present a value of $R^2 > 0.5$: 9 in Sciences (5 means and 4 medians) and 4 in Social sciences (2 means and 2 medians).

Table 3 shows that, out of the 10 Subject categories in Science, 3 present both (mean and median) positive angular coefficient, while 7 present a negative one. Considering Social science, all the coefficients are positive, but for one case. Table 3a shows more precisely the results considered more meaningful, due to the value of R^2 . It is easily seen that, among the 9 angular coefficients of Science Subject categories, only 2 are positive (a mean and a median). It must also be noted that the represented Subject categories are 6, as for 3 of them only one of the two best-fit lines has $R^2 > 0.5$. When coming to the results of Social science Subject categories, all the 4 values are positive and belong to two of the categories in the sample.

In order to explore the features of CHL Spearman’s ρ rank correlation coefficients have been calculated for all the trends of means and medians against the succession of years. This has been done to test whether there is or not a monotonic correlation of trends with their time evolution. The results are reported in tables 4 and 4a. Table 4a reports only those values having $P < 0.05$ (the null hypothesis tested is $H_0: \rho = 0$). It is easily seen that the results are comparable with those reported above. Almost all the meaningful correlations are strong or even very strong.

Finally, for sake of completeness another best fit has been calculated. Values of mean and median of CHL have been plotted against the number of articles published in the Subject category in the corresponding year. The rationale for this is the above cited results of Moed et al. (1998), who correct CHL “for the differences in the numbers of documents published per year” (Moed et al. 1998: 395). Thus, the curiosity arose to check whether there is a correlation between the aggregate CHL value and the number of published articles. Results of this analysis are reported in Tables 5 and 5a, with the same method exploited above. The result is similar to that of the above described best fit, though less values are meaningful. Nevertheless, this result should be taken ever more carefully. In fact, data presented in tables 2 and 3 show that the number of articles per Subject categories grows more or less steadily with time for all considered Subject category. Thus, it should be concluded that this analysis can’t tell explicitly the presence of a correlation between aggregated values of CHL and the number of articles.

5. DISCUSSION OF RESULTS AND CONCLUSIONS

Aim of the present article is to test empirically whether the evolution across time of CHL presents different features in different scientific areas or not. Surreptitiously, this analysis tries to deepen the use of CHL as an indicator of ageing. That is, it aims at adding evidence on the effectiveness of the use of CHL in the assessment of differences in the ageing of scientific literature in different scientific fields.

The present study is only a preliminary empirical test, and does not claim to be conclusive in answering to its general questions. It is based on a meaningful sample of scientific literature and the time span it encompasses is forcedly limited to a time series of 15 years. Nevertheless, even with the above mentioned data limitations, this research contributes to understand the specific features of CHL that have been seldom explored to the best of our knowledge.

Though we do not claim that results are conclusive, they nevertheless show a tendency, or a general trend, leaving space for further research and empirical analyses. In fact, it is easily shown that most of the significant ($R^2 > 0.5$) trends of both mean and median in Sciences present a negative angular coefficient. This means that the aggregate measures of CHL in the Science categories in the sample mostly decrease from 1999 to 2013. This in turn depends from the fact that citations received by journal articles in the category point increasingly over time to more recent journals.

If instead we consider Social sciences, we see mostly an opposite behavior. All the angular coefficients of the four significant ($R^2 > 0.5$) trends (mean and median of two Subject categories) are positive. This is also true for seven out of eight of the total angular coefficients. Thus, in the case of Social science, aggregate mean and median CHL tend to grow over time, indicating a higher degree of ageing of Social Sciences Subject categories.

Results offer an insight on the relations between CHL and ageing. Data show – even if not so evidently – that Science and Social science Subject categories, encompassed in the sample, present differences in the evolution across time of the aggregate indicators (mean and median). These differences are paired with the above introduced results of Finardi (2014) obtained on two of the Subject categories also considered in the present study. Nevertheless, it must be noted that the indicator used in that work (received citations) is more effective than CHL in measuring obsolescence of a scientific field. Conversely, CHL, being itself a complex indicator, allows obtaining results with a lesser effort of data elaboration.

Summing up, results show that Subject categories from “Science Citation Index” face a slight process of “rejuvenation”. That is, it is possible to witness a trend of citation of publications that are becoming younger and closer in time to the citing document. Conversely, those Subject categories that are encompassed in “Social Science Citation Index” face an opposite dynamic, citing along time in average publications that are older. These fact might be due, by one side, to the increasing speed of research in sciences and on the other side, to the persistence of “classics” that continue being cited notwithstanding (or probably due to) their age.

Summing up results from the methodological perspective, this work can offer only partial evidence about the “appropriateness” of the use of CHL as an instrument to assess obsolescence of citation in scientific field. In fact, while results of Finardi (2014) are rather evident in their outcome, results obtained with the use of CHL, though showing a different behavior between different areas, do not present such a marked difference. Thus, by one side our results can’t be deemed as conclusive; on the other side we can affirm that they do not support clearly the practical use of CHL to assess differences in “impact decline” existing between different fields.

6. REFERENCES

- Della Sala S. and Crawford J.R., 2006. “Impact factor as we know it handicaps neuropsychology and neuropsychologists”, *Cortex*, Vol. 42, No. 1, pp. 1-2.
- Della Sala S. and Crawford J.R., 2007. “A double dissociation between impact factor and cited half life”, *Cortex*, Vol. 43, No. 2, pp. 174-175.
- Finardi U., 2014. “On the time evolution of received citations, in different scientific fields: An empirical study”, *Journal of Informetrics*, Vol. 8, No. 1, vol. 13-24.
- Hsu J.-w., Huang D.-w., 2011. “Dynamics of citation distribution”, *Computer Physics Communications*, Vol. 182, No. 1, pp. 185-187.
- Moed H.F., van Leeuwen T.N., Reedijk J., 1998. “A new classification system to describe the ageing of scientific journals and their impact factors”, *Journal of Documentation*, Vol. 54, No. 4, pp. 387-419.
- Moed H.F., van Leeuwen T.N., Reedijk J., 1999. “Towards appropriate indicators of journal impact”, *Scientometrics*, Vol. 46, No. 3, pp. 575-589.
- Leydesdorff L., 2008. “Caveats for the Use of Citation Indicators in Research and Journal Evaluations”, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 59, No. 2, pp. 278-287.
- Leydesdorff L., 2009. “How are New Citation-Based Journal Indicators Adding to the Bibliometric Toolbox?”, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 60, No. 7, pp. 1327-1336.
- Ladwig J. P. and Sommese A. J., 2005. “Using Cited Half-life to Adjust Download Statistics”, *College & Research Libraries*, Vol. 66, No. 6, pp. 527-542.
- Sjøberg D.I.K., 2010. “Confronting the Mith of Rapid Obsolescence in Computing Research”, *Communications of the ACM*, Vol. 53, No. 9, pp. 62-67.

Takei C., Yoshikane F., Itsumura H., 2013. "Use of electronic journals in university libraries: An analysis of obsolescence regarding citations and access", in: Gorraiz J., Schiebel E., Gumpenberger C., Hörlesberger M., Moed H. (eds), Proceedings of ISSI 2013 - 14th International Society of Scientometrics and Informetrics, Vienna; Austria; 15-20 July 2013. Vol. 2, Facultas Verlags-und Buchhandels AG, Wien (A), pp. 1772-1783. ISBN: 978-3-200-03135-7; ISSN: 2175-1935.

7. APPENDIX

Table 1. Subject categories included in the study

SCIENCE CITATION INDEX
AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY
BIOLOGY
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY
COMPUTERSCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS
ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY
GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY
MATERIALSSCIENCE, MULTIDISCIPLINARY
MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY
SOCIAL SCIENCE CITATION INDEX
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH
INTERNATIONAL RELATIONS
MANAGEMENT
PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY

Table 2a. Dataset, Science Citation Index

SCIENCE CITATION INDEX	YEAR	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
AGRICULTURE, MULTID.																
	MEAN CHL	-	8.5	8.1	7.9	7.9	8.0	8.0	7.9	7.5	7.4	7.1	6.6	6.4	6.2	6.4
	MEDIAN CHL	-	10.0	9.1	8.9	9.0	9.2	8.7	7.1	7.4	6.8	7.0	6.6	6.6	6.0	6.4
	N. JOURNALS	-	28	28	28	29	29	31	31	35	35	45	55	57	57	56
	N. ARTICLES	-	2,832	2,592	2,884	2,947	2,813	3,633	3,865	4,120	4,587	4,752	5,859	6,068	6,025	6,353
	TOT. CITES	-	37,248	39,018	44,030	48,307	52,735	59,918	68,296	80,383	93,678	103,896	115,869	125,326	135,792	148,844
BIOLOGY																
	MEAN CHL	7.1	7.2	7.3	7.5	7.6	7.1	7.1	7.3	7.0	7.0	7.0	7.1	7.1	7.3	7.3
	MEDIAN CHL	7.2	7.5	7.6	7.5	7.7	7.4	7.3	7.6	7.0	6.9	7.2	7.2	7.3	7.5	7.5
	N. JOURNALS	53	51	42	62	65	64	65	65	71	72	76	86	85	83	83
	N. ARTICLES	5,493	5,674	4,910	4,914	5,345	5,577	5,539	5,953	6,643	6,741	11,427	15,511	22,001	8,866	8,688
	TOT. CITES	137,526	144,187	129,737	144,368	153,375	164,037	176,385	191,757	217,711	241,521	292,194	346,005	394,117	344,282	352,501
CHEMISTRY, MULTID.																
	MEAN CHL	-	6.6	6.6	6.4	6.3	6.3	6.3	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	5.9	5.8	6.4
	MEDIAN CHL	-	6.8	6.4	6.3	6.3	6.3	6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.4	5.4	5.4	6.2
	N. JOURNALS	-	118	118	119	123	125	125	124	128	127	140	147	154	152	231
	N. ARTICLES	-	18,060	19,728	20,796	22,399	24,166	26,519	27,709	29,979	33,322	37,459	42,451	47,283	50,650	62,782
	TOT. CITES	-	517,581	541,052	568,705	622,566	684,778	773,231	874,894	974,232	1,102,967	1,366,617	1,517,807	1,766,863	1,970,524	2,547,761
COMPUTER SCI., INTERD. APPL.																
	MEAN CHL	6.0	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.3	6.2	6.3	6.4	6.3
	MEDIAN CHL	5.7	6	6.1	6.1	6.1	5.7	5.9	5.8	5.9	5.9	6.2	6	5.9	6.1	6.2
	N. JOURNALS	76	75	76	80	83	83	83	87	92	94	95	97	99	100	102
	N. ARTICLES	4,851	5,436	5,373	5,377	5,693	6,427	6,955	7,531	8,710	9,008	9,576	9,926	12,006	11,518	12,374
	TOT. CITES	47,819	53,832	61,119	67,400	75,980	89,486	103,862	121,793	138,744	149,544	172,497	182,319	197,991	225,983	251,636
ENGINEERING, MULTID.																
	MEAN	-	7	6.9	7	6.6	6.7	6.9	6.7	6.9	6.7	6.8	6.7	6.6	6.3	6.4
	MEDIAN	-	6.6	7.1	6.9	6.7	6.7	7.1	6.6	6.6	6.5	6.5	6.7	6.4	6.1	6.3
	N. JOURNALS	-	58	58	61	63	61	65	67	67	67	79	87	90	90	87
	N. ARTICLES	-	3,781	3,894	4,048	4,407	4,955	4,891	6,126	6,289	7,162	8,216	7,951	8,647	9,876	11,245
	TOT. CITES	-	30,168	32,972	32,860	43,586	47,670	54,089	63,871	75,430	100,604	113,420	94,312	105,222	116,451	140,356

Table 2b. Dataset, Science Citation Index

SCIENCE CITATION INDEX	YEAR	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
GEOSCIENCES, MULTID.																
	MEAN	7.4	7.4	7.2	7.3	7.3	7.2	7.3	7.2	7.2	7.2	7.4	7.3	7.3	7.4	7.4
	MEDIAN	7.6	7.6	7.1	7.5	7.1	7	7.2	7.1	6.9	7.1	7.6	7.4	7.6	7.8	7.9
	N. JOURNALS	114	117	117	122	128	128	129	131	137	144	155	167	170	172	173
	N. ARTICLES	10,360	10,483	10,859	10,515	12,500	13,210	12,997	13,614	15,150	17,043	17,268	18,026	17,293	20,539	22,385
	TOT. CITES	204,900	215,080	229,390	241,239	294,684	305,637	318,371	348,605	403,346	451,112	535,086	555,465	589,748	665,294	751,740
MATERIALS SCIENCE, MULTID.																
	MEAN	-	6	6	5.9	5.9	5.9	5.9	6.1	6	6.1	6	6	5.9	6.0	6.0
	MEDIAN	-	5.4	5.5	5.4	5.3	5.3	5.4	5.6	5.6	5.8	6	6	5.8	5.9	5.8
	N. JOURNALS	-	168	170	173	177	177	178	176	190	192	214	225	232	241	251
	N. ARTICLES	-	23,165	26,800	27,148	29,557	33,319	35,855	35,703	43,465	45,765	51,853	54,102	61,944	64,622	71,040
	TOT. CITES	-	226,365	253,722	312,534	362,582	420,407	484,920	550,346	658,805	801,101	1,032,900	1,204,523	1,430,148	1,656,558	1,963,285
MATHEMATICS, INTERD. APPL.																
	MEAN	-	-	9.2	8.5	8.0	7.5	7.3	7.3	7.3	7.2	7.5	7.2	7.4	7.5	7.6
	MEDIAN	-	-	10.0	10.0	9.4	8.0	7.2	7.3	7.5	7.3	7.8	7.8	8.0	8.4	8.4
	N. JOURNALS	-	-	20	30	43	52	76	65	74	76	80	93	92	93	95
	N. ARTICLES	-	-	730	1,665	2,492	4,006	6,134	4,848	5,557	6,103	6,737	6,743	7,541	8,434	9,068
	TOT. CITES	-	-	27170	50955	67519	86335	124029	92997	106001	133142	156538	155598	162814	180751	197949
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES																
	MEAN	7.6	7.8	7.6	7.9	7.9	7.7	7.5	7.9	7.4	7.2	7.6	7.1	7.3	7	6.8
	MEDIAN	8.5	8.5	8.4	8.1	8.7	8	7.5	8.5	8	7.4	7.8	7.6	8	8.1	7.9
	N. JOURNALS	52	49	45	48	46	45	48	50	50	42	50	59	56	56	55
	N. ARTICLES	10,385	9,383	8,980	9,888	9,437	9,422	10,140	9,826	10,657	10,183	11,054	12,308	10,769	36,788	48,234
	TOT. CITES	942392	950246	977115	1010836	1056725	1119119	1159693	1210477	1288998	1371542	1493123	1579479	1628042	1865672	2079971
PHYSICS, MULTID.																
	MEAN		7.1	7.1	6.9	6.8	6.9	7.0	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9	6.7	6.7
	MEDIAN		7.6	7.8	6.8	6.7	7.1	7.2	7.2	7.1	7.3	7.4	7.3	7.6	7.4	6.8
	N. JOURNALS		69	67	68	68	67	69	68	69	68	71	80	84	83	78
	N. ARTICLES		15,262	15,758	16,492	17,660	19,396	19,273	20,951	20,197	21,885	21,998	21,612	23,087	23,947	23,729
	TOT. CITES		398,442	420,001	455,383	446,208	492,626	529,006	557,507	594,891	651,118	713,531	724,531	731,353	806,550	841,364

Table 3. Dataset, Social Science Citation Index

SOCIAL SCIENCE CIT. INDEX	YEAR	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
EDUCATION & EDUCAT. RES.																
	MEAN	7.5	7.6	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.7	7.9	7.9	8.1	7.5	7.4	7.5	7.6
	MEDIAN	7.4	7.8	7.7	7.9	7.8	7.9	8.2	8	8.2	8.4	8.6	7.6	7.5	7.6	7.7
	N. JOURNALS	101	96	92	93	92	91	98	100	105	113	139	184	206	219	219
	N. ARTICLES	3,221	3,146	2,889	3,083	2,991	3,137	3,265	3,477	3,749	4,433	5,339	6,862	8,146	8,909	9,536
	TOT. CITES	26,314	25,455	25,234	30,060	28,835	32,078	33,597	40,013	45,960	62,093	87,498	99,229	109,779	129,726	148,224
INTERNATIONAL RELATIONS																
	MEAN	5.6	5.6	5.8	6.1	6.2	5.9	6.2	6.3	6	6.1	6.9	6.2	6.3	6.6	6.9
	MEDIAN	5.2	5.6	5.4	6	6.2	5.4	5.7	6.3	5.6	5.8	7.1	5.9	6.2	6.6	7.0
	N. JOURNALS	52	52	52	53	52	54	50	50	51	55	59	78	81	83	82
	N. ARTICLES	1,462	1,629	1,615	1,544	1,552	1,665	1,664	1,744	1,772	1,969	2,026	2,639	2,730	2,842	3,064
	TOT. CITES	10,746	12,158	12,780	12,966	13,537	14,588	14,817	16,595	17,442	21,750	33,434	33,733	35,586	40,021	41,780
MANAGEMENT																
	MEAN	7.4	7.3	7.5	7.5	7.4	7.3	7.4	7.6	7.6	7.7	8.2	7.6	7.7	7.5	7.1
	MEDIAN	7.5	7.4	7.6	7.7	7.4	7.3	7.7	7.5	7.6	7.7	8.3	7.8	7.8	7.9	7.4
	N. JOURNALS	63	62	64	68	70	70	74	82	84	92	114	146	168	174	172
	N. ARTICLES	2,474	2,555	2,469	2,555	2,730	2,842	3,101	3,536	3,772	4,091	4,932	5,898	7,064	7,365	7,152
	TOT. CITES	46,461	53,539	54,958	64,479	69,329	75,386	87,417	113,334	130,095	182,477	246,835	279,688	309,457	334,835	356,261
PSYCHOLOGY, MULTID.																
	MEAN	-	-	7.4	7.5	7.5	7.6	7.8	7.9	8	8.1	8	7.8	8	8	8.1
	MEDIAN	-	-	7.7	7.8	7.9	7.7	8.1	7.7	7.8	8.2	8.3	8.3	8.6	8.8	8.7
	N. JOURNALS	-	-	100	102	101	100	101	99	102	101	112	120	125	126	127
	N. ARTICLES	-	-	3,544	3,705	3,905	3,945	3,986	4,234	4,501	4,689	5,199	5,755	6,035	6,142	7,614
	TOT. CITES	-	-	92,583	99,819	104,149	112,246	122,244	136,866	145,693	175,944	205,528	216,785	232,098	253,429	285,621

Table 3. Values of linear best fit, equation $y = ax + b$: grey shade, $R^2 > 0.5$; italics, angular coefficient $a < -0$; bold, angular coefficient $a > 0$.

SCIENCE CITATION INDEX	Mean			Median		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i> ²	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i> ²
AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	<i>-0.17</i>	8.70	0.91	<i>-0.30</i>	9.99	0.90
BIOLOGY	<i>-0.01</i>	7.28	0.08	<i>-0.01</i>	7.43	0.04
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	<i>-0.05</i>	6.56	0.58	<i>-0.08</i>	6.53	0.56
COMPUTERSCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	0.02	5.96	0.50	0.01	5.86	0.12
ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY	<i>-0.04</i>	7.04	0.63	<i>-0.05</i>	6.97	0.49
GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY	0.01	7.25	0.10	0.02	7.16	0.12
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	0.01	5.92	0.17	0.05	5.23	0.73
MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	<i>-0.10</i>	8.36	0.43	<i>-0.13</i>	9.10	0.24
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	<i>-0.06</i>	7.98	0.62	<i>-0.05</i>	8.47	0.32
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	<i>-0.02</i>	7.05	0.27	<i>-0.01</i>	7.26	0.01
SOCIAL SCIENCE CITATION INDEX						
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	0.00(2)	7.73	0.00	0.01	7.81	0.01
INTERNATIONAL RELATIONS	0.07	5.59	0.67	0.09	5.27	0.52
MANAGEMENT	0.01	7.40	0.07	0.02	7.43	0.19
PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY	0.06	7.44	0.81	0.09	7.45	0.83

Table 3a. Values of linear best fit, significant values only ($R^2 > 0.5$); italics, angular coefficient < -0 ; bold, angular coefficient > 0 .

SCIENCE CITATION INDEX	Mean			Median		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i> ²	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i> ²
AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	<i>-0.17</i>	8.70	0.91	<i>-0.30</i>	9.99	0.90
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	<i>-0.05</i>	6.56	0.58	<i>-0.08</i>	6.53	0.56
ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY	<i>-0.04</i>	7.04	0.63			
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY				0.05	5.23	0.73
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	<i>-0.06</i>	7.98	0.62			
SOCIAL SCIENCE CITATION INDEX						
INTERNATIONAL RELATIONS	0.07	5.59	0.67	0.09	5.27	0.52
PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY	0.06	7.44	0.81	0.09	7.45	0.83

Table 4. Values of Spearman’s ρ : grey shade, $P < 0.05$; italics, $\rho < -0$; bold, $\rho > 0$.

	Deg. of freedom	MEAN		MEDIAN	
		Rho	P-value	Rho	P-value
SCIENCE CITATION INDEX					
AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	12	<i>-0.9560</i>	0.0000	<i>-0.9560</i>	0.0000
BIOLOGY	13	<i>-0.2163</i>	0.4388	<i>-0.2042</i>	0.4655
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	12	<i>-0.7319</i>	0.0029	<i>-0.7823</i>	0.0009
COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	13	0.6286	0.0121	0.3062	0.2670
ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY	12	<i>-0.7802</i>	0.0010	<i>-0.6998</i>	0.0053
GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY	13	0.3000	0.2773	0.3382	0.2176
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	12	0.4967	0.0708	0.8244	0.0003
MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	11	<i>-0.0273</i>	0.9295	0.2283	0.4531
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	13	<i>-0.7554</i>	0.0011	<i>-0.5869</i>	0.0215
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	12	<i>-0.2747</i>	0.3418	0.1919	0.5111
SOCIAL SCIENCE CITATION INDEX					
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	13	<i>-0.0429</i>	0.8795	<i>-0.0125</i>	0.9646
INTERNATIONAL RELATIONS	13	0.8214	0.0002	0.7126	0.0029
MANAGEMENT	13	0.4286	0.1110	0.4466	0.0951
PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY	11	0.7727	0.0020	0.8617	0.0002

Table 4a. Values of Spearman’s ρ , significant values only ($P < 0.05$); italics, $\rho < -0$; bold, $\rho > 0$.

	Deg. of freedom	MEAN		MEDIAN	
		Rho	P-value	Rho	P-value
SCIENCE CITATION INDEX					
AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	12	<i>-0.9560</i>	0.0000	<i>-0.9560</i>	0.0000
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	12	<i>-0.7319</i>	0.0029	<i>-0.7823</i>	0.0009
COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	13	0.6286	0.0121		
ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY	12	<i>-0.7802</i>	0.0010	<i>-0.6998</i>	0.0053
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	12			0.8244	0.0003
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	13	<i>-0.7554</i>	0.0011	<i>-0.5869</i>	0.0215
SOCIAL SCIENCE CITATION INDEX					
INTERNATIONAL RELATIONS	13	0.8214	0.0002	0.7126	0.0029
PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY	11	0.7727	0.0020	0.8617	0.0002

Table 5. Values of linear best fit, mean and median vs. n° of article in the Subject category per year, equation $y = ax + b$: grey shade, $R^2 > 0.5$; italics, angular coefficient < -0 ; bold, angular coefficient > 0 .

SCIENCE CITATION INDEX	Equation, mean; R^2 , mean			Equation, median; R^2 , median		
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2
AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	-1,776.64	17,410.81	0.94	-966.67	11,739.93	0.85
BIOLOGY	-9,678.63	77,826.09	0.14	-4,630.90	42,255.94	0.05
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	-29,937.47	219,096.52	0.33	-16,174.85	128,929.03	0.30
COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	14,259.11	-79,371.99	0.57	5,273.73	-23,415.88	0.11
ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY	-9,016.50	67,287.95	0.65	-6,480.57	49,422.33	0.59
GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY	18,368.47	-119,169.83	0.16	5,277.68	-24,045.22	0.19
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	86,055.12	-470,407.78	0.12	51,638.06	-246,743.81	0.71
MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	-3,340.39	30,964.02	0.60	-1,670.68	19,120.74	0.42
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	-24,476.00	197,740.60	0.53	-3,667.93	44,084.90	0.02
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	-11,440.04	99,368.91	0.28	-639.08	24,699.56	0.01
SOCIAL SCIENCE CITATION INDEX						
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH	-5,428.76	46,682.66	0.19	-1,928.27	20,000.54	0.08
INTERNATIONAL RELATIONS	916.25	-3,668.17	0.46	603.45	-1,624.20	0.40
MANAGEMENT	1,228.16	-5,061.49	0.03	3,342.32	-21,299.38	0.19
PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY	3,814.21	-24,984.43	0.57	2,778.82	-17,632.05	0.83

Table 5a. Values of linear best fit, mean and median vs. n° of article in the Subject category per year, equation $y = ax + b$, significant values only ($R^2 > 0.5$)

SCIENCE CITATION INDEX	Equation, mean; R^2 , mean			Equation, median; R^2 , median		
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2
AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	-1,776.64	17,410.81	0.94	-966.67	11,739.93	0.85
COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	14,259.11	-79,371.99	0.57			
ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY	-9,016.50	67,287.95	0.65	-6,480.57	49,422.33	0.59
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY				51,638.06	-246,743.81	0.71
MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	-3,340.39	30,964.02	0.60			
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	-24,476.00	197,740.60	0.53			
SOCIAL SCIENCE CITATION INDEX						
PSYCHOLOGY, MULTIDISCIPLINARY	3,814.21	-24,984.43	0.57	2,778.82	-17,632.05	0.83

Sistemi Innovativi Tecnologici Territoriali. Due casi: il Verbano-Cusio-Ossola e il Canton Ticino

Territorial Technological Innovative Systems. Two case studies: Verbano-Cusio-Ossola and Canton Ticino

ANGELO BONOMI

Senior Research Associate, CNR-IRCRES, National Research Council. Research Institute on Sustainable Economic Growth, Via Real Collegio 30, Moncalieri (TO) - Italy

corresponding author: abonomi@bluewin.ch

ABSTRACT

This work is focused on the study of the innovative systems of two territories: the province of Verbano-Cusio-Ossola (VCO) in Italy, and Canton Ticino in Switzerland. The analysis is limited to the technological systems giving a general support to the territory and composed by structures for scientific and technical education, for research and for R&D in public and private laboratories, as well as organizations promoting technological innovation and entrepreneurship. It does not include local industries with their specific R&D structures and strategies. The aim is to study the processes occurring in such entities, their historical evolution and obtained results as to suggest best practices to promote technological innovations and entrepreneurship. For this purpose, we investigate the occurring processes in the light of general models of technology and innovation, and of the R&D process. As for process benchmarking we decided to base the analysis on the innovative system of the Silicon Valley, which provides a wide range of interesting cues for our investigation, even though it is different from the main cases examined in the article. Moreover, the opposite outcomes achieved by the strategies of the VCO and the Canton Ticino system are taken into account and widely enlarged upon.

KEYWORDS

Territorial innovative system, research & development, entrepreneurship, start up, science park, incubator, accelerator, co-working, open lab, Silicon Valley

JEL CODES: I20, N90, O30, O32, O38.

DOI: 10.23760/2499-6661.2018.003

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Bonomi A., 2018. "Sistemi innovative territoriali. Due casi: il Verbano-Cusio-Ossola e il Canton Ticino", *Quaderni IRCrES-CNR*, vol. 3, n. 1, pp. 33-57, <http://dx.doi.org/10.23760/2499-6661.2018.003>.

-
1. Introduzione
 2. I Sistemi Innovativi Tecnologici Territoriali
 - 2.1. I modelli interpretativi dei processi innovativi del territorio
 - 2.2. I canali del processo innovativo
 3. Il Sistema Innovativo Tecnologico del Verbano Cusio Ossola
 - 3.1. Il sistema italiano di formazione, ricerca e innovazione
 - 3.2. Strutture per la formazione e le attività d'innovazione tecnologica nel VCO
 - 3.3. Strutture per la promozione dell'imprenditorialità nel VCO
 - 3.4. Organizzazioni per la promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità nel VCO
 4. Il Sistema Innovativo Tecnologico del Canton Ticino
 - 4.1. Il sistema svizzero di formazione, ricerca e innovazione
 - 4.2. Strutture per la formazione e le attività d'innovazione tecnologica nel Canton Ticino
 - 4.3. Strutture per la promozione dell'imprenditorialità nel Canton Ticino
 - 4.4. Organizzazioni per la promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità in Ticino
 5. La Silicon Valley come benchmarking
 - 5.1. Obiettivi, strategie e management delle imprese nella Silicon Valley
 - 5.2. I rapporti università – industria nella Silicon Valley
 - 5.3. La politica del venture capital nella Silicon Valley
 - 5.4. Il cluster d'impreses nella Silicon Valley e i suoi vantaggi competitivi
 6. Confronto dei vari Sistemi Innovativi Territoriali
 7. Indicazioni conclusive
 8. Bibliografia
 9. Appendice
-

1. INTRODUZIONE

I sistemi innovativi territoriali rappresentano un importante campo di studi utile anche per dare alle amministrazioni locali indicazioni per la promozione e il miglioramento dell'economia locale. Tipicamente questi studi si basano su dati statistici del territorio come: il numero di addetti secondo i vari settori economici e industriali, e il numero e dimensione delle industrie e di altre attività economiche. Si cerca inoltre di stabilire il potenziale tecnologico del territorio attraverso dati sul numero di brevetti o marchi che genera, e la presenza di strutture che offrono formazione, come scuole tecniche e universitarie, e innovazione tecnologica, come laboratori di ricerca pubblici o privati. Si considera poi la presenza di parchi scientifici e tecnologici, incubatori o acceleratori d'impresa per favorire non solo l'innovazione ma anche l'imprenditorialità. Spesso i dati raccolti sono comparati a quelli di altri territori e discussi nell'ambito di un *benchmarking* di confronto. Lo studio di questi dati è spesso accompagnato anche da discussioni con gli attori del sistema innovativo del territorio per conoscere le realtà della situazione. In questo modo è possibile avere una buona visione generale del sistema innovativo e suggerire valutazioni come i punti di forza, le debolezze del sistema, e le opportunità che sono sfruttabili per un miglioramento socio-economico. I limiti di questa metodologia riguardano i dati statistici che, pur dando una visione precisa della situazione, non possono entrare nel dettaglio dei processi che sono alla loro origine. Questo limita la possibilità di approfondire, dal punto di vista della loro efficienza operativa, le pratiche di gestione della promozione dell'innovazione tecnologica e dell'imprenditorialità, e dei mezzi che sono resi disponibili da aiuti pubblici, considerando che la crescita economica e sociale di un territorio non dipenda separatamente dalla singola attività d'innovazione tecnologica o imprenditoriale, ma da una stretta associazione delle due. Per superare queste difficoltà lo studio adotta un approccio differente, basato sullo studio dei sistemi innovativi utilizzando modelli interpretativi che riguardano la tecnologia e i processi d'innovazione tecnologica (Bonomi, Marchisio 2016), includendo le attività di R&S (Bonomi 2017). Esso prende in considerazione, piuttosto che i dati statistici, l'evoluzione del sistema innovativo e i risultati d'indagini effettuate presso i suoi attori alla luce dei modelli di tecnologia e d'innovazione citati. Il confronto tra i sistemi innovativi non è fatto quindi sulla base dei dati statistici ma piuttosto sulla base delle pratiche di gestione utilizzate nei vari territori e dei mezzi disponibili, considerando poi i risultati ottenuti nella promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità. Questo tipo di approccio non deve comunque essere considerato un'alternativa ai metodi generalmente usati per lo studio dei sistemi innovativi territoriali, ma piuttosto un complemento che permette di esprimere giudizi anche sulle pratiche di gestione e i mezzi disponibili utilizzati, e di suggerire eventuali cambiamenti per il miglioramento della loro efficienza.

Per questo studio si sono scelti due sistemi innovativi, il primo riguarda il territorio italiano della provincia del Verbano-Cusio-Ossola (VCO), e l'altro quello svizzero del Canton Ticino. Questi due sistemi hanno pratiche e mezzi di promozione differenti tra di loro, con risultati positivi per il Canton Ticino, mentre nel VCO si è arrivati sostanzialmente al collasso del sistema. Questo rende particolarmente interessante lo studio poiché permette di vedere le differenze nei risultati delle varie strategie di promozione e degli aiuti usati e, nel caso del VCO, d'identificare gli errori di gestione che hanno portato il sistema al collasso. Per lo studio si è voluto inoltre prendere in considerazione come riferimento di benchmarking il sistema innovativo della Silicon Valley, che è stato studiato anche attraverso un viaggio condotto recentemente in questo territorio (Bonomi 2016). Apparentemente la Silicon Valley opera autonomamente sul piano dell'innovazione e dell'imprenditorialità, senza necessità d'interventi promotori, inoltre, con la grande disponibilità di venture capital, non ha bisogno di aiuti pubblici sul piano finanziario. Per queste importanti differenze il sistema innovativo della Silicon Valley è raramente preso in considerazione per confronti con sistemi innovativi territoriali europei. In realtà questo sistema ha avuto in passato interventi del tutto analoghi a quelli condotti

attualmente in territori italiani o europei, ancorché di origine privata, condotti principalmente dall'Università di Stanford dal 1945, il tutto accompagnato da un forte aiuto governativo alla R&S con commesse militari legate alla guerra fredda e di Corea. Questa azione di promozione è durata praticamente fino agli inizi degli anni 70. Per la Silicon Valley è quindi possibile seguire gli effetti a lungo termine di questi interventi e l'evoluzione che si è avuta fino alla situazione attuale, e trarne alcuni interessanti insegnamenti che la rendono utile come benchmarking di processo per i due sistemi innovativi studiati.

Dopo questa introduzione in un secondo capitolo si descrivono gli aspetti generali di un sistema innovativo territoriale considerato da un punto di vista dei processi che avvengono nelle strutture presenti. Nel terzo e quarto capitolo si descrivono l'evoluzione e le caratteristiche dei sistemi innovativi rispettivamente del VCO e del Canton Ticino, mentre nel quinto capitolo si riportano le caratteristiche principali di funzionamento del sistema innovativo della Silicon Valley usate per il benchmarking. Nel sesto capitolo si discutono comparativamente strutture, processi e risultati dei sistemi del Canton Ticino e del VCO, mentre nel settimo capitolo si vogliono dare alcune indicazioni conclusive utili per una *best practice* di promozione dell'innovazione tecnologica e dell'imprenditorialità tenendo conto degli insegnamenti che si possono trarre dai vari sistemi innovativi studiati.

2. I SISTEMI INNOVATIVI TECNOLOGICI TERRITORIALI

Il sistema innovativo di un territorio può essere oggetto di un ampio campo di studio che riguarda la sua struttura economica e industriale e la sua situazione socio-economica. Nel nostro caso, considerando un campo di studio limitato alla promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità, esso riguarda semplicemente strutture e organizzazioni che svolgono attività d'innovazione e promozione verso l'intero territorio, senza considerare nel dettaglio il sistema industriale con le varie aziende, le loro strutture di R&S e le loro strategie innovative, limitandosi a considerare l'impatto che hanno le strutture e le organizzazioni del territorio citate sulle imprese. Lo studio tratta quindi solo una parte del sistema territoriale che può essere chiamata *sistema innovativo tecnologico territoriale*, e che può essere studiato considerando:

- Strutture che si occupano di formazione, di attività di ricerca e sviluppo e d'innovazione tecnologica come: istituti d'istruzione superiore o università, laboratori di ricerca pubblici o privati, organizzazioni di ricerca su contratto per l'industria, laboratori per prove e certificazioni che sono interessati marginalmente dall'innovazione tecnologica.
- Strutture che forniscono servizi per l'ospitalità di nuove aziende nel campo di nuove tecnologie e startup. Queste comprendono: parchi scientifici e tecnologici, incubatori o acceleratori d'impresa, servizi per la fornitura di spazi d'ufficio per nuove attività (*coworking*) o anche attrezzature comuni per costruzione di modelli e prototipi (*open lab*).
- Organizzazioni come associazioni, enti pubblici o privati che si occupano di promuovere innovazione e imprenditorialità come scopo principale o secondario delle loro attività attraverso attività di coaching, progetti e aiuti di vario tipo.

I processi presenti in queste strutture e organizzazioni possono essere studiati dal punto di vista di modelli generali che riguardano la tecnologia, l'innovazione tecnologica e l'attività di R&S, considerando anche i vari tipi di canali che indirizzano i processi innovativi dalla ricerca scientifica al business.

2.1. I modelli interpretativi dei processi innovativi del territorio

Questo lavoro usa per lo studio dei vari processi che sono alla base dello sviluppo d'innovazione tecnologica e d'imprenditorialità, un modello generale della tecnologia e dell'innovazione tecnologica (Bonomi, Marchisio 2016), e un modello sul processo di R&S (Bonomi 2017). Il primo modello considera la tecnologia come un insieme strutturato di operazioni tecnologiche e l'innovazione tecnologica come un cambiamento di questa struttura. Esso distingue le innovazioni tecnologiche radicali da quelle incrementali sulla base dell'entità del cambiamento della struttura definendo un grado di radicalità per l'innovazione. La

competitività di una tecnologia risulta legata al grado di radicalità poiché il cambiamento della sua struttura richiede nuove competenze che si sono sviluppate nell'azienda innovatrice ma non necessariamente nella concorrenza. Un territorio in cui si sviluppano tecnologie con un elevato grado di radicalità possiede quindi un buon potenziale tecnologico ed è quindi competitivo. Un altro aspetto del modello sottolinea la natura combinatoria delle nuove tecnologie, e che coinvolge operazioni tecnologiche appartenenti anche ad altre tecnologie pre-esistenti. Questa combinazione permette di sfruttare nuovi fenomeni scoperti dalla scienza per nuove applicazioni (Arthur 2009), tuttavia il processo combinatorio può avvenire anche senza lo sfruttamento di risultati scientifici. I casi dell'invenzione della fotocopiatrice, che sfrutta l'effetto della luce sulla carica elettrica di certi materiali, ovvero l'invenzione del PC, che risulta da una combinazione di componenti elettronici disponibili in commercio, sono l'esempio di questi due modi di fare innovazione (Bonomi, Marchisio 2016), e può spiegare il successo di territori come i distretti industriali italiani in cui vi è un'attività molto limitata di R&S (Hall, Lotti, Mairesse 2009). Per quanto riguarda il modello del processo di R&S, esso la considera come un'attività organizzatrice di flussi di conoscenze e capitali, vista in termini di attività di progetti piuttosto che d'investimenti (Bonomi 2017). Il modello considera che la crescita economica di un territorio non dipenda tanto dagli investimenti in R&S, che sono visti solo come un mezzo, ma dall'efficienza del sistema innovativo tecnologico territoriale a generare idee innovanti, e dalle strategie più o meno aperte per il finanziamento del loro sviluppo, unitamente a un'efficace organizzazione industriale. Un aspetto importante del processo di R&S descritto nel modello è rappresentato dalla generazione di conoscenze collaterali agli obiettivi di un progetto di R&S indipendentemente dal suo successo o abbandono. Queste conoscenze, unitamente a conoscenze scientifiche, tecniche e altro, costituiscono la forza trainante per nuove attività di R&S. Lo sfruttamento di queste conoscenze dipende fortemente dal livello delle relazioni tra le strutture e le organizzazioni presenti sul territorio ed è potenzialmente più elevato nelle strutture pubbliche o private, come laboratori di ricerca universitari o di ricerca su contratto, piuttosto che nell'industria che limita lo sfruttamento di queste conoscenze in funzione delle proprie specifiche strategie di sviluppo. Questo giustifica l'importanza dell'esistenza di laboratori di ricerca esterni all'industria per il successo di un sistema innovativo tecnologico territoriale.

2.2. I canali del processo innovativo

In un sistema innovativo tecnologico territoriale le nuove tecnologie si sviluppano attraverso vari tipi di canali. Questi si possono riassumere in:

1. Processo innovativo sviluppato nella grande industria che avviene nei propri laboratori di R&S eventualmente con collaborazioni e partecipazioni esterne.
2. Processo innovativo sviluppato nella piccola e media industria che dipende spesso, nel caso di innovazioni con un elevato grado di radicalità, da laboratori di ricerca esterni ed eventualmente in condizioni di cooperazione tra aziende.
3. Processo innovativo generato da attività inventiva e spin off che portano alla formazione di startup per lo sviluppo dell'innovazione e che, in caso di successo, giungono a un termine, o *exit*, caratterizzata dall'assorbimento in una grande industria o uno sviluppo industriale autonomo.

Le condizioni di organizzazione e finanziamento delle innovazioni sono differenti per questi tre tipi di canali innovativi e richiedono esigenze specifiche per una loro promozione efficace.

3. IL SISTEMA INNOVATIVO TECNOLOGICO DEL VERBANO CUSIO OSSOLA

Il Verbano Cusio Ossola (VCO) è una provincia situata nella parte nordorientale del Piemonte che confina con la Svizzera attraverso il Canton Ticino e il Vallese. Il suo territorio è prevalentemente montano, abitato nel fondovalle e sulle rive del Lago Maggiore e conta circa 160.000 abitanti. Il VCO è situato su un importante asse di comunicazione alpino, il Sempione, che collega Milano e il Nord Italia con l'ovest della Svizzera e la Francia. Esso tuttavia è meno

importante del Gottardo, presente nel Canton Ticino, avendo tra l'altro solo il tunnel ferroviario mentre la strada deve superare il Passo del Sempione a 2005 m. Il VCO ha una lunga storia industriale che inizia nel primo ottocento con trasferimenti tecnologici dalla Svizzera per l'industria della filatura del cotone con la formazione di un distretto industriale nel Verbano che raggiunse la massima espansione alla fine dell'ottocento, per poi declinare fino alla scomparsa nel secondo dopoguerra. La struttura montana ha favorito la produzione di energia idroelettrica nell'Ossola che ha avuto un ruolo importante nell'industrializzazione del territorio dall'inizio del XX secolo nel campo chimico e siderurgico, entrando però in crisi negli anni 80 con la chiusura della maggior parte dei grandi stabilimenti. Nel Cusio si è invece avuta nel secondo dopoguerra la formazione di un importante distretto del casalingo, basato principalmente sull'uso dell'acciaio inossidabile per il pentolame, ma anche con nuovi prodotti come la caffettiera Moka Express della Bialetti, i piccoli elettrodomestici della GIRMI, mentre si è sviluppato il design nel casalingo con l'Alessi. Tuttavia molte aziende non hanno poi saputo innovare sufficientemente ed assicurare una continuità imprenditoriale generando un declino nel distretto a partire dagli anni ottanta che perdura tuttora. Sulla storia dell'industria, dell'istruzione tecnica e sugli interventi fatti per l'innovazione nel VCO, esiste una serie di articoli pubblicati su riviste locali e che riguardano la storia industriale (Bonomi 2012) e dell'innovazione tecnologica (Bonomi 2013), la storia dell'istruzione tecnica (Bonomi 2013a), la storia del casalingo del Cusio (Bonomi 2014) e la storia del Tecnoparco del Lago Maggiore (Bonomi 2015). Sulla situazione socio-economica della provincia, a fronte della crisi iniziata negli anni 80, vi sono stati alcuni studi commissionati da enti locali. In particolare vi è stato nel 1984 uno studio dell'Università Bocconi, commissionato dalla Provincia di Novara, che allora comprendeva il territorio del VCO (Dalla Chiesa et al. 1984). Questo studio, interessante per la sua analisi sociologica e imprenditoriale, non toccava però gli aspetti tecnologici dell'industria del territorio. Un secondo studio, pubblicato nel 2003, condotto dall'Università Cattolica di Piacenza, e commissionato da enti e comuni del VCO (Gazzola, Quintavalla, Rizzi 2003), prendeva in considerazione la realizzazione di un piano di marketing territoriale per il VCO. Un ultimo studio, condotto nel 2005 dall'Università del Piemonte Orientale, e commissionato dalla Provincia del VCO (Campra, Finessi, Scagnelli, Vitali 2005), studiava il sistema innovativo sia in termini di teoria generale che con dati statistici della situazione socio-economica e del suo potenziale innovativo.

3.1. Il sistema italiano di formazione, ricerca e innovazione

Il sistema italiano di formazione, ricerca e innovazione fa capo al Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) e, per altri aspetti di natura imprenditoriale, anche dal Ministero dello Sviluppo Economico (MISE). Fanno capo al MIUR, oltre a tutti gli ordini scolastici, tutte le università e i politecnici statali che sono quindi sottoposti a leggi e regolamenti comuni. Al MIUR fanno capo anche altri istituti e centri di ricerca, in particolare il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) che occupa circa ottomila persone attive in vari centri di ricerca che spaziano campi di ricerca scientifica e tecnologica ma anche di scienze economiche, umane e sociali. Sul piano degli aiuti alla R&S e all'imprenditorialità non esiste una vera e propria strategia e coordinazione nazionale, come nel caso della CTI in Svizzera o l'ANVAR in Francia, e le strategie e i modi operativi di promozione della tecnologia e l'innovazione sono decisi in gran parte su scala regionale e solo parzialmente su scala nazionale. Gli aiuti alla R&S e all'imprenditorialità sono generalmente resi disponibili attraverso bandi di concorso. Questi bandi definiscono con precisione le caratteristiche che devono essere soddisfatte dai partecipanti al bando, la documentazione richiesta, i campi di ricerca e i criteri che devono essere soddisfatti dai progetti. I bandi definiscono inoltre i budget minimi e massimi richiedibili dai progetti e la percentuale di partecipazione dei fruitori, tipicamente il 50%. I bandi favoriscono sovente progetti che includono collaborazioni con l'università e cooperazione tra aziende richiedendo in molti casi la formazione di Associazioni Temporanee di Scopo (ATS) con atti notarili piuttosto che semplici accordi contrattuali. Gli aiuti finanziari sono sovente dati direttamente alle imprese che poi li riversano su contratti di ricerca con laboratori universitari, mentre non vi sono praticamente aiuti in senso inverso per laboratori universitari per supportare

loro idee innovative al fine di ricercare industrie interessate a finanziare progetti di R&S corrispondenti.

3.2. Strutture per la formazione e le attività d'innovazione tecnologica nel VCO

Nel campo della formazione il VCO possiede alcuni istituti d'istruzione superiore e ha avuto per qualche anno anche corsi universitari in campo tecnico. Sul piano della R&S il VCO ha avuto un laboratorio per l'industria, il NISLabVCO e ha tuttora il TecnoLab che tuttavia conduce soprattutto servizi di prove e certificazioni. La Camera di Commercio del VCO ha anche promosso un ATS a livello provinciale che riunisce tutti i laboratori del territorio, principalmente per prove e certificazioni e associazioni dedicate alla formazione. A Verbania vi è anche il laboratorio di ricerca del CNR nel campo degli ecosistemi che tuttavia non ha relazioni con le industrie del territorio. A Baveno è presente anche la sede dell'ISTUD, una fondazione che svolge formazione in campo economico e manageriale, tuttavia essa opera su un piano nazionale ed internazionale con poche relazioni con il VCO.

Istituti per la formazione tecnica secondaria ed universitaria e la ricerca

Il territorio del VCO ha avuto a Verbania, già dalla fine dell'ottocento, una scuola tecnica poi diventata L'Istituto Tecnico L. Cobianchi e infine Istituto d'Istruzione Superiore nel campo della formazione secondaria, e un istituto simile esiste anche a Domodossola. Agli inizi degli anni 2000 l'associazione ARS.UNI VCO si interessò alla possibilità di avere corsi universitari triennali in campo tecnico. L'idea era di avere nel territorio non semplicemente una sezione distaccata di qualche università ma piuttosto di creare una *poliuniversità* nel senso di poter avere accordi con più università per avere nel territorio differenti corsi adatti ai bisogni locali. Nel campo tecnico furono così realizzati corsi di laurea triennale nel campo della chimica industriale nel 2003, basati su lezioni tenute da docenti dell'Università di Torino, ospitati presso l'Istituto Cobianchi, e corsi d'ingegneria informatica ed elettronica nel 2006, per videoconferenza presso il Collegio Rosmini di Domodossola, e tenute da docenti del Politecnico di Torino (Bonomi 2013a). I corsi d'informatica ed elettronica ebbero breve vita per varie difficoltà sorte con questo modo d'insegnamento, mentre il corso di chimica, denominato "Scienze e tecnologie chimiche per l'industria e l'ambiente", è durato più a lungo fino al 2007.

Era previsto un collegamento anche con il laboratorio di ricerca per l'industria, il NISLabVCO, ma la sua realizzazione avvenne troppo tardi quando ormai si era deciso di interrompere il corso. Vi fu un'offerta dell'Università di Torino di creare una vera e propria sede secondaria universitaria nel VCO, con un suo contributo decennale di 200.000 Euro, ma chiedendo un uguale contributo da parte di enti e fondazioni del territorio che però non risposero all'appello.

NISLabVCO

Il NISLabVCO è stato oggetto di uno studio dettagliato della sua attività (Bonomi 2013b), e rappresenta un caso abbastanza raro, forse unico in Italia, di creazione di un laboratorio di ricerca per l'industria, indipendente sul piano amministrativo dall'università o da altri organismi pubblici, nato su iniziativa di enti locali pubblici e privati del Verbano Cusio Ossola in collaborazione con l'Università di Torino. Per gestire il NISLabVCO, e futuri altri laboratori, ma poi mai realizzati, fu fondata nel 2006 una società consortile per azioni, la Nanoireservice S.c.p.a. con un capitale di 176.000 Euro i cui soci fondatori erano: ARS.UNI.VCO, SAIA S.p.A. già azionista del TecnoParco, Camera di Commercio del VCO, Unione Industriale del VCO, Banca Popolare di Intra, Centro Servizi Lapideo S.c.p.a. e l'Università degli Studi di Torino. Il laboratorio del NISLabVCO era insediato al TecnoParco del Lago Maggiore e iniziò la sua attività nel 2007 con due ricercatori e un direttore scientifico arricchendosi più tardi di un impiegato amministrativo. L'arresto nel 2013 del contributo dell'Università di Torino al supporto salariale per i ricercatori, unitamente a un'attività di progetti limitata, provocò un lento declino del laboratorio con perdita di personale fino all'arresto delle attività nel 2014. Alla fine del 2016 i locali e la strumentazione del laboratorio sono stati ceduti al TecnoLab e la Nanoireservice sciolta. Nei circa sette anni di attività del laboratorio sono stati condotti una quindicina di progetti di R&S per l'industria e partecipato a due studi che hanno riguardato un

progetto Interreg e la collaborazione con l'ATS Fedora descritti più avanti. Vi è stata anche una limitata attività di prove e consulenze nel campo dei difetti e scelta di materiali e di fabbisogni tecnologici. I progetti di ricerca condotti non hanno però generato brevetti anche perché alcuni erano complementi di ricerca su tecnologie già brevettate dai clienti.

Tecnolab

Il Tecnolab è stato creato con il Tecnoparco con l'obiettivo di dare un supporto innovativo alle aziende della zona. Dotato di una superficie di 1500 m², ebbe un investimento di 4,5 miliardi di lire per un insieme di attrezzature, strumentazioni ed apparecchiature scelte con la consulenza del Politecnico di Torino. Molte aspettative del laboratorio furono però rapidamente deluse, in particolare la collaborazione con il settore della rubinetteria sul quale erano state realizzate tutta una serie di attrezzature per prove e misure. Questo creò difficoltà al Tecnoparco che lo gestiva e portò il laboratorio a cercare clientela per le sue attività anche in altri territori. Un'altra attività iniziata al Tecnolab per misure di compatibilità elettromagnetica per apparecchiature e strumentazioni elettriche ebbe invece un miglior successo ed è tuttora attiva con clientela non solo italiana ma anche dalla vicina Svizzera (Bonomi 2015). Nel 2005 il Tecnoparco, viste le sue difficoltà economiche, considerò la sua vendita, e la scelta cadde sulla Società Derming dell'Ing. Michele Setaro che aveva già un'esperienza nel campo dei servizi per prove e certificazioni. Per questo fu costituita una società ad hoc, la Tecnolab del Lago Maggiore Srl, in cui il Tecnoparco conservava il 15% del capitale. Più avanti, nel 2012, il Tecnoparco cederà anche questa quota al socio di maggioranza. L'intervento della Derming ebbe successo, e il personale, ridotto a due persone al momento della vendita, ebbe una crescita fino all'occupazione attuale di 18 persone, e la ripresa della strumentazione e degli spazi del contiguo NISLabVCO. Il Tecnolab ha sicuramente avuto effetti positivi per l'industria anche locale con i suoi servizi di prove e certificazioni utili per migliorare la qualità della produzione industriale, tuttavia non era, e non è, nelle sue possibilità la generazione di vere e proprie innovazioni tecnologiche per l'industria locale.

ATS Lago Maggiore In Lab

Lago Maggiore In Lab è un'ATS, promosso dalla Camera di Commercio del VCO, creato nel 2008 con lo scopo di attivare una rete di laboratori, centri di ricerca, d'innovazione e trasferimento tecnologico del VCO. Tra i componenti importanti dell'ATS vi erano la Camera di Commercio del VCO e il Tecnoparco, un solo laboratorio di ricerca, il NISLabVCO, rappresentato dalla Nanoireservice, una serie di laboratori per prove, analisi e certificazioni come il Tecnolab, il Centro Servizi Lapidei, il laboratorio di analisi e prove microbiologiche Abich, e una serie di altre organizzazioni e associazioni attive in vari campi collegati alla formazione, innovazione e servizi all'industria. Questo ATS ha partecipato al Progetto Interreg Maggiore Innovazione, descritto più avanti, tuttavia non ha mai sviluppato veri e propri progetti d'innovazione tecnologica anche per la chiusura dopo pochi anni dell'attività di due suoi importanti partecipanti come il Tecnoparco e il NISLabVCO.

3.3. Strutture per la promozione dell'imprenditorialità nel VCO

Il territorio del VCO ha avuto a disposizione un importante struttura per la promozione dell'imprenditorialità costituita dal Tecnoparco del Lago Maggiore con al suo interno anche un edificio utilizzabile come incubatore d'impresе. Chiusa questa struttura altre possibilità, come la disponibilità di spazi di coworking o di open lab, sono per ora solo allo stadio di idee che circolano nel territorio.

Tecnoparco del Lago Maggiore

La storia della creazione e dell'attività del Tecnoparco come anche le cause che hanno determinato la sua scomparsa sono state oggetto di un precedente articolo (Bonomi 2015). Nato per volontà di un comitato promotore locale composto di soggetti sia privati che pubblici con la costituzione nel 1992 di una società di gestione denominata Tecnoparco del Lago Maggiore S.p.A. partecipata alla fine per il 51% da Finpiemonte e 49% dalla SAIA, una società a partecipazione mista pubblica e privata per la valorizzazione locale di terreni ed edifici

industriali. Nel 2004, a seguito delle difficoltà finanziarie e la necessità di ricapitalizzare il Tecnoparco la Finpiemonte passò dal 51% al 67% del capitale e, nel 2014, nel quadro di un riordinamento delle partecipate di Finpiemonte deciso dalla Regione Piemonte e del fallimento della SAIA, la gestione del Tecnoparco venne accorpata al Parco Scientifico e Tecnologico Valle Scrivia a Tortona e infine venne presa la decisione di liquidarlo mettendo in vendita i suoi terreni e immobili all'inizio del 2015. Il Tecnoparco del Lago Maggiore, ha rappresentato una struttura, creata dopo dieci anni dalla grande crisi industriale degli anni ottanta nel VCO, che avrebbe dovuto promuovere l'innovazione tecnologica e attirare imprenditorialità nel territorio, cosa non avvenuta anche per importanti errori fatti già all'inizio della sua storia. Questa struttura, progettata dal famoso architetto Aldo Rossi ed entrata in funzione nel 1994, è costata 80 miliardi di lire coperti per il 70% da un fondo della Comunità Europea. Essa occupava una superficie complessiva di 180.000 m² di cui 35.000 costituita da edifici. Possiamo dividere i venti anni di storia del Tecnoparco in tre periodi. Un periodo iniziale tra la sua entrata in attività nel 1995 fino verso l'anno 2000 in cui vi fu uno sviluppo dell'insediamento di aziende, accompagnato però dal sorgere di gravi problemi economici con il fallimento d'impresе appena insediate, e da cambi a livello della gestione. In un secondo periodo dall'anno 2000 al 2009, il Tecnoparco dovette concentrarsi sui propri gravi problemi finanziari risolti solo parzialmente con la vendita del corpo centrale alla Provincia del VCO, e delle attività del Tecnolab nel 2005, tanto che uno studio dell'Università di Pavia del 2006 sui parchi scientifici e tecnologici del Nord Italia lo indicava economicamente non sostenibile (Balconi, Passannanti 2006). Dal 2009 si ebbe un tentativo di rilancio delle attività del Tecnoparco, sfruttando finanziamenti della Regione Piemonte per i Poli di Innovazione, e cercando una propria via di specializzazione in tematiche come le energie rinnovabili, l'ambiente e le nanotecnologie senza tuttavia avere molti risultati tangibili sul piano locale. Un progetto di rilancio, proposto dalla direzione del Tecnoparco, e basato sullo sviluppo della "Green Economy" per il VCO, fu rifiutato dalla Regione, e così la Finpiemonte nel 2014 decideva di affidare la sua gestione al Parco Scientifico e Tecnologico della Valle Scrivia a Tortona e poi nel 2015 di liquidarlo

Altre strutture

Con la chiusura del Tecnoparco, e quindi dell'incubatore presente in questa struttura, non si sono formate altre strutture per la promozione dell'imprenditorialità come spazi di co-working o di open lab. Queste, come altre azioni di promozione di startup locali e spin off da laboratori ed università interessati a insediarsi nel VCO, circolano nel territorio allo stato di idee. In una riunione organizzata dal Comitato Piemontese Piccola Industria il 20 maggio 2016 a Villa Giulia a Verbania con lo scopo di presentare e premiare startup e PMI innovative piemontesi erano presenti una PMI innovativa, la Films di Anzola, nel campo degli utensili, e una startup del VCO, la Electric Land, con l'attività di sviluppo di video-mapping per eventi turistici e culturali. Nel territorio il Forum di Omegna e il Tecnolab potrebbero essere strutture in grado di ospitare spazi di co-working e di open lab.

3.4. Organizzazioni per la promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità nel VCO

Nel territorio del VCO è attiva in particolare l'associazione ARS.UNI.VCO e la Camera di Commercio del VCO che ha promosso e gestito alcune iniziative come l'ATS Fedora e un Progetto Interreg per l'innovazione. Vi sono inoltre alcune associazioni che promuovono l'imprenditorialità e la formazione di startup.

ARS.UNI.VCO

L'associazione senza scopo di lucro ARS.UNI.VCO è stata costituita nel 2000 con lo scopo di promuovere e organizzare studi di livello universitario nel VCO su iniziativa della Provincia del VCO e di altri enti locali comprendenti i principali comuni del territorio, la Camera di Commercio del VCO, l'Unione Industriali del VCO, la Banca Popolare di Intra e altre associazioni locali. Essa ha sede a Domodossola e ha avuto un ruolo importante nell'attivare studi universitari anche in campo tecnico e laboratori, come il NISLabVCO, già descritti. Ora è attiva in particolare in campo sanitario con corsi di tipo infermieristico e promuove molte altre iniziative soprattutto in campo turistico, agricolo e montano.

ATS Fedora

Questo ATS, con il nome esteso di ATS Fedora Casalinghi del Lago Maggiore, è stato creato nel 2011 su iniziativa della Camera di Commercio del VCO e composta da Fedora Azienda Speciale della Camera di Commercio del VCO, Unione Industriali del VCO, e altre associazioni di categoria e include 15 aziende del distretto dei casalinghi, senza però la partecipazione delle aziende più importati di questo settore come Lagostina, Alessi e Piazza FP. Il suo scopo era di organizzare in collaborazione attività di supporto all'internazionalizzazione, all'innovazione ed alla qualità. L'ATS ha ottenuto un contributo della Regione Piemonte per un suo progetto per promuovere l'eccellenza e valorizzare l'innovazione nel giugno 2011 e il progetto si è concluso alla fine del 2014.

Progetto Interreg Maggiore Innovazione

Questo progetto Interreg, nato nel 2007 e gestito per la parte italiana dalla Camera di Commercio del VCO e per la parte svizzera da Ticino Transfer, un'organizzazione per la promozione del trasferimento tecnologico tra università e industria, ha coinvolto anche la rete di laboratori e organizzazioni Lago Maggiore In Lab, descritta precedentemente, la Provincia del VCO e altre organizzazioni minori e indirettamente l'ATS Fedora. La sua attività ha coinvolto principalmente la Camera di Commercio del VCO e il NISLabVCO che ha condotto uno studio nel settore del casalingo sui bisogni in innovazione tecnologica e possibilità di cooperazione (Bonomi, Castellero, Ricchiardi, 2008). Il lavoro su questo progetto è stato soprattutto orientato dalla Camera di Commercio nel campo della promozione commerciale e i suggerimenti espressi nello studio sul casalingo riguardanti le possibilità di promuovere innovazioni tecnologiche attraverso la cooperazione tra aziende non hanno avuto seguito.

Altre organizzazioni di promozione

Nel territorio è attiva la Fondazione Comunitaria del VCO nata da contributi della Fondazione Cariplo e della Compagnia di San Paolo, fornisce marginalmente aiuti per l'innovazione e l'imprenditorialità attraverso i suoi bandi di concorso. A Domodossola esiste la sede legale dell'associazione Electra Robotics Land che ha però la sede operativa a Lecco. Quest'associazione ha lo scopo di promuovere la robotica come attività di studio, svago e lavoro. Essa ha collegamenti nel VCO con gli istituti d'istruzione superiore L. Cobianchi di Verbania e G. Marconi di Domodossola che hanno corsi di elettronica e informatica che potrebbero, attraverso l'associazione, essere potenzialmente una sorgente di startup. Nel VCO vi è anche la sede legale, a Sambughetto nel comune di Valstrona, dell'associazione "La Storia nel Futuro", Essa ha avuto nei primi anni dopo la sua fondazione nel 1998 un'azione promotrice dell'imprenditorialità locale attraverso conferenze. Ora tuttavia la sua sede operativa principale è a Genova, e si occupa di organizzare, a livello nazionale, viaggi studio nella Silicon Valley per laureandi, imprenditori e manager con lo scopo di promuovere l'imprenditorialità e migliorare la gestione d'impresе. Recentemente essa si sta interessando anche a un'azione promotrice nel territorio del VCO per giovani locali con idee innovanti con un progetto, in fase di elaborazione, che dovrebbe offrire stage e viaggi studio nella Silicon Valley per promuovere l'imprenditorialità giovanile.

4. IL SISTEMA INNOVATIVO TECNOLOGICO DEL CANTON TICINO

Il Canton Ticino è l'unico cantone svizzero interamente di lingua italiana e completamente a sud delle Alpi. Si tratta di un territorio prevalentemente montano, con una popolazione di circa 350.000 abitanti. Importante è la sua posizione sull'asse alpino del Gottardo che mette in comunicazione Milano e l'Italia settentrionale con la Svizzera interna e il Nord Europa attraverso linee e gallerie ferroviarie e autostradali. La sua struttura montana lo rende importante produttore di energia idroelettrica che alimenta reti di distribuzione commerciali ed è stata sfruttata industrialmente, a differenza del VCO, solo in maniera limitata. L'industria ticinese si è sviluppata gradualmente dal XIX secolo nel campo manifatturiero con industrie meccaniche e

alimentari. Nel dopoguerra si è sviluppata un'importante attività logistica e commerciale legata alla presenza dell'asse del Gottardo, mentre sono arrivate nuove aziende innovative, in parte provenienti dalla Svizzera interna, ma anche in parte dall'Italia. Nel Ticino non si sono mai insediati numerosi grandi stabilimenti come nel VCO e il più grande, l'Acciaieria Monteforno realizzato nel 1933, fu chiuso definitivamente nel 1996. A differenza del VCO nel Ticino non si sono formati veri e propri distretti industriali anche se esiste un cluster d'industrie farmaceutiche e prodotti medicali.

4.1. Il sistema svizzero di formazione, ricerca e innovazione

In Svizzera il sistema di formazione, ricerca e innovazione è coordinato a livello federale in un quadro politico e organizzativo molto differente da quello italiano. La Svizzera ha una popolazione di circa 8 milioni e mezzo di abitanti, ed è retta a livello federale su base parlamentare bicamerale costituita dal Consiglio Nazionale e dal Consiglio degli Stati che eleggono sette consiglieri federali. Questi assicurano il governo come Consiglio Federale su base direttoriale con decisioni collegiali. La Svizzera non ha quindi l'equivalente di un Presidente del Consiglio come in Italia. A turno, per la durata di un anno, i consiglieri federali assumono la carica di Presidente della Confederazione con funzioni di rappresentanza simili a quelle del Presidente della Repubblica italiana. Ogni consigliere federale assume la direzione di un dipartimento equivalente a un ministero italiano. Tutte le attività governative fanno capo quindi a sette dipartimenti (ministeri) un numero molto inferiore a quello dei ministeri italiani. Vi sono poi varie agenzie federali che fanno capo a uno o più dipartimenti ma che operano in autonomia. Le funzioni del MIUR in Italia sono assunte in Svizzera, in particolare per l'insegnamento, dal Dipartimento federale dell'interno e, per quanto riguarda la ricerca e l'innovazione, dal Dipartimento federale dell'economia della formazione e della ricerca, e soprattutto da una serie di agenzie federali autonome. Queste sono in particolare la Segreteria di stato all'economia (SECO) che fornisce direttive valide per tutti i cantoni per la promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità, il Fondo Nazionale Svizzero (FNS) per la ricerca scientifica che finanzia questa attività nel sistema universitario svizzero, La Commissione per la Tecnologia e l'Innovazione (CTI) che dipende attualmente dal Dipartimento federale dell'economia, della formazione e della ricerca, creata già nel 1943 diventerà nel 2018 anch'essa un'agenzia federale con il nome di Innosuisse, acquistando un'indipendenza simile a quella del FNS.

Spese federali per la formazione e ricerca

Le spese federali per il funzionamento del sistema formativo universitario ammontavano in media nel periodo 2008 – 2011 a 15.460 milioni di CHF di cui il 53% per i due politecnici federali a Zurigo (ETH) e a Losanna (EPFL), 18% per le dodici università cantonali, 11% per le otto scuole universitarie professionali (SUP) e 18% per attività varie di formazione, tirocini, ecc. Occorre aggiungere che le università e le SUP hanno finanziamenti anche a livello cantonale. La ricerca scientifica finanziata dal FNS ha avuto una dotazione media annuale (periodo 2008 - 2011) di 736 milioni di CHF, mentre gli aiuti alla R&S, forniti attraverso la CTI, hanno avuto una dotazione media annuale (periodo 2010 -2015) di 138 milioni di CHF. Negli ultimi anni si cerca di sviluppare anche un coordinamento tra i progetti finanziati dal FNS e la CTI per migliorare lo sfruttamento della ricerca scientifica per l'innovazione tecnologica. Altri finanziamenti federali alla ricerca (media 2008 -2011) ammontano a 290 milioni CHF e quindi il totale medio annuale di finanziamento federale alla ricerca ammonta a 1159 milioni di CHF. Le percentuali dei vari tipi di finanziamento sono riportati nella Fig.1. Il governo federale è stato sempre attento alla relazione tra innovazione ed economia e la forte rivalutazione del CHF avvenuta dopo le crisi bancarie del 2008 ebbe immediati interventi del governo con la messa disposizione di un aumento di circa 150 milioni di CHF per la ricerca in aiuto al rinnovo dei prodotti destinati all'esportazione penalizzati dalla rivalutazione del CHF. In questo quadro il Consiglio nazionale ha recentemente approvato, per il periodo quadriennale 2017-2020, un aumento di 395 milioni dai 26,4 miliardi attuali per la formazione e la ricerca, di cui 100 milioni in più saranno destinati alla formazione professionale (3,389 miliardi), 160 ai politecnici federali (10,386 miliardi), 95 a contributi di base per università e scuole universitarie

professionali (4,9 miliardi) e 40 agli istituti di ricerca di importanza nazionale (422 milioni). Il FNS riceverà 4,15 miliardi, la CTI 946,2 milioni. L'organizzazione della promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità, diretta dalla SECO, è gestita sulla base di macroterritori comprendenti più cantoni divisi su una base linguistica che, per l'italiano, riguarda il Canton Ticino, e supporta, con il contributo dei rispettivi cantoni, i costi strutturali di organismi di promozione come ad esempio la Fondazione Agire in Ticino o la Fondazione The Ark in Vallese.

Attività della CTI

L'attività della CTI, come descritta nel rapporto d'attività 2015 di quest'organismo (CTI 2015), riguarda prima di tutto il supporto a progetti di R&S e quindi al supporto delle startup e infine alla promozione del trasferimento tecnologico. Nel periodo 2010 - 2015 il budget medio disponibile per la CTI è stato di 138 milioni di CHF che si è ripartito in media per il 89% per progetti di R&S, il 7% per le startup e il 4% per il trasferimento tecnologico come riportato nella Fig. 2.

Il finanziamento medio (2010 -2015) di 114 milioni, disponibile per i progetti di R&S, è stato destinato in media per il 55% alle Scuole Universitarie Professionali (SUP), per il 34% ai due politecnici federali (POLI), per il 15% alle università (UNI), il 6% al Centro Svizzero di Elettronica e Microtecnica (CSEM) e il 4%, il ad altre entità come riportato nella Fig. 3. Il CSEM, che ha sede a Neuchatel, si è formato nel 1972 con la fusione di alcuni centri di ricerca nel campo dell'orologeria esistenti nel nord ovest della Svizzera. I finanziamenti per aiuti alle startup, pari a 10,2 milioni di CHF (media 2010 -2015), non comprendono solo l'azione di coaching, che conta per il 53%, ma anche la promozione dell'imprenditorialità, che conta per il 44%, e che è destinato anche a piattaforme, acceleratori di startup e la loro internazionalizzazione, mentre il rimanente 3% riguardano investimenti diretti della CTI in questo campo, come riportato in Fig.4. Per quanto riguarda il finanziamento al trasferimento tecnologico esso ammonta a 3,8 milioni di CHF (media 2010 -2015). Esso comprende in media per il 56% il finanziamento di reti tematiche nazionali, per il 28% per il supporto all'azione di attività di trasferimento tecnologico (mentori dell'innovazione) e per il restante 6% per altre azioni su piattaforme e sponsorizzazioni. I dati sono riportati nella Fig. 5.

Aiuti ai progetti di R&S

L'attività di R&S in Svizzera è caratterizzata da un elevato contributo privato negli investimenti rispetto a quello pubblico, e che rappresenta circa tre quarti del totale, il valore più alto osservabile nei paesi europei. Vi è comunque uno sforzo per promuovere la ricerca e lo sviluppo tecnologico presso le piccole e medie imprese. In linea di principio il sistema svizzero non fornisce nessun aiuto diretto per la R&S alle imprese, e l'aiuto si svolge essenzialmente tramite i laboratori di ricerca universitari finanziati dalla CTI e altri organismi svizzeri o partecipazione a programmi di aiuto dell'Unione Europea e internazionali. I cantoni possono intervenire con aiuti, in genere sotto forma di prestiti agevolati, che riguardano l'industrializzazione di nuove tecnologie e investimenti produttivi nel loro territorio come per il Programma Copernico esistente nel Canton Ticino. Una descrizione delle opportunità, collaborazioni e politiche dell'aiuto pubblico si può trovare in un fascicolo pubblicato nel Canton Ticino (Fischbach, Lepori, Pellegrini 2004).

Questo documento riporta anzitutto i vari organismi ai quali una PMI si può rivolgere per aiuti alla R&S e che in Svizzera sono essenzialmente la CTI, il FNS e l'amministrazione federale, mentre esistono organismi europei come i Programmi Quadro, COST, Interreg, EUREKA, ESA (Agenzia Spaziale Europea) e anche internazionali come l'Intelligent Manufacturing System.

Per gli organismi europei esistono limiti di accessibilità per la Svizzera, come nel caso di COST, e anche per i Programmi Quadro vi sono limiti che sono da negoziare tra l'UE e la Svizzera a seguito della limitazione alla libertà d'immigrazione votata in Svizzera con il referendum del 9 febbraio 2015. Nel caso della CTI, che è la più importante sorgente di finanziamento indiretto per l'industria, per l'aiuto ai progetti vale il principio *bottom up* per il

quale sono i richiedenti che definiscono la tematica del loro progetto a differenza del sistema *top down* dei bandi utilizzato nell'UE e in Italia.

I partner industriali sostengono almeno la metà dei costi della ricerca, mentre la CTI finanzia il rimanente. La CTI copre generalmente i costi dei salari dei ricercatori delle istituzioni universitarie, mentre il partner è chiamato a collaborare finanziando le proprie prestazioni e contribuendo in modo minimo ai costi dei centri pubblici di ricerca. Il budget per progetto può variare dai 50 mila ad oltre il milione di CHF. Sono particolarmente apprezzati i progetti in rete o che coinvolgono più aziende. Il progetto deve contenere, oltre alla sua pianificazione e relativi finanziamenti, informazioni sullo stato dell'arte (conoscenze attuali, brevetti, mercati ecc.) e un *business plan* per l'innovazione proposta. La collaborazione tra industria e istituti universitari può prendere varie forme a secondo i bisogni come:

- l'attribuzione di mandati a istituti di ricerca per risolvere un problema tecnologico che ostacola lo sviluppo dell'impresa
- le collaborazioni in progetti di ricerca, ad esempio in progetti CTI o in progetti europei
- lo scambio più o meno informale di conoscenze su nuovi sviluppi scientifici e tecnologici
- la valorizzazione di risultati della ricerca attraverso delle licenze ad imprese private o la creazione di nuove aziende (spin-off).

Per promuovere queste collaborazioni tutte le università svizzere dispongono di un servizio di trasferimento tecnologico. I politecnici federali hanno anche sviluppato servizi di sostegno alle imprese innovative, mentre le SUP hanno per mandato esplicito quello di servire l'economia locale e di sviluppare il trasferimento di tecnologia.

4.2. Strutture per la formazione e le attività d'innovazione tecnologica nel Canton Ticino

Le strutture formative universitarie hanno avuto in Ticino una lunga gestazione che risale all'800 realizzandosi solo negli anni 90 del secolo scorso con la fondazione nel 1996 dell'Università della Svizzera Italiana (USI) e, nel 1997, della Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI) alle quali si sono associati alcuni istituti di ricerca, in particolare l'Istituto Dalle Molle per l'Intelligenza Artificiale (IDSIA) e l'Istituto di Ricerche in Biomedicina (IRB).

Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana

La SUPSI fu fondata nel 1997, incorporando varie scuole tecniche professionali già esistenti, con lo scopo di fornire al Ticino una scuola professionale più avanzata rispetto a quelle esistenti nell'ambito delle scuole professionali dell'istruzione secondaria.

In effetti uno studio condotto negli anni 90 sul fabbisogno del personale nel Canton Ticino (Rossi, Filippini 1997) aveva dimostrato, attraverso un'indagine presso l'industria ticinese, che se i diplomati universitari svizzeri erano leggermente preferiti a quelli italiani, i diplomati in ragioneria e i periti industriali italiani erano invece preferiti ai diplomati delle scuole secondarie commerciali e tecniche ticinesi, da cui l'interesse a coprire questa lacuna con una formazione anche superiore. Uno degli autori di questo studio, Angelo Rossi, diventerà poi il primo direttore della SUPSI.

Attualmente la SUPSI ha sede a Manno ed è composta da quattro dipartimenti: Ambiente Costruzione e Design, Economia Aziendale, Sanità e Sociale, Formazione e Apprendimento e Tecnologie Innovative con corsi nel campo della meccanica, elettronica e informatica. In totale la SUPSI offre 30 corsi professionali a livello di diploma di baccalaureato e magistrale. La SUPSI ospita anche L'Istituto Dalle Molle di ricerche sull'intelligenza artificiale (IDSIA) fondato da un imprenditore italiano Angelo Dalle Molle, che ha un'interessante origine: Angelo Dalle Molle, nato a Venezia nel 1908 e morto nel 2002, deve la sua fama in Italia per l'invenzione nel 1952 di un liquore di successo il Cynar. A partire dagli anni 70 si interessò allo sviluppo dell'informatica creando a Lugano nel 1971 la Fondazione Dalle Molle, dando vita nel 1988 all'IDSIA ospitato poi nella SUPSI, ma anche altri istituti di ricerca in Svizzera come l'ISSCO a Ginevra per gli studi semantici e cognitivi, L'IDIAP a Martigny sui multimedia e management dell'informazione e MEDIPLANT a Conthey per le piante medicinali.

L'allegato statistico al Rapporto Annuale 2015 (SUPSI 2016), riporta un totale di studenti SUPSI nei vari dipartimenti che arriva a quasi 3000 unità. Il volume della ricerca applicata nel periodo 2011 -2015 è stabile con una media di 24,2 milioni CHF. Il contributo del Cantone si è ridotto in questo periodo da 8 a 5 milioni CHF compensato da un aumento del contributo CTI da 3 a 5 milioni CHF. Importanti sono anche i contributi dei progetti europei e delle fondazioni che, nel periodo 2011 – 2015, sono stati in media di 3,6 milioni CHF. La ripartizione dei volumi sui vari assi di ricerca è variabile considerando i progetti in corso, terminati o iniziati nel 2015, prevalgono comunque nel 2015 i nuovi progetti che riguardano l'asse sui processi innovativi (29%), il settore energetico (22%) e i sistemi intelligenti di conoscenza e comunicazione (18%).

Università della Svizzera Italiana

L'Università della Svizzera Italiana (USI) è stata fondata nel 1996 e ha sede a Lugano. Essa comprendeva all'origine le facoltà di architettura e di scienze economiche alle quali si sono aggiunte le facoltà di scienze della comunicazione e informatica e, recentemente, la facoltà di scienze biomediche. Attualmente l'USI ha un totale di circa 2800 studenti e oltre 800 docenti. Dal punto di vista della ricerca scientifica la facoltà d'informatica collabora con l'IDSIA, ospitato alla SUPSI, e la nuova facoltà di scienze biomediche con l'Istituto di Ricerche in Biomedicina (IRB).

Istituto di Ricerche in Biomedicina

Questo istituto di ricerche che ha sede a Bellinzona ed è stato fondato nel 2000. Conduce ricerche fondamentali che portano anche ad applicazioni mediche e farmaceutiche. Il personale è di oltre 50 unità e comprende 11 gruppi di ricerca attivi in particolare nel campo dell'immunologia. L'IRB ospita anche programmi di dottorato in collaborazione con varie università e in particolare con la facoltà di scienze biomediche dell'USI.

4.3. Strutture per la promozione dell'imprenditorialità nel Canton Ticino

In Ticino sono presenti varie strutture di promozione dell'imprenditorialità e in particolare il Tecnopolo con le sedi di Manno e Chiasso, e un *open lab* situato a Lamone.

Tecnopolo

Questa struttura è stata realizzata nel 2009 dalla società Tecnopolo Lugano SA a Bioggio e poi confluita ed espansa nel 2014 con la sede di Manno e gestita dalla Fondazione AGIRE. Il Tecnopolo attuale è una struttura composta di spazi per uffici entrata in funzione nel 2014 con sede principale a Manno e con una succursale a Chiasso. La sede principale può contare su una superficie di 2700 m² predisposta per uffici modulari. Vi è disponibile anche uno spazio aperto di co-working di 150 m², tre sale di conferenza e due spazi *lounge* d'incontro. La struttura offre spazi principalmente per startup ma è disponibile anche per sedi provvisorie di aziende internazionali che intendono stabilirsi in Ticino, e per consulenti, associazioni, o altro che si occupano di promozione dell'imprenditorialità e l'innovazione. Attualmente la sede di Manno è occupata da oltre 30 aziende costituite principalmente da startup e da aziende di consulenza. Il Tecnopolo di Chiasso è più piccolo ed è attualmente totalmente occupato da sette aziende. Il Tecnopolo attira anche startup italiane che trasferiscono la loro sede nel Canton Ticino, emblematico è il caso dell'EYRA, fondata da due ingegneri genovesi che hanno tra l'altro fruito di un viaggio studio nel 2014 nella Silicon Valley organizzato dall'associazione "La Storia nel Futuro", già citata nel VCO dove ha sede. L'EYRA sviluppa un sistema acustico in grado di guidare i ciechi nel loro cammino e ottenuto importanti finanziamenti da una venture capital americana.

OpenLab Group

In Ticino è attivo a Lamone l'OpenLab Group, iniziativa privata con uno spazio *open lab* che mette a disposizione un *makerspace* per realizzare progetti tramite macchinari professionali in uno spazio di oltre 800 m². Esso è suddiviso in quattro laboratori per legno, metallo, tecnologie, meccanica. Possiede anche spazi di co-working per progetti, immagazzinamento e

una sala riunioni. Anche se questa struttura è rivolta ad attività hobbistiche, essa può essere un'interessante incubatrice di attività preparatorie per startup.

Altre strutture

Nel Canton Ticino non sono presenti incubatori di startup, con spazi per laboratori o per fabbricazioni includenti uno spazio ufficio, come invece realizzati al Tecnoparco nel VCO. La Fondazione AGIRE ha comunque in programma la realizzazione di una struttura di questo tipo per laboratorio e ufficio per startup nel campo biomedico.

4.4. Organizzazioni per la promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità in Ticino

Nel cantone sono presenti due importanti strutture che si occupano di promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità e che sono la Fondazione AGIRE e il Centro Promozione Start up (CP Start up), la prima ha un'azione generale per start up che vogliono operare nel Canton Ticino mentre la seconda è specifica per start up che si generano da spin off delle strutture universitarie in particolare del Canton Ticino.

Fondazione AGIRE

La fondazione AGIRE è l'organizzazione più importante in Ticino per la promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità. Essa è stata fondata nel 2011 in sostituzione di Ticino Transfer, una precedente organizzazione per il trasferimento di tecnologia, ospitata presso la SUPSI, e parte a suo tempo della rete Alliance, capeggiata dall'EPFL, e comprendente i territori della Svizzera Romanda e del Canton Ticino. Attualmente la Fondazione AGIRE è sostenuta nei suoi costi di struttura a livello federale dalla SECO e dal Canton Ticino. All'inizio delle sue attività controllava anche la società d'investimenti AISA per il finanziamento di startup con una dotazione di 7 milioni CHF da parte del Cantone, da cui però è stata in seguito separata, e l'AISA sostituita dalla società d'investimenti TIVenture SA, con gli stessi scopi dell'AISA, a sua volta capitalizzata dalla Fondazione Centenario della Banca Stato del Ticino. La Fondazione AGIRE ha come mandato di favorire il trasferimento tecnologico e il coaching per lo sviluppo di startup e si rivolge a persone, imprenditori, aziende, spin off, ecc. che richiedono questi servizi e seguono attualmente una cinquantina di progetti. Tipicamente si rivolgono ad Agire piccole e medie imprese e startup, parte con loro idee innovanti ma anche alla ricerca di competenze e innovazioni. Le grandi imprese non sono praticamente presenti, il che dimostra come la promozione pubblica d'innovazione e imprenditorialità agisca essenzialmente sui canali innovativi delle PMI e delle startup. La Fondazione AGIRE collabora con la CTI per questi progetti ma non riceve direttamente finanziamenti dalla CTI per la sua attività. In linea di principio la Fondazione AGIRE non s'interessa agli spin off che si formano dalla ricerca della SUPSI e dell'USI e che sono assistiti da un'organizzazione specifica che è il CP Start up. Tuttavia recentemente la direzione di AGIRE ha preso in carico anche la direzione del CP Start up e si potrebbe in futuro avere una fusione delle due organizzazioni. La Fondazione AGIRE gestisce anche il Tecnopolo di Manno, dove ha anche la sede, e il Tecnopolo di Chiasso. La società d'investimento TIVenture ha anch'essa la sede operativa al Tecnopolo di Manno. Occorre segnalare che questa finanziaria è attiva soprattutto nel fornire del *seed capital* alle startup per aiutarle a preparare il loro sviluppo per finanziamenti più importanti da venture capital privati.

Centro Promozione Start Up

Il Centro di Promozione Start up è stato istituito nel 2004, promosso dalla Fondazione per le Facoltà di Lugano dell'USI e istituito in collaborazione con l'USI e la SUPSI. Lo scopo è di fornire assistenza a laureati svizzeri ed esteri e, in particolare a quelli che intendono avviare un'impresa nel Canton Ticino. Il CP Start up collabora per i suoi compiti anche con il Servizio dell'USI/SUPSI che rappresenta l'ufficio di trasferimento tecnologico delle strutture universitarie ticinesi. Il tipo di assistenza e coaching è simile a quello svolto dalla Fondazione AGIRE e segue attualmente qualche decina di startup.

Altre organizzazioni di promozione

Nel Cantone esistono anche altre organizzazioni che partecipano alla promozione d'innovazione e imprenditorialità come l'Associazione Industrie Ticinesi (AITI) e la Camera di Commercio del Canton Ticino. Da notare anche l'Istituto di Ricerche Economiche, incorporato nell'USI, che è attivo in questa promozione con studi e organizzazione di seminari anche su questi temi con incontri periodici denominati ConfronTI.

5. LA SILICON VALLEY COME BENCHMARKING

La Silicon Valley presenta un sistema innovativo particolare, basato su una completa integrazione delle attività di ricerca con quelle industriali e commerciali, accompagnato da molte innovazioni tecnologiche di origine scientifica ma anche di natura puramente combinatoria come lo è stata l'invenzione del PC (Bonomi, Marchisio 2016). Il suo sistema innovativo territoriale è stato studiato per questo lavoro non solo sul piano documentario ma anche attraverso un viaggio studio in questo territorio condotto recentemente dall'autore (Bonomi 2016a). Esso appare naturalmente molto differente da quello di territori europei e italiani in cui si cerca di promuovere lo sviluppo. In esso vi è uno stretto rapporto con le università, una forte propensione delle aziende verso l'innovazione tecnologica, la presenza di ampio venture capital che rendono superflui gli aiuti pubblici. Per queste ragioni il sistema innovativo della Silicon Valley non sembrerebbe interessante, per le sue grandi differenze, a essere usato come benchmarking in studi di sistemi innovativi europei. Tuttavia, se si studia l'evoluzione del suo sistema innovativo, si osserva che il sistema attuale è il risultato di un lungo percorso evolutivo che inizia già negli anni 30 del secolo scorso, soprattutto per opera di Frederick Terman, professore di elettronica all'Università di Stanford (Stuart, Leslie, Kargon 1994). In realtà la Silicon Valley ha avuto interventi di promozione simili a quelli attuati in Europa, ma che sono avvenuti già nel primo dopoguerra, ancorché di origine privata attraverso l'università di Stanford, con la creazione di un'organizzazione di ricerca per l'industria lo Stanford Research Institute (SRI) nel 1945 e, nel 1946, dello Stanford Industrial Park e infine, nel 1954, degli Stanford Electronics Laboratories. Sul piano degli aiuti pubblici alla R&S essi furono imponenti sotto forma di commesse militari legate ai bisogni per la guerra fredda e di Corea, e durarono massicciamente fino agli inizi degli anni 70. Questi aiuti permisero di sviluppare i circuiti integrati e i microprocessori, che resero possibile la realizzazione del PC. Durante questo periodo la Silicon Valley entrò in competizione con l'industria elettronica della Route 128 vicino a Boston, e che superò negli anni 60 con la sua flessibilità e capacità innovativa dovuta alla sua struttura d'impresе collegate, e a un sistema efficiente di subfornitura e di scambio d'informazioni e competenze, rispetto alla rigida struttura gerarchica, accompagnata da una lentezza nelle decisioni, del sistema produttivo integrato delle grandi imprese concorrenti (Saxenian 1996). Il colpo finale avvenne poi negli anni 80 quando le grandi imprese della Route 128 insistettero nel produrre minicomputer mentre la Silicon Valley puntò sui PC che si mostrarono meno costosi e altrettanto performanti dei minicomputer iniziando così la fase di grande sviluppo che perdura tuttora. La storia evolutiva della Silicon Valley è senza dubbio singolare, tuttavia il sistema, pur non essendo copiabile o adattabile ai territori europei, è comunque basato sull'innovazione ed è ricco di lezioni su come aiuti all'innovazione e all'imprenditorialità possano evolvere a lungo termine. Per un benchmarking è interessante considerare alcuni aspetti importanti che lo caratterizzano attualmente, come gli obiettivi e strategie delle aziende, il rapporto tra università e industria, le politiche del venture capital in quel territorio e i vantaggi competitivi di questo cluster d'impresе.

5.1. Obiettivi, strategie e management delle imprese nella Silicon Valley

Gli obiettivi, le strategie e il management delle imprese della Silicon Valley hanno caratteristiche molto differenti da quelle delle aziende convenzionali sia in USA che in Europa. L'obiettivo principale dell'attività è l'innovazione, mentre il fatturato, i profitti, i mercati ecc. tipici delle imprese convenzionali, sono considerati aspetti secondari fatalmente risultanti. L'idea è quindi che il perseguimento continuo e intenso dell'innovazione non può avere che

risultati eccezionali in termini di fatturato, profitti, mercati ecc. (Saxenian 1996). Il fatto che l'innovazione abbia una posizione centrale nell'attività dell'azienda, determina l'organizzazione del lavoro che non può che essere basata principalmente su un'attività di progetti, con una gestione per obiettivi, e non sulla base del tempo di lavoro, da cui la grande libertà per il personale lavorativo nel scegliere i tempi e i modi con cui lavorare sapendo che sarà giudicato sul grado di raggiungimento degli obiettivi e non sulla quantità di lavoro fatto. Il sistema ha quindi un dinamismo industriale che è fondato non su una specifica tecnologia o prodotto, ma sulla competenza di ognuna delle parti costituenti e le loro interconnessioni multiple (Saxenian 1996).

5.2. I rapporti università – industria nella Silicon Valley

La Silicon Valley ha una ricca dotazione d'istituzioni superiori che comprendono una quindicina di università e altrettanti college, business school e istituti vari. Su tutte le università dominano sicuramente l'università privata di Stanford e l'università pubblica di Berkeley, per le loro dimensioni e stretti rapporti che hanno con l'industria locale. Uno dei punti di forza delle università della Silicon Valley, riconosciuto storicamente in particolare alla Stanford, è quello di non aspettare il contatto dell'industria locale per collaborazioni, ma di identificare importanti opportunità che sorgono dalla ricerca e perseguirle aggressivamente proponendole all'industria (Stuart, Leslie, Kargon 1994). Per questo è reso disponibile un budget per promuovere nuovi contratti di R&S da idee innovative che si possono generare da attività di ricerca scientifica, ma anche da progetti di R&S, non necessariamente collegate agli obiettivi dei progetti condotti. Lo sfruttamento di queste conoscenze collaterali generate dai progetti ha un ruolo molto importante nello sviluppo delle attività di R&S (Bonomi 2017). L'apertura delle università della Silicon Valley verso l'industria è ben indicata anche dalle dimensioni dei cosiddetti uffici di trasferimento tecnologico, che danno un supporto ai ricercatori nel contatto con l'industria, e che, nel caso dell'Università di Stanford, raggiunge ben le trenta persone (Haour, Miéville 2012), mentre in Europa il numero è nettamente minore e in Italia non supera in media le due o tre persone (Netval 2014).

5.3. La politica del venture capital nella Silicon Valley

La Silicon Valley è caratterizzata da una presenza molto importante del venture capital. Questa presenza non è stata all'origine del suo sviluppo ma attirata dal suo successo. Il venture capital gioca un ruolo fondamentale nello sviluppo delle cosiddette startup destinate eventualmente a diventare grandi imprese entrando in borsa, o essere acquisite da grandi aziende, anche se la maggior parte di esse è in realtà abbandonata. Statistiche correnti nella Silicon Valley indicano una percentuale di abbandono che raggiunge il 90% mentre solo il 5% ha un exit positivo entrando in borsa o con l'acquisto da parte di una grande impresa. Il rimanente 5% sono aziende che sopravvivono ma non crescono. Possiamo notare che il tasso di successo nella Silicon Valley è molto inferiore ai valori che circolano per le startup europee che sono del 20-25%. Questo fatto potrebbe essere spiegato dalle politiche di selezione che nella Silicon Valley accettano di finanziare un numero molto più elevato di startup, premiando il loro potenziale economico piuttosto che la fattibilità tecnica. Il risultato è che il tasso di abbandono nella Silicon Valley è più alto ma le startup di successo raggiungono dimensioni aziendali molto più grandi che in Europa. Si può inoltre osservare che la propensione al rischio è molto più elevata nella Silicon Valley, ma soprattutto il fatto che il fallimento di una startup è considerato come un episodio positivo da cui trarre insegnamento (Saxenian 1996), e non come in Europa un episodio negativo che penalizza gli attori che ne sono stati coinvolti. Ne risulta, nel caso americano, un accumulo di esperienza, sia da parte dei promotori che dei finanziatori delle startup, che rendono l'attività di selezione e sviluppo molto più efficiente che in Europa. Infatti nella Silicon Valley si nota come il successo di una startup si manifesti soprattutto dopo due o tre esperienze di fallimento da parte dei promotori. Il venture capital della Silicon Valley è ampiamente strutturato e specializzato per i vari settori applicativi. Inoltre esiste venture capital che finanzia le fasi iniziali delle startup, quello che finanzia gli stadi intermedi e infine quello che porta la startup alla exit. Lo sviluppo delle startup è quindi condotto attraverso operazioni di

compravendita tra venture capital creando una specie di mercato in cui le startup hanno un loro valore di capitale che varia con il loro sviluppo ed è riportato anche in banche dati locali.

5.4. IL CLUSTER D'IMPRESA NELLA SILICON VALLEY E I SUOI VANTAGGI COMPETITIVI

La presenza di un cluster d'impresa, con caratteristiche peculiari e forti relazioni e interazioni interne ed esterne, è alla base del successo di questo territorio. Vi sono comunque alcune condizioni necessarie al funzionamento del sistema come l'esistenza d'importanti università, un clima d'incoraggiamento per nuove imprese e la presenza di quello che si può definire una "esternalità di agglomerazione" che si esprime nei benefici dell'esistenza di un cluster di aziende con cultura e visioni imprenditoriali simili in uno stesso territorio (Kargon, Leslie, Schoenberger, 1992). Un altro punto di forza della Silicon Valley è stato nel non perseguire una singola traiettoria tecnologica, come succede in molte altre imprese e regioni, ma una ricca gamma d'alternative tecnologiche e organizzative. La competizione delle imprese della Silicon Valley, basata su un'innovazione continua, permette di evitare il raggiungimento di condizioni di maturità industriale, implicita dell'evoluzione e localizzazione d'industrie di produzione di massa basate sulla minimizzazione dei costi di produzione (Saxenian 1996). Infatti le aziende della Silicon Valley mettono al cuore delle loro capacità l'avanzamento tecnologico, la progettazione e l'assemblaggio dei prodotti finali, in questo modo esse continuano a operare come startup condividendo costi e rischi dello sviluppo di nuovi prodotti con partner e fornitori (Saxenian 1996). Un altro aspetto presente nella Silicon Valley è il facile e utile scambio e discussione di nuove idee senza remore di essere copiati o dare importanza agli aspetti brevettuali. Queste discussioni informali hanno un ruolo molto importante nella generazione di nuove idee d'innovazione (Bonomi 2017). L'esperienza della Silicon Valley dimostra che le idee valide, e quindi quelle veramente d'interesse per brevetti, sono spesso quelle che si formano con il lavoro delle startup, e non quelle iniziali che devono invece profondamente trasformarsi per diventare veramente valide. Questo modo di vedere fa sì che uno spin off non venga visto dall'azienda da cui deriva come un potenziale concorrente ma piuttosto come un possibile futuro partner.

6. CONFRONTO DEI VARI SISTEMI INNOVATIVI TERRITORIALI

Confrontando il caso del VCO con quello del Canton Ticino siamo di fronte a due situazioni completamente differenti in cui, nel caso del VCO, abbiamo un sistema innovativo tecnologico territoriale che ha iniziato il suo sviluppo attorno alla metà degli anni 90 per poi collassare quasi completamente nel 2015 con lo scioglimento della società del Tecnoparco del Lago Maggiore e l'arresto delle attività del NISLabVCO. Nel caso del Canton Ticino abbiamo invece uno sviluppo iniziato con la creazione dell'USI e della SUPSI a metà degli anni 90 e la formazione successiva di strutture per la ricerca e l'imprenditorialità e di organismi per la loro promozione. Per quanto riguarda i risultati, gli sforzi fatti nel VCO per l'innovazione e l'imprenditorialità non sono riusciti a fermare il lento declino industriale, in particolare del distretto del casalingo, mentre, nel Canton Ticino, si è avuto uno sviluppo positivo anche se non comparabile ai territori svizzeri dell'arco lemanico, capeggiati dall'EPFL, e nella Svizzera interna, capeggiati dall'ETH, con le loro imponenti strutture innovative.

Considerando il caso del VCO il collasso del sistema si può attribuire principalmente ad errori di gestione delle due strutture più importanti create: il Tecnoparco del Lago Maggiore per l'imprenditorialità e il NISLabVCO per l'innovazione tecnologica. Nel caso del Tecnoparco i principali errori di gestione sono attribuibili anzitutto al suo sovradimensionamento rispetto alle possibilità del territorio e la sua sottocapitalizzazione che ha causato elevati oneri finanziari per gli investimenti fatti. Per ovviare a queste difficoltà esso avrebbe dovuto sviluppare ed estendere molto di più le sue relazioni in modo da allargare la sua area di attività nel nord d'Italia e non attendere quasi passivamente i contatti. Al contrario, alcune realizzazioni iniziali di successo, come il Progetto Ruvaris (Rolfo, Bonomi 2014), non furono sfruttate e avrebbero potuto fare del Tecnoparco un centro per la collaborazione tra PMI per l'innovazione. Un altro problema per il

Tecnoparco è stato la mancanza di esperienza nella scelta e gestione delle imprese ospitate che si sono tradotte in fallimenti e gravi perdite d'introiti con aggravamento della sua situazione finanziaria (Bonomi 2015). Il NISLabVCO è stato invece penalizzato dal fatto di non aver impostato le attività secondo le regole tipiche delle organizzazioni di ricerca su contratto. Queste richiedono investimenti nella preparazione di proposte di progetti attraverso studi preliminari e di prefattibilità, accompagnati da una ricerca attiva d'industrie interessate (Bonomi 2016b), carenza dovuta anche ai limitati finanziamenti disponibili. La situazione era poi aggravata dalla presenza di un numero di ricercatori molto ridotto, e quindi di relazioni generative d'idee innovanti limitate, e di una chiusura da parte del NIS, da cui dipendeva scientificamente, e che avrebbe invece potuto favorire il laboratorio con idee innovative nel campo delle nanotecnologie (Bonomi 2013b). A questi problemi si sono aggiunti gli insuccessi di un insediamento universitario tecnologico, causato anche da una mancanza d'interesse e fondi a livello locale, e al fatto che la Camera di Commercio del VCO abbia promosso con l'ATS Fedora e il Progetto Interreg gli aspetti commerciali piuttosto che quelli tecnologici ritenendo quest'ultimi difficilmente sviluppabili nel VCO a differenza di quanto avvenuto per il Progetto Ruvaris nell'Alto Novarese e a Brescia. Il distretto del casalingo, uscito dal periodo delle innovazioni tecnologiche combinatorie, non dipendenti dalla ricerca scientifica, come il caso della Moka Express della Bialetti (Bonomi, Marchisio 2016), non ha saputo continuare a innovare allo stesso modo o con l'aiuto della ricerca ed assicurare una continuità imprenditoriale. Il distretto è così entrato in una situazione che può essere definita un regime della Regina Rossa (Bonomi, Marchisio 2016) in cui l'assenza di sviluppo d'innovazioni più radicali ha favorito la produzione competitiva in paesi emergenti. D'altra parte il sistema innovativo tecnologico del VCO non è stato in grado di fornire un aiuto tecnologico utile per arrestarne il declino.

Nel caso del Canton Ticino i risultati positivi ottenuti possono essere attribuiti sicuramente all'iniziativa riuscita del cantone nel creare strutture di formazione superiore come l'USI e la SUPSI, promuovendo in particolare le relazioni di quest'ultima con l'industria. Ciò non ha reso necessaria la creazione di un laboratorio specifico di ricerca su contratto come lo è stato il NISLabVCO. Il Canton Ticino inoltre non ha commesso l'errore di creare un grande parco scientifico e tecnologico, che non avrebbe avuto mercato nella Svizzera interna e limitazioni con l'Italia, creando invece un più limitato Tecnopolo basato su uffici che hanno comunque attirato molte startup, contrariamente all'incubatore realizzato al Tecnoparco. In Ticino inoltre è apparso un open lab, su iniziativa privata, che non ha riscontro nel VCO. Interessante è anche il ruolo dei laboratori di ricerca del territorio. Nel VCO è presente l'Istituto del CNR per lo studio degli Ecosistemi e in Ticino vi è l'IRB. Ambedue svolgono ricerca di base nei loro campi ma l'IRB ha una ricerca che è molto più aperta ad applicazioni che potrebbero interessare l'agglomerato locale d'industrie farmaceutiche e di prodotti medicali, mentre l'Istituto per gli Ecosistemi non ha praticamente relazioni con l'industria del territorio. Interessante è anche l'impostazione data a TIVenture, la venture capital di origine pubblica di concentrarsi sul seed capital per le startup ricalcando in un certo senso la segmentazione di attività del venture capital presente nella Silicon Valley, iniziativa che invece non ha avuto nessun riscontro nel VCO. Infine non è certo trascurabile per il Canton Ticino il ruolo positivo dell'esistenza di una coordinazione e delle direttive a livello federale, in particolare da parte della SECO e attraverso la collaborazione con la CTI, questo unitamente a una buona disponibilità di finanziamenti sia per progetti che per il sostenimento delle strutture di ricerca e promozione. Questo ruolo direttivo e di coordinamento generale non è stato invece disponibile nel VCO unitamente alla scarsità di finanziamenti che, se nel caso delle strutture come il Tecnoparco furono ampi, non lo furono per il supporto dei processi di avviamento delle attività di R&S e promozione.

7. INDICAZIONI CONCLUSIVE

Le considerazioni fatte sui sistemi innovativi tecnologici del VCO e del Canton Ticino portano anche a considerazioni più generali che investono le differenze nei sistemi nazionali di formazione, ricerca e innovazione. In linea generale lo studio indica che il sistema svizzero, con

il suo approccio bottom up per la promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità, libero da regolamentazioni e programmi prestabiliti, è più simile a quello della Silicon Valley, rispetto alla prevalenza dell'approccio top down, usato in Italia e dall'UE, basato su una stretta regolamentazione attraverso interventi e programmi di ricerca prestabiliti.

Un primo punto importante riguarda l'efficienza del processo di sfruttamento dei risultati scientifici per l'innovazione tecnologica. Questo sfruttamento dipende dalla visione imprenditoriale che si può avere per questi risultati. Uno studio riguardante il rapporto università – industria in Italia aveva mostrato la debolezza di questo sfruttamento che si traduce nella generazione di un numero molto basso di brevetti rispetto a un numero molto elevato di pubblicazioni scientifiche (Bonomi 2014a). Discussioni avute con ricercatori universitari indicherebbero che questa limitata visione imprenditoriale della ricerca non sia solo il risultato di una visione puramente culturale di questa attività, ma anche di inibizioni presenti nell'ambiente fortemente regolamentato dell'attività universitaria e centrato sulle pubblicazioni scientifiche. L'origine di questo è attribuibile al fatto che in Italia non esistono istituti di formazione universitaria di natura tecnica con scopi specifici di formazione e sviluppo di tecnologie, con una gestione e legislazione specifica separata, come le università tecniche esistenti in vari paesi europei, le scuole d'ingegneria francesi, i politecnici federali e le scuole universitarie professionali svizzere. In Svizzera, e anche in Ticino, vi è un buon rapporto tra università e industria che non rendono necessaria la presenza di laboratori per la ricerca su contratto con l'industria, il solo laboratorio esistente, finanziato a livello federale, riguarda l'elettronica e la microtecnica e trae origine da laboratori di ricerca nel campo storico dell'orologeria svizzera. Sono inoltre presenti laboratori di ricerca scientifica, come l'IRB, che hanno contatti sia con la formazione universitaria che industriali. Nel VCO l'analogo laboratorio sugli ecosistemi non ha questi contatti anche se questi avrebbero potuto formarsi se il programma di Green Economy, lanciato dal Tecnoparco nel 2012, avesse ricevuto finanziamenti. In definitiva i rapporti tra università e laboratori di ricerca con l'industria in Svizzera risultano coerenti con quanto avvenuto nella Silicon Valley in cui le università di Berkeley e Stanford sono state in grado di stabilire relazioni strette con l'industria locale, che hanno reso superflua l'azione dello Stanford Research Institute che ha dovuto cercare contratti in un'area geografica molto più allargata, separandosi dalla Stanford University nel 1970, e trasformandosi nel 1977 nello SRI International, mentre sono stati creati laboratori per la ricerca scientifica utili all'industria locale come lo Stanford Electronics Laboratories nel 1954. Un altro aspetto importante riguarda la fornitura degli aiuti all'innovazione, che in Svizzera seguono un approccio libero di tipo bottom up, mentre in Italia questo avviene con un approccio top down attraverso bandi di concorso fortemente regolamentati. Il bando di concorso, procedura normale per la fornitura di beni e servizi, si adatta molto male al caso dei progetti di R&S che sono da una parte attività caratterizzate da una grande incertezza e alto rischio di insuccesso e, d'altra parte, generatrici di conoscenze utili per ulteriori innovazioni (Bonomi 2017). L'attività di R&S necessita quindi di un'alta flessibilità che si scontra con la regolamentazione di un bando. Un esempio paradossale è quello di un progetto di R&S sostenuto da un aiuto che mostra subito il non raggiungimento dell'obiettivo, e che potrebbe riorientarsi con successo in un'altra direzione sfruttando i risultati delle ricerche fatte e l'aiuto ancora disponibile ma che non è possibile poiché non rispetta le regole di conformità del bando. In effetti il bando di concorso per la R&S definisce spesso in maniera troppo stretta l'ambito delle innovazioni supportate, le condizioni di conformità, con budget minimi certe volte troppo alti per progetti di fattibilità, o troppo bassi per lo sviluppo di tecnologie importanti. Un altro aspetto negativo riguarda il corto periodo tra la data ufficiale di apertura del bando e la sua scadenza che evidentemente non è necessariamente in sintonia con la nascita erratica e continua tipica delle idee innovanti. Infine vi sono gli aspetti burocratici del bando per cui il rigetto di una domanda può essere semplicemente formale, dovuta ad esempio al ritardo anche minimo nella presentazione o alla mancanza di qualche documento richiesto indipendentemente dalla validità intrinseca del progetto proposto. Nel caso della Svizzera la richiesta di aiuto per la R&S può avvenire in qualsiasi momento e le domande esaminate periodicamente. Vi è completa libertà quanto alla natura del progetto, con un ampio raggio di budget possibili, e una selezione basata

principalmente sul potenziale economico espresso dal business plan e dalla competitività della posizione brevettuale dell'innovazione, senza la necessità di fornire specifici documenti e complessi formulari di descrizione del progetto. Si tratta di un approccio del tutto analogo a quanto avviene nella Silicon Valley nel rapporto tra il venture capital e le startup per il loro finanziamento e che ha dimostrato nettamente la sua validità. Un ultimo aspetto riguarda il coordinamento e le direttive esistenti a livello federale sul finanziamento e promozione dell'innovazione e dell'imprenditorialità che costituiscono un vantaggio importante per il Canton Ticino rispetto al VCO. In Svizzera vi è una coerente attività di aiuti che si sviluppa in modo articolato e stabile con percentuali che definiscono le varie partizioni in funzione di una strategia nazionale di sviluppo, e che abbiamo riportato nella presentazione del sistema svizzero di formazione, ricerca e innovazione. Questo sistema ha dimostrato la sua validità portando la Svizzera ai primi posti nelle classifiche internazionali che riguardano l'innovazione e la competitività industriale (Haour, Miéville 2011), risulta inoltre al nono posto per numero assoluto di brevetti e primo per numero di brevetti per abitante. Nel sistema svizzero non vi sono praticamente aiuti diretti all'industria per la R&S che li ottiene indirettamente collaborando in particolare con i politecnici federali e le SUP, che possono sfruttare al meglio le conoscenze generate indirettamente dai progetti di R&S (Bonomi 2017). Nel caso dell'Italia questo tipo di coordinamento non esiste e, anche se vi sono alcune azioni a livello governativo, molte delle azioni per l'innovazione e l'imprenditorialità restano di competenza delle regioni con le loro differenti strategie. In questo sistema possono nascere situazioni paradossali, come il problema di ricevere aiuti da parte di reti di aziende con sede in una regione ma con aziende presenti anche in altre regioni in contrasto con bandi che limitano gli aiuti alle aziende della sola regione. In definitiva la cessione delle azioni di finanziamento e promozione dell'imprenditorialità alle regioni risulta strategicamente poco valida in un mondo in cui l'innovazione tecnologica compete su scala globale.

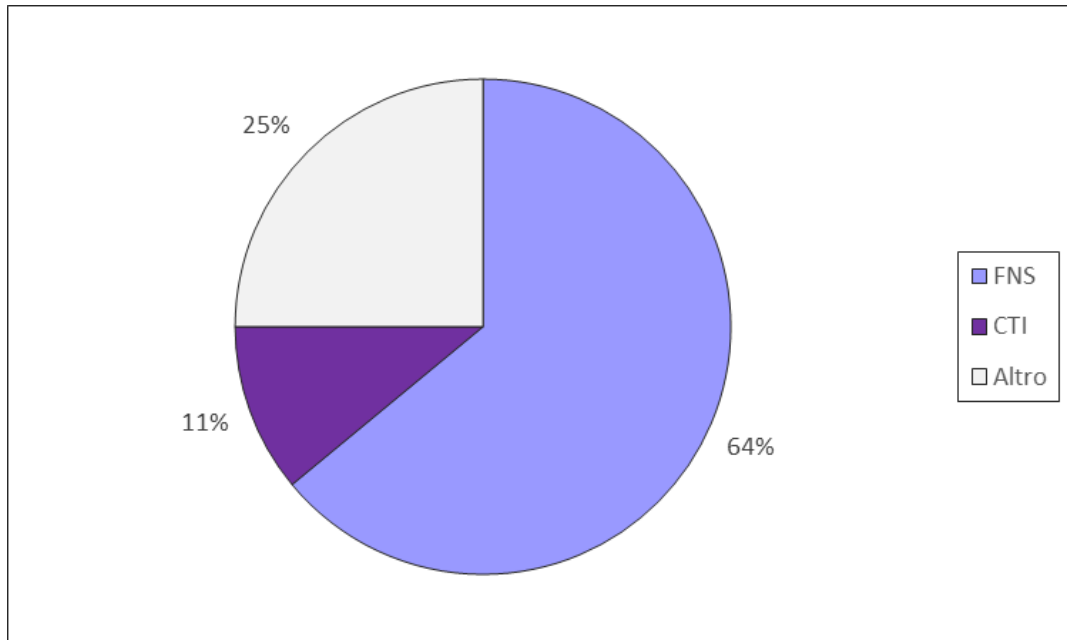
8. BIBLIOGRAFIA

- Balconi M., Passannanti A., 2006. *I Parchi Scientifici e Tecnologici nel Nord Italia*, Milano, Franco Angeli.
- Bonomi A., Castellero A., Ricchiardi G., 2008. Indagine preliminare sui bisogni d'innovazione tecnologica e possibilità di cooperazione nel distretto del casalingo del Cusio, Relazione NISLabVCO, www.complexitec.org, Sezione Innovazione Tecnologica.
- Bonomi A., 2012. "Storia industriale del Verbano Cusio Ossola: imprenditorialità, innovazione tecnologica e declino. Proposte per nuove iniziative di sviluppo", *Le Rive*, Gennaio-Aprile 2012, Anno XXII, pp. 5-17, www.complexitec.org, Sezione Formazione Divulgazione.
- Bonomi A., 2013. "Innovazione tecnologica nel VCO: importanza dei mutamenti nel ciclo produttivo, le fabbriche storiche e i nuovi impianti industriali", *Le Rive*, Settembre-Dicembre 2013, Anno XXIII, pp. 27-41, www.complexitec.org, Sezione Formazione Divulgazione.
- Bonomi A., 2013a. "Il Cobianchi di Intra: storia dell'istruzione tecnica nel Verbano Cusio Ossola, ruolo e limiti nello sviluppo industriale del territorio", *Le Rive*, Settembre-Ottobre 2012, Anno XXIII, pp. 17-32, www.complexitec.org, Sezione Formazione Divulgazione.
- Bonomi A., 2013b. "Domanda e Offerta di Ricerca & Sviluppo nella PMI Italiana. Due casi studio: il NISLabVCO e il Consorzio Ruvaris", *Rapporto Tecnico Ceris* n. 46, Ottobre 2013.
- Bonomi A., 2014. "La ciminiera non fuma più: storia industriale dell'Alto Cusio, l'epopea delle fabbriche e dell'imprenditoria", *Le Rive*, Gennaio-Febbraio 2014, Anno XXIV, pp. 47-50, www.complexitec.org, Sezione Formazione Divulgazione.
- Bonomi A., 2014a. "Bridging Organizations between University and Industry: from Science to Contract Research", *Working Paper Cnr-Ceris* 15/2014.
- Bonomi A., 2015. "Un'occasione mancata: Vicende imprenditoriali del Tecnoparco del Lago Maggiore. Struttura in difficile rapporto con il tessuto industriale del territorio", *Le Rive*, Luglio-Agosto 2015, Anno XXV, pp. 51-62, www.complexitec.org, Sezione Formazione Divulgazione.

- Bonomi A., Marchisio M., 2016. "Technology Modelling and Technology Innovation: how a technology model may be useful in studying the innovation process", *Working Paper IRCrES* No. 3/2016.
- Bonomi A., 2016. Il Sistema Innovativo della Silicon Valley: analogie e differenze con i distretti industriali italiani, Associazione "La Storia nel Futuro", www.complexitec.org, Sezione Innovazione Tecnologica.
- Bonomi A., 2017. "A Technological Model of R&D Process, and its implications with scientific research and socio-economic activities", *Working Paper IRCrES* No. 2/2017.
- Campra M., Finessi E., Scagnelli S.D., Vitali G., 2005. *Il Sistema Innovativo del VCO*, Università del Piemonte Orientale, Dipartimento per Studi per l'Impresa e il Territorio, committente Provincia del Verbano Cusio Ossola.
- CTI, 2015. *La CTI una forza trainante al centro di un'evoluzione dinamica*. Rapporto d'attività 2015, Commissione per la Tecnologia e l'Innovazione.
- Dalla Chiesa N. et al., 1984. *Per un recupero della imprenditorialità nel comprensorio Verbano-Cusio-Ossola: cause della crisi e ipotesi di soluzioni*, Milano, Scuola di Direzione Aziendale, Università Luigi Bocconi, dicembre 1984, committente Provincia di Novara.
- Fischbach D., Lepori B., Pellegrini G., 2004. *Piccole e medie imprese, ricerca e sviluppo tecnologico*, Servizio Ricerca USI/SUPSI.
- Gazzola E., Quintavalla L., Rizzi P., 2003. *Lo sviluppo del Verbano-Cusio-Ossola: analisi e prospettive di marketing territoriale*, Laboratorio Economia Locale, Università Cattolica del Sacro Cuore, Facoltà di Economia, Piacenza, marzo 2003, Committenti: Camera di Commercio VCO, Comuni di Verbania, Domodossola, Omegna, Vogogna e Provincia del VCO.
- Hall B.H., Lotti F., Mairesse J., 2009. "Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence for Italy", *Small Business Economy*, 33, pp.13-33.
- Haour G., Miéville L., 2011. *From Science to Business: How Firms Create Value by Partnering with Universities*, Palgrave Macmillan.
- Kargon R., Leslie S.W., Schoenberger, 1992. "Far Beyond Big Science: Science Regions and the Organization of Research and Development", *Big Science The growth of Large-Scale Research*, Peter Galison and Bruce Hevly Editors, Stanford University Press, pp. 334-354.
- Netval, 2014. Unire i puntini per completare il disegno dell'innovazione, www.netval.it.
- Rossi A., Filippini M., 1997. *Il fabbisogno di personale con livelli di formazione elevati nell'industria ticinese*, Chiasso, Mega Fiduciaria.
- Saxenian A., 1994. *Regional Advantage*, Harvard University Press.
- Stuart W., Leslie S.W., Kargon R., 1996. "Selling Silicon Valley: Frederick Terman's Model for Regional Advantage", *The Business History Review*, Vol. 70, No. 4 (Winter, 1996), 435-472.
- SUPSI, 2016. *Geografie conosciute e nuove rotte da esplorare*, Rapporto annuale 2015.

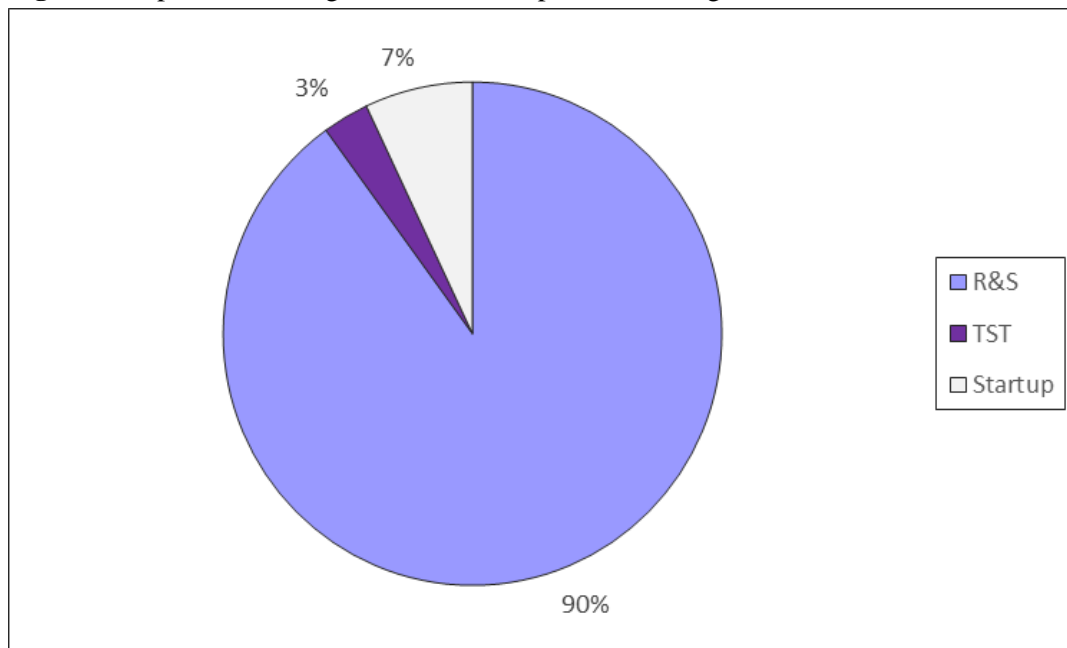
9. APPENDICE

Figura 1. Ripartizione dei finanziamenti federali alla ricerca. Media 2008-2011



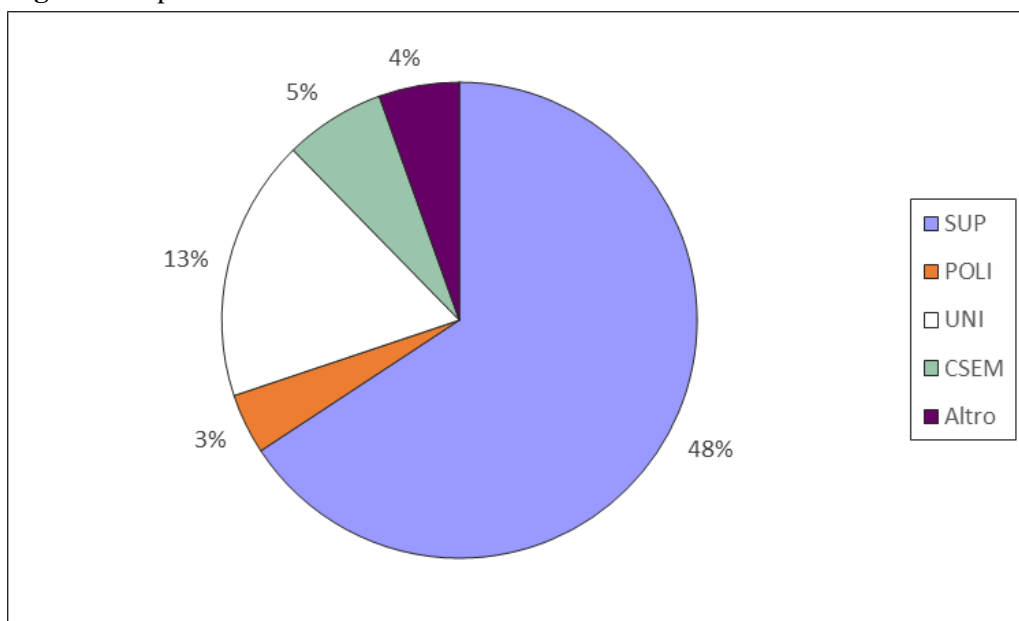
Legenda: FNS = Fondo Nazionale Svizzero, CTI = Commissione per la Tecnologia e l’Innovazione. Fonte: rielaborazione propria (2017).

Figura 2. Ripartizione budget Commissione per la Tecnologia e l’Innovazione 2010-2015



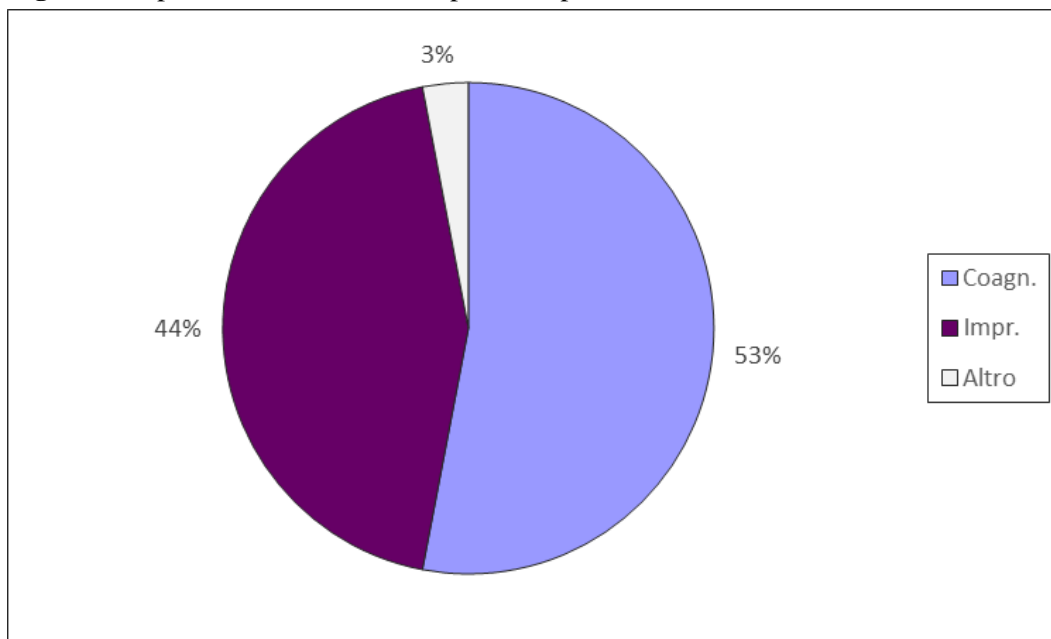
Legenda: R&S = Ricerca e Sviluppo, TST = Trasferimento di Sapere e Tecnologia. Fonte: rielaborazione propria (2017).

Figura 3. Ripartizione finanziamento R&S della CTI 2010-2015



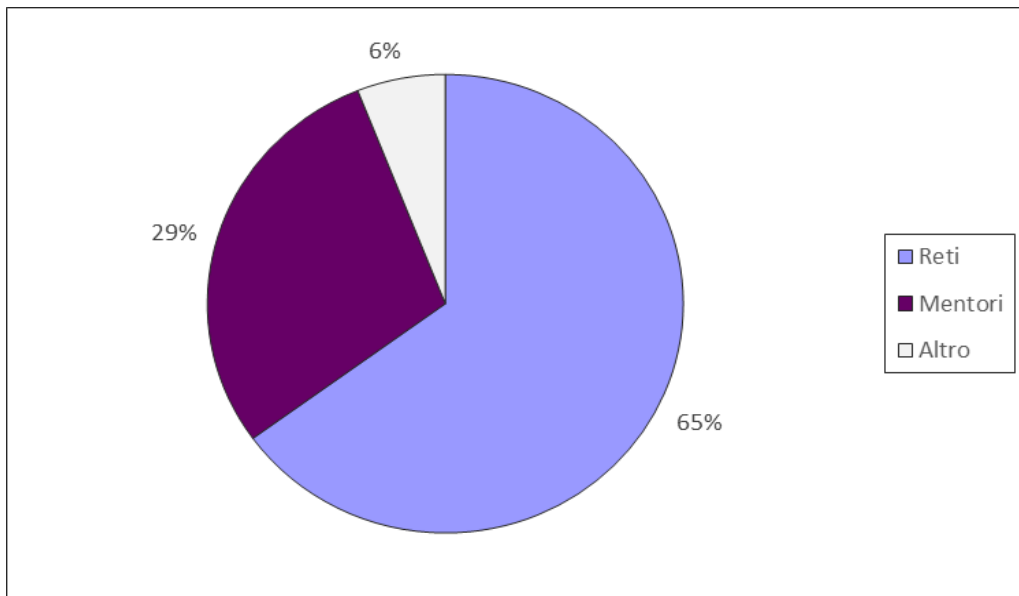
Legenda: SUP=Scuole Universitarie Professionali, POLI=Politecnici Federali, UNI=Università, CSEM=Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique. Fonte: rielaborazione propria (2017).

Figura 4. Ripartizione finanziamenti per startup della CTI 2010-2015



Legenda: COACH=Coaching Startup, IMPR=Imprenditorialità. Fonte: rielaborazione propria (2017).

Figura . Ripartizione finanziamento trasferimento tecnologico della CTI 2010-2015



Fonte: rielaborazione propria (2017).