

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale  
*Percorso Gestione dell'Innovazione e Imprenditorialità*



Tesi di Laurea Magistrale

**Analogico vs Digitale: Indagare la relazione tra le scelte strategiche delle imprese e l'architettura del prodotto nel contesto della trasformazione digitale**

Relatori: Prof.ssa Francesca Montagna  
Dott.ssa Teresa Monti

Candidato: Edoardo Orsi

Anno Accademico 2025/2026  
Sessione di laurea marzo 2026



# Indice

Introduzione .....	5
1. Architettura di prodotto .....	7
1.1. Architettura di prodotto e modularità .....	7
2. Il paradigma tecnologico e le scelte strategiche dell'impresa .....	14
2.1. Il paradigma tecnologico .....	14
2.2. Le scelte strategiche dell'impresa .....	17
2.3. L'incontro tra integrazione verticale e architetture di prodotto .....	20
2.4. L'impatto del digitale nelle scelte di integrazione verticale .....	22
2.5. Obiettivo del lavoro .....	25
3. Metodologia .....	26
3.1. Casi studio selezionati.....	26
3.2. Dataset utilizzati e raccolta dati .....	28
3.3. Metodo di analisi.....	30
4. Risultati .....	38
4.1. Registratore a cassette vs lettore CD .....	38
4.1.1. Analisi iniziative di Integrazione verticale.....	38
4.1.2. Mappatura delle iniziative di integrazione verticale .....	43
4.1.3. Analisi brevettuale complementare.....	48
4.2. Fotocamera a pellicola vs fotocamera digitale .....	51
4.2.1. Analisi delle iniziative di integrazione verticale .....	51
4.2.2. Mappatura delle iniziative di integrazione verticale .....	56
4.2.3. Analisi brevettuale complementare.....	60
5. Conclusioni .....	63
5.1. Analisi dei dati e conclusioni .....	63
5.2. Limiti e sviluppi futuri .....	64

Bibliografia e sitografia ..... 66

## Introduzione

Negli ultimi decenni, la trasformazione digitale ha modificato in profondità i prodotti e le modalità con cui essi vengono progettati, realizzati e sviluppati. La digitalizzazione, intesa come la codifica dell'informazione analogica in formato digitale, rende i prodotti fisici programmabili, indirizzabili, sensibili, comunicabili, memorizzabili e tracciabili (Yoo et al., 2010). Questa trasformazione incide sull'architettura di prodotto (come definita da Henderson e Clark (1990), provocando tre principali cambiamenti: confini del sistema meno netti, maggiore apertura sul piano funzionale e componenti agnostici rispetto ai singoli prodotti, possibilità di aggiungere, rimuovere e ricombinare componenti senza che l'intera architettura venga sconvolta.

Le funzioni infatti non sono più rigidamente predefinite e gli elementi del sistema non risultano determinati a priori, riducendo così le interdipendenze "fisse" tra le parti e aumentando la possibilità di combinare componenti differenti per ottenere varianti, miglioramenti e personalizzazioni. Questa riconfigurazione di componenti, interfacce e dipendenze tecniche si riflette su un maggiore livello di modularità dell'architettura, generando effetti rilevanti sulle traiettorie di innovazione e sul paradigma tecnologico (Dosi, 1982).

Tramite analisi qualitative e quantitative, molti contributi hanno discusso estesamente come la digitalizzazione possa favorire architetture più modulari. Questo lavoro affianca questa letteratura concentrandosi sulle conseguenze che questo cambiamento architeturale ha sulle scelte strategiche delle imprese e, in particolare, sulle decisioni relative ai confini dell'impresa in termini di integrazione verticale.

La modularità dell'architettura di prodotto, infatti, non si traduce automaticamente in una struttura organizzativa modulare. Quando i moduli sono tecnologicamente stabili e standardizzabili, l'impresa può coordinarli tramite mercato e fornitori; al contrario, per i moduli più incerti e in rapida evoluzione, come nel caso del contesto digitale, aumenta il bisogno di integrazione e coordinamento. Diventa quindi necessario analizzare con attenzione quali componenti vengano effettivamente presidiate e attraverso quali forme di governance, così da valutare se la configurazione complessiva sia più modulare o più integrata (Furlan et al., 2014).

In particolare, questo lavoro si basa sull'analisi di Gavazza (2025), che valida empiricamente l'aumento di modularità in tre coppie di prodotti analogici e digitali. La presente analisi utilizza i valori di TCCI ottenuti nello studio per confrontare, nei casi analizzati, i prodotti digitali con quelli analogici.

La tesi è strutturata come segue. Nel capitolo 1 viene introdotto il concetto di architettura di prodotto, approfondendo la distinzione tra architetture modulari e integrate, le caratteristiche degli artefatti digitali e le forme di modularità stratificata tipiche dei sistemi digitali. Il capitolo 2 inquadra le scelte relative ai confini dell'impresa, con particolare attenzione all'integrazione verticale e alle diverse forme di *governance*, dal contratto di fornitura allo sviluppo interno, e propone il quadro interpretativo utile a connettere architettura e strategia, introducendo inoltre l'obiettivo del lavoro. Il capitolo 3 presenta la metodologia, illustrando la selezione dei casi studio e delle aziende analizzate, i criteri di raccolta dei dati, la costruzione del database delle iniziative e dell'evidenza brevettuale, nonché la logica di classificazione e di mappatura grafica dei risultati. Infine, i capitoli conclusivi discutono i principali risultati, le implicazioni per la letteratura e le possibili direzioni di ricerca futura.

# 1. Architettura di prodotto

## 1.1. Architettura di prodotto e modularità

Nel tempo, il concetto di architettura di prodotto è stato definito in modi differenti, riflettendo l'evoluzione degli studi sulla progettazione e sull'innovazione. Una delle definizioni più consolidate è quella di Henderson e Clark (1990), che descrivono l'architettura come l'insieme dei componenti di un prodotto e delle relazioni che li legano. In questa prospettiva, l'architettura non coincide con un semplice elenco di parti, ma con la struttura di dipendenze attraverso cui il prodotto funziona.

Successivamente, il concetto è stato ampliato da Ulrich (1995), che definisce l'architettura come l'insieme delle relazioni tra gli elementi funzionali, i componenti fisici e le interfacce tra questi ultimi. Tale distinzione è rilevante perché consente non solo di riconoscere le parti fisiche e le relazioni che intercorrono tra esse, ma anche gli elementi funzionali, che determinano l'insieme delle azioni e delle operazioni che un sistema deve svolgere per funzionare.

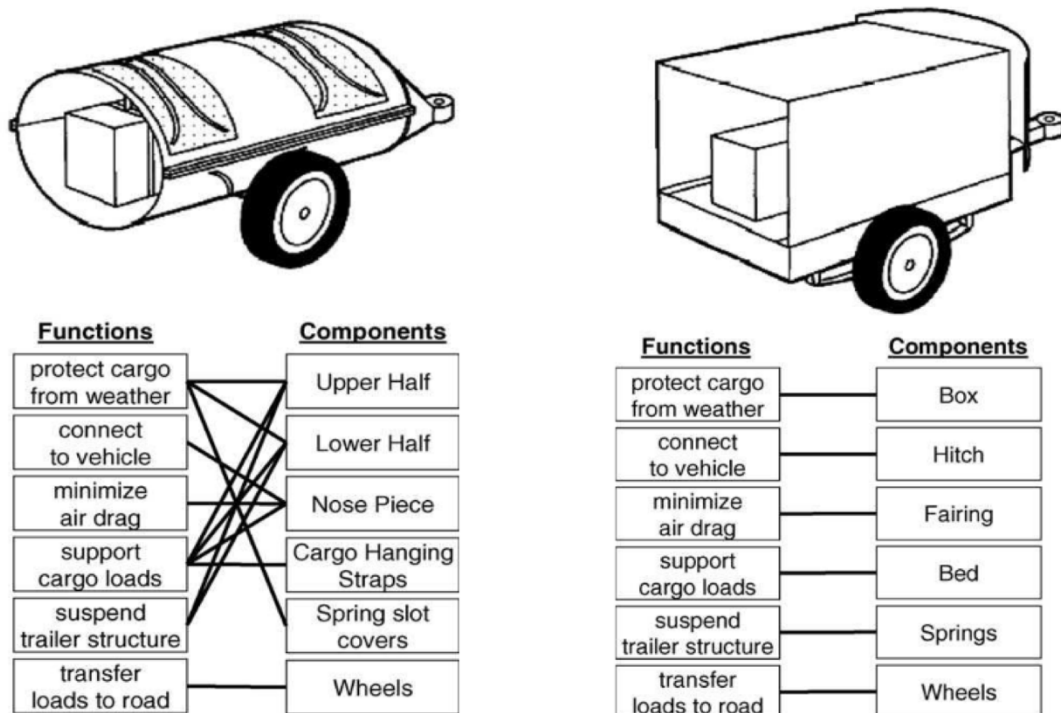
Un ulteriore contributo a questa definizione è fornito da Jaakkola (2011), secondo il quale l'architettura può essere intesa come un modello concettuale che definisce funzioni, strutture e comportamento del sistema nel tempo, introducendo inoltre una pluralità di viste del sistema e ampliandone i confini.

A partire da queste definizioni, osservando come funzioni e sottofunzioni si connettono ai componenti, è possibile identificare diverse configurazioni architetture. Nel caso di connessioni 1:1, in cui un componente è associato a una funzione, si parla di architettura modulare. Al contrario, quando la connessione è di tipo 1:n oppure n:1, ossia quando un componente è associato a più funzioni oppure più componenti concorrono a una stessa funzione, l'architettura è definita integrata (*figura 1.1*) (Celona et al., 2007).

Questa configurazione tende a rendere il prodotto più complesso da modificare in modo localizzato: un intervento su una parte può infatti richiedere adattamenti compensativi su altre, proprio perché le dipendenze sono diffuse e difficilmente confinabili.

Al contrario, l'architettura modulare si fonda su una maggiore separabilità relativa tra i sottosistemi, resa possibile da una definizione più chiara delle interfacce. La modularità non implica l'assenza di dipendenze, ma piuttosto la loro riduzione e governabilità: l'obiettivo è rendere possibile la sostituzione o l'evoluzione di un modulo limitando gli effetti a catena sull'intero sistema (Sanchez e Mahoney, 1996).

In questa direzione, l'interdipendenza tra componenti diventa un criterio discriminante fondamentale. Come evidenziato anche da Celona et al. (2007), architetture caratterizzate da numerose relazioni incrociate tra componenti tendono ad avvicinarsi a configurazioni più integrate, mentre architetture in cui le relazioni sono più contenute e "incapsulate" all'interno di sottosistemi coerenti risultano più vicine alla modularità. Ne consegue che integrato e modulare non debbano essere interpretati come categorie rigidamente dicotomiche, bensì come estremi di un continuum: un prodotto può essere complessivamente modulare e, al tempo stesso, includere aree o componenti in cui permangono elevati vincoli integrativi. Questa osservazione risulta particolarmente rilevante nel caso dei prodotti digitali, nei quali la natura dell'artefatto rende più complessa l'identificazione dei confini architeturali e delle relative interdipendenze. Per questa ragione, nel paragrafo successivo si approfondiscono le caratteristiche distintive degli artefatti digitali.



Fonte: Ulrich (1995) "The role of product architecture in the manufacturing firm"

Figura 1.1: Esempio di architettura integrata (a sinistra) e di architettura modulare (a destra)

## 1.2. Artefatti digitali: definizioni e proprietà

In letteratura, la definizione di artefatto digitale non è ancora pienamente chiara e condivisa. In termini generali, tali artefatti vengono descritti come oggetti incompleti e in continua evoluzione (Garud et al., 2008; Zittrain, 2008), la cui incompletezza rappresenta al tempo stesso un'opportunità e un limite. Da un lato, infatti, essa amplia la gamma di compiti e collegamenti operativi che un artefatto può arrivare a ospitare; dall'altro, riduce il grado di controllo esercitabile sull'artefatto stesso e sulle sue modalità d'uso.

Una prima prospettiva interpreta gli artefatti digitali come oggetti privi di un'identità pienamente stabile. Tale condizione deriva dal cambiamento costante cui essi sono sottoposti: a differenza degli oggetti tradizionali, non presentano infatti quella stabilità e quella adeguatezza che caratterizzano gli artefatti fisici consolidati (Ekbja, 2009). Considerazioni simili emergono in Kallinikos et al. (2010), Kallinikos e Mariategui (2011) e Manovich (2001), che descrivono gli artefatti digitali come file, immagini, film o video, ossia elementi modificabili, spesso inseriti in ambienti digitali complessi, distribuiti e mutevoli. Faulkner e Runde (2009, 2011), invece, si soffermano maggiormente sul tema dell'identità degli oggetti tecnologici, evidenziando in particolare il carattere immateriale degli artefatti digitali, la loro riproducibilità, combinabilità e non rivalità, nonché il ruolo che tali attributi assumono nei processi di innovazione di prodotti e servizi.

Tra le caratteristiche più rilevanti degli artefatti digitali, la letteratura sottolinea innanzitutto la modificabilità. Gli artefatti digitali possono infatti essere modificati attraverso la riorganizzazione dei loro elementi, l'eliminazione di unità esistenti, l'aggiunta di nuove componenti oppure la variazione di specifiche funzionalità. In altri casi, la modificabilità è incorporata nell'oggetto stesso sotto forma di aggiornamento continuo di contenuti, elementi o campi dati, come avviene, ad esempio, nei repository digitali, nei blog, nelle pagine wiki o nei sistemi di prenotazione e transazione.

Una seconda caratteristica fondamentale è l'interattività. Gli artefatti digitali offrono infatti percorsi alternativi attraverso i quali gli utenti possono attivare funzioni incorporate nell'oggetto oppure esplorare la disposizione degli elementi informativi sottostanti. L'interattività si distingue dalla modificabilità perché non implica necessariamente una trasformazione immediata dell'oggetto digitale; tuttavia, essa risulta strettamente connessa alla sua architettura modulare e alla libertà di accoppiamento tra componenti. In questo senso, gli artefatti digitali sono aperti e riprogrammabili, in quanto accessibili e modificabili, almeno in linea di principio, anche da programmi diversi da quelli che ne governano originariamente il funzionamento (Kallinikos e Mariategui, 2011; Manovich, 2001; Zittrain, 2008).

Inoltre, proprio in virtù della loro apertura e interoperabilità, gli artefatti digitali possono essere interpretati come insiemi transitori di funzioni, elementi informativi o componenti presenti all'interno di un'infrastruttura digitale più ampia. Tale natura si collega alla nozione di modularità, intesa come organizzazione degli elementi e delle operazioni che compongono un sistema in blocchi distinti e relativamente autosufficienti, così da consentirne l'indipendenza all'interno di un contesto più ampio (Simon, 1969). In quanto principio progettuale, la modularità si applica tanto agli oggetti fisici quanto a quelli digitali (Langlois, 2003; Simon, 2002; Ulrich, 1995), ma nel caso degli artefatti digitali assume una rilevanza particolare proprio perché facilita riconfigurazione, combinazione e riuso.

A questa dimensione si affianca anche quella della granularità (Benkler, 2006), che riguarda la dimensione minima e la resilienza delle unità elementari che costituiscono un oggetto digitale. Se la modularità riguarda le relazioni tra i blocchi, la granularità concerne invece il "materiale" di base di cui tali blocchi sono composti. Entrambe le proprietà contribuiscono a spiegare la flessibilità degli artefatti digitali e la loro capacità di essere riconfigurati in modi differenti nel tempo.

Alcune di queste riflessioni confluiscono in Yoo et al. (2010), che descrivono gli artefatti digitali come entità riprogrammabili e autoreferenziali, la cui composizione funzionale è strettamente legata al processo di omogeneizzazione dei dati. La digitalizzazione dei dati rappresenta quindi una condizione fondamentale affinché gli artefatti digitali sviluppino proprietà innovative quali scomponibilità, adattabilità, tracciabilità e interoperabilità. Con la progressiva diffusione di tali artefatti, queste proprietà contribuiscono alla costruzione di infrastrutture digitali modulari e multilivello, nelle quali i servizi tendono a rendersi indipendenti dai dispositivi e i contenuti dalle reti sottostanti. Una simile configurazione apre un ampio potenziale di innovazione, poiché consente di combinare input e output oltre i confini industriali tradizionali, normalmente più stabili e rigidi nei prodotti fisici standard e nei sistemi caratterizzati da elevata integrazione verticale.

Un ulteriore contributo è fornito da Zittrain (2008), che individua una serie di proprietà riconducibili alle cosiddette tecnologie generative, tra cui leva, adattabilità, facilità di accesso, accessibilità e trasferibilità. Tali caratteristiche contribuiscono a definire l'identità funzionale e il potenziale innovativo degli artefatti digitali. In questa prospettiva, essi possono essere interpretati come tecnologie intenzionalmente incomplete, il cui valore si realizza pienamente attraverso l'uso e la riconfigurazione successiva.

Nonostante tali proprietà, gli artefatti digitali rimangono oggetti difficili da preservare nel tempo (Coyle, 2008). A differenza degli oggetti fisici tradizionali, essi non possiedono limiti intrinseci chiaramente definiti e la loro durabilità non è garantita in modo automatico dal supporto materiale o dai media convenzionali.

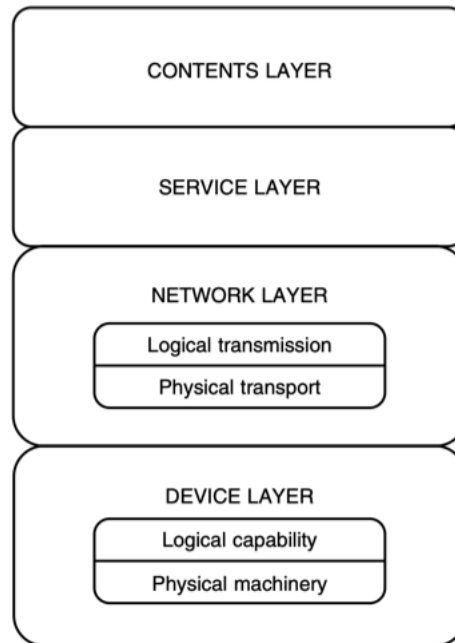
In conclusione, sulla base delle caratteristiche emerse dalla letteratura, il presente lavoro adotta una definizione ampia di artefatto digitale, coerente con Perpignano (2020): un artefatto digitale è un oggetto, materiale o immateriale, basato su una tecnologia digitale che consente la raccolta, l'elaborazione e/o la trasmissione di dati strutturati. Esso presenta qualità quali modificabilità, interattività, riprogrammabilità e distribuibilità. Tale definizione non si limita quindi agli oggetti immateriali, ma include anche gli artefatti fisici dotati di una componente digitale, consentendo di cogliere l'interazione tra dimensione materiale e dimensione informazionale.

Nel complesso, la letteratura evidenzia come gli artefatti digitali si distinguano da quelli tradizionali per la loro natura incompleta, riprogrammabile e riconfigurabile. Tali caratteristiche non incidono soltanto sull'identità dell'artefatto, ma trasformano anche il modo in cui viene concepita e organizzata la sua architettura.

### 1.3. Trasformazione digitale: layered modular architecture

La trasformazione digitale ha modificato il modo in cui le architetture di prodotto vengono concepite e governate. Nei sistemi digitali, infatti, la modularità non si manifesta esclusivamente come scomposizione fisica in componenti separabili, ma tende ad assumere una configurazione stratificata (*layered modular architecture*), in cui i componenti risultano relativamente indipendenti; pertanto, non esiste un unico design specifico. In questa prospettiva, l'artefatto digitale può essere descritto come un sistema composto da quattro *layer* principali: *device layer* (componente fisica e capacità logiche incorporate), *network layer* (infrastrutture e protocolli di trasmissione), *service layer* (funzionalità e applicazioni erogate all'utente) e *contents layer* (dati e contenuti generati, memorizzati e scambiati) (*figura 1.2*) (Yoo et al., 2010).

La separazione tra questi livelli consente di ridurre le dipendenze rigide tipiche delle architetture tradizionali; inoltre, le decisioni di progettazione assunte su uno dei livelli non impattano, o impattano solo marginalmente, sugli altri.



Fonte: Yoo et al. (2010), “*Research commentary – The new organizing logic of digital innovation: an agenda for information system research*”

Figura 1.2: L’architettura modulare a strati degli artefatti digitali

Di conseguenza, questa struttura a strati modifica in modo sostanziale anche il paradigma di progettazione. Nelle architetture tradizionali, l’analisi funzionale e la mappatura “funzioni-componenti” rappresentavano il punto di partenza per definire ciò che il prodotto doveva fare e come tale comportamento dovesse essere implementato (Ulrich, 1995). Nei sistemi digitali, invece, trattandosi di sistemi aperti in cui le funzionalità non sono definibili integralmente a priori, non ha più senso individuare *ex ante* un insieme chiuso e definitivo di funzioni. Di conseguenza, emergono nuovi *design pilots*: occorre ragionare in termini di modularità, decentralizzazione delle informazioni e interoperabilità tra moduli (Hermann, Pentek and Otto, 2016).

In questo contesto, considerando che i prodotti abilitano progressivamente un numero crescente di servizi digitali al loro interno, si può affermare che essi diventino vere e proprie piattaforme anche in termini di *business model*: il loro valore aumenta al crescere dei servizi che sono in grado di erogare. Ne deriva un assetto in cui la modularità non coincide necessariamente con una “disintegrazione” completa: la piattaforma tende a essere sviluppata internamente, mentre i singoli moduli tendono a essere realizzati all’esterno. È inoltre plausibile che l’impresa che gestisce la piattaforma assuma una posizione dominante, in termini di competenze e di controllo della *supply chain*, sugli elementi ad essa associati, mentre il resto del sistema rimane più flessibile rispetto all’evoluzione del paradigma tecnologico.

In sintesi, la *layered modular architecture* rappresenta una chiave interpretativa utile per comprendere come la digitalizzazione trasformi sia la struttura tecnica dei prodotti sia le logiche di progettazione e di governo del sistema: da una progettazione centrata su funzioni stabilite a priori si passa a una configurazione più aperta, basata su interfacce e livelli debolmente accoppiati, nella quale l'innovazione può emergere anche attraverso combinazioni e contributi distribuiti lungo l'ecosistema.

## 2. Il paradigma tecnologico e le scelte strategiche dell'impresa

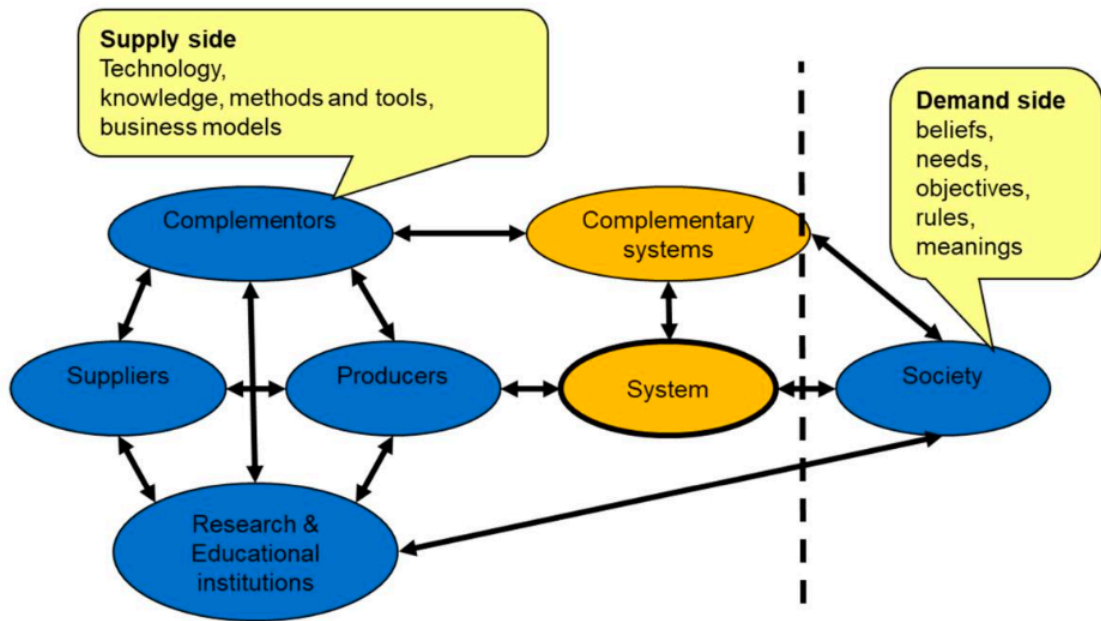
Per comprendere come le imprese definiscano i propri confini organizzativi, è necessario approfondire il concetto di integrazione verticale e le logiche che ne guidano l'adozione. In questa prospettiva, il capitolo esamina dapprima le principali scelte di integrazione verticale, per poi collegarle all'architettura di prodotto e, infine, discutere come tali relazioni vengano ridefinite dalla trasformazione digitale.

### 2.1. Il paradigma tecnologico

Il concetto di paradigma tecnologico viene introdotto da Dosi nel 1982 e, insieme alle curve di innovazione, riflette le logiche di evoluzione di una tecnologia nel tempo. Ciascun punto della curva corrisponde a uno specifico momento evolutivo e riflette un equilibrio tra ciò che la domanda richiede e ciò che la tecnologia è in grado di offrire per rispondervi. Questo punto di equilibrio si manifesta perché il settore industriale e la società si organizzano attorno a un paradigma tecnologico, inteso come l'insieme delle tecnologie che compongono un sistema, sia esso un prodotto o un servizio, e dei beni complementari che ne consentono il funzionamento e la capacità di soddisfare le esigenze del mercato.

Nel grafico seguente (*figura 2.1*), il paradigma tecnologico è rappresentato dagli elementi in giallo, mentre i quattro punti blu a sinistra, ossia produttori di beni complementari, fornitori, produttori, università, centri di ricerca e istituzioni, rappresentano gli attori della *supply side*. In particolare, i fornitori costituiscono la catena di fornitura, i produttori realizzano il sistema stesso, mentre università, centri di ricerca e istituzioni contribuiscono alla generazione e diffusione di conoscenza. Il punto blu a destra, ossia la società, rappresenta invece il lato della *demand side*.

L'insieme dei punti blu e gialli rappresenta complessivamente il regime tecnologico, vale a dire l'insieme degli attori e delle relazioni tra essi che consentono, da un lato, la fornitura sul mercato di quel paradigma tecnologico e, dall'altro, la sua accettazione da parte del mercato stesso (*figura 2.1*). A partire da ciò, si può affermare che, per quanto riguarda la *supply side* e i suoi attori, il passaggio da una tecnologia a un'altra, e quindi il cambiamento di traiettoria tecnologica, comporti una loro riconfigurazione.



Fonte: Giovanni Dosi (1982), *“Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change”*

Figura 2.1: Esempio di paradigma tecnologico

La rappresentazione del lato della *supply side* dipende dalle scelte di integrazione verticale dell'impresa e, più in generale, dal modo in cui essa decide di collocarsi nel processo di sviluppo della tecnologia all'interno del paradigma tecnologico. In questa prospettiva, l'architettura organizzativa tende a rispecchiare l'architettura del prodotto o del sistema sottostante: quando tra i componenti esistono forti interdipendenze tecniche, anche le attività necessarie per progettarli e coordinarli tendono a essere maggiormente accentrate; al contrario, quando il prodotto presenta una struttura più modulare, le attività possono essere distribuite tra più attori specializzati lungo la *supply chain*. Ne deriva che la configurazione della *supply side* non è indipendente dalla struttura tecnica dell'artefatto, ma ne costituisce un riflesso organizzativo.

Più precisamente, un'architettura di prodotto integrata tende ad associarsi a una maggiore integrazione verticale, poiché i legami stretti tra componenti richiedono coordinamento ravvicinato, controllo diretto delle interfacce e presidio interno delle competenze chiave. In questo caso, il paradigma risulta caratterizzato da connessioni più dense e stabili tra le diverse attività, e quindi da una minore frammentazione tra imprese. Viceversa, un'architettura modulare favorisce la separazione verticale: la presenza di componenti relativamente standardizzati e di interfacce più codificate rende possibile la specializzazione di fornitori esterni, con un conseguente allargamento della base di attori coinvolti e una maggiore disintegrazione lungo la *value chain*. In altri termini, la

forma della *supply side* varia al variare del grado di integrazione dell'architettura tecnologica sottostante.

Le scelte di integrazione verticale si traducono quindi in un diverso posizionamento dell'impresa all'interno del paradigma: esse definiscono quali nodi e quali relazioni vengano mantenuti sotto controllo interno e quali, invece, vengano lasciati a soggetti esterni.

Nel paradigma tecnologico, l'*upstream vertical integration* riguarda l'estensione a monte dell'impresa verso le attività di fornitura, i componenti e le competenze tecnico-produttive necessarie alla realizzazione del prodotto. Essa si colloca quindi nella parte a monte del paradigma, cioè nell'area che comprende i *suppliers* e, più in profondità, le basi di conoscenza e competenza che alimentano lo sviluppo tecnologico, come quelle riconducibili alle *research and educational institutions*. Quando l'impresa integra verticalmente a monte, internalizza attività che altrimenti sarebbero svolte da fornitori esterni, rafforzando il controllo sulle interdipendenze tecniche e rendendo più coeso il lato della *supply side*.

Le strategie *downstream to complementary goods* si collocano invece a valle del prodotto principale e riguardano l'espansione dell'impresa verso beni o servizi complementari, ossia elementi che non coincidono con il prodotto focale ma ne accrescono il valore d'uso, la diffusione o la performance percepita dal mercato. Nel paradigma, tali attività si trovano nell'area dei *complementary goods*, in prossimità del prodotto e della sua interazione con il contesto di utilizzo. Integrare verso i beni complementari significa quindi presidiare non soltanto il prodotto principale, ma anche quelle componenti esterne che ne influenzano l'adozione, la funzionalità o l'attrattività complessiva.

Diverso è il caso del *downstream to supra-system*, che riguarda l'estensione dell'impresa verso il sistema più ampio entro cui il prodotto viene inserito e acquista significato. Se i beni complementari restano elementi distinti ma collegati al prodotto, il *supra-system* rappresenta il livello superiore di integrazione funzionale in cui il prodotto stesso opera come parte di un insieme più esteso. Nel paradigma, questa scelta si colloca quindi nella parte a valle e a livello sistemico, cioè oltre il singolo prodotto, nel punto in cui esso si connette con il contesto applicativo più ampio e, in ultima istanza, con la *society* e con il sistema d'uso finale. In questo senso, l'integrazione verso il *supra-system* implica il presidio non solo dell'artefatto, ma anche delle architetture superiori che ne determinano il ruolo, l'utilità e la traiettoria evolutiva.

Nel complesso, la rappresentazione della *supply side* all'interno del paradigma tecnologico varia dunque in funzione delle scelte di integrazione verticale dell'impresa. A monte, tali scelte riguardano il controllo di fornitori, componenti e competenze; a valle, riguardano invece il presidio dei beni complementari o dei sistemi superiori in cui il prodotto è inserito. In tutti i casi, il punto centrale è che la struttura organizzativa non si sviluppa autonomamente rispetto alla tecnologia, ma tende a

riflettere la struttura dell'architettura sottostante e, quindi, il modo in cui l'impresa decide di posizionarsi all'interno del paradigma.

## 2.2. Le scelte strategiche dell'impresa

A partire dal concetto di paradigma tecnologico, Harrigan (1985) inizia a interpretare l'integrazione verticale non come una scelta binaria, bensì come un insieme di alternative relative a quale porzione della filiera presidiare. Risulta quindi fondamentale valutare i *trade-off* associati all'integrazione verticale: essa conviene quando il controllo è strategicamente cruciale e quando le interdipendenze e l'incertezza rendono costoso il coordinamento tramite il solo mercato; al contrario, risulta meno conveniente quando l'impresa ha bisogno di maggiore flessibilità e adattabilità rispetto al cambiamento tecnologico. In alcuni casi, le aziende possono adottare forme ibride di integrazione, scegliendo di presidiare internamente alcune componenti *core* e mantenendo invece maggiore flessibilità per il resto.

In questa prospettiva, l'integrazione verticale può essere letta come un insieme articolato di forme attraverso cui l'impresa regola il proprio posizionamento lungo la filiera. Tra le principali modalità si possono richiamare le seguenti:

1. Contratto di fornitura. Rappresenta la forma più leggera di coordinamento: l'impresa si approvvigiona da un soggetto esterno mantenendo elevata flessibilità e bassi investimenti diretti, ma rinunciando a un controllo esteso sulle competenze e sulle priorità del fornitore.
2. Licensing-in. Consente di acquisire dall'esterno l'uso di componenti, servizi o sistemi sviluppati da terzi, permettendo all'impresa di sfruttare un'innovazione senza doverla sviluppare internamente. Tale soluzione, tuttavia, comporta una limitata appropriabilità delle competenze sottostanti, poiché la tecnologia può essere utilizzata senza che l'impresa sia necessariamente in grado di replicarla o assorbirla pienamente.
3. Co-sviluppo. Implica lo sviluppo congiunto di un componente o di una soluzione con altri attori, spesso all'interno della stessa catena di fornitura, ma anche con enti di ricerca o università. Consente di combinare competenze complementari e di condividere costi e rischi dell'attività innovativa, ma può generare criticità nella gestione e nello sfruttamento della proprietà intellettuale; inoltre, le competenze sviluppate possono rimanere in larga misura presso il soggetto che le ha originariamente generate.

4. Alleanza. Rappresenta una forma di collaborazione su base prevalentemente contrattuale, nella quale le organizzazioni coinvolte rimangono separate ma cooperano per perseguire obiettivi comuni di innovazione. Può risultare utile anche per definire standard condivisi ed evitare lunghi processi di allineamento successivo, ma presenta rischi legati ai costi contrattuali e a possibili fenomeni di free riding.
5. Joint venture. Costituisce una forma più istituzionalizzata di collaborazione tra soggetti dotati di competenze complementari e, spesso, di dimensioni comparabili. Rispetto all'alleanza, riduce l'ambiguità della relazione, poiché il legame non è soltanto contrattuale ma si traduce nella creazione di una struttura condivisa; di contro, comporta costi più elevati e la necessità di gestire una nuova entità organizzativa con una propria struttura amministrativa.
6. Spin-off. Consente di sviluppare una specifica attività o tecnologia in un'entità separata, favorendo focalizzazione e autonomia. Il limite principale è che le competenze sviluppate nella nuova entità possano rimanere staccate rispetto all'impresa originaria, rendendo non scontato il loro successivo assorbimento.
7. Acquisizione. Permette di appropriarsi rapidamente di competenze, tecnologie o attività che l'impresa non possiede oppure di integrare conoscenze simili o complementari già sviluppate da altri soggetti. Il vantaggio principale consiste quindi nella rapidità dell'appropriazione, mentre il limite è rappresentato dai costi elevati e dalle difficoltà di integrazione organizzativa successive all'operazione.
8. Sviluppo interno. Costituisce la forma di massimo presidio, poiché l'innovazione viene generata direttamente all'interno dell'impresa tramite attività di ricerca e sviluppo. Tale soluzione garantisce il più alto livello di appropriabilità e di controllo sulla traiettoria tecnologica, ma dipende fortemente dalla capacità di investimento, dalla dimensione dell'impresa e dalle sue performance complessive.

Peterson et al. (2001), invece, analizzano il livello di integrazione verticale scomponendolo in una scala di coordinamento verticale ordinata in base all'intensità del controllo. Tale scala comprende, innanzitutto, lo *spot market*, caratterizzato da un livello di controllo basso e basato esclusivamente sul prezzo definito tra azienda e fornitore. I contratti di specifica presentano un controllo più elevato, poiché iniziano a definire requisiti e standard del prodotto. Seguono poi le alleanze basate sulla relazione e le alleanze basate sull'*equity*, come le *joint venture*; queste ultime presentano un livello di controllo maggiore, poiché si fondano su un legame istituzionale e non soltanto contrattuale,

riducendo così il rischio di opportunismo. Infine, si colloca la *vertical integration*, in cui il controllo è massimo, poiché tutte le attività sono internalizzate all'interno della stessa impresa.

Successivamente, il livello di controllo lungo questa scala viene distinto in due momenti: *ex ante* ed *ex post*. Il controllo *ex ante* riguarda il modo in cui la relazione viene impostata inizialmente, attraverso specifiche, parametri e regole definite prima dell'avvio del progetto. Il controllo *ex post*, invece, si riferisce alla capacità di intervenire una volta che il progetto è stato avviato, ad esempio per rinegoziare accordi o riallocare risorse.

Table 1  
Control intensity across the vertical coordination continuum

	Spot market	Specification contract	Relation-based alliance	Equity-based alliance	Vertical integration
Intensity of control	Low ( <i>ex ante</i> dominate)	Moderately low ( <i>ex ante</i> dominate)	Moderate (mixed <i>ex ante</i> & <i>ex post</i> )	Moderately high ( <i>ex post</i> dominate)	High ( <i>ex post</i> dominate)
Focus of control	Immediate transaction	Contract terms	Relationship	Property rights of stakeholders in limited joint entity	Property rights of stakeholders in full entity
<i>Ex ante</i> control process	Price discovery	Setting specifications	Relationship building	Negotiating the formal decentralized <i>ex post</i> governance structure	Negotiating the formal centralized <i>ex post</i> governance structure
<i>Ex post</i> control process	Yes/no decision to transact Yes/no decision to repeat the transaction	Setting incentives Decision to renew/ renegotiate contract, or seek third party enforcement	Setting informal parameters Mutual resolution or dissolution	Execution of governance policies and procedures in the limited entity	Execution of governance policies and procedures in the full entity

Fonte: Peterson, H. Christopher & Wysocki, Allen F. & Harsh, Stephen B., (2001). " Strategic Choice Along The Vertical Coordination Continuum, International Food and Agribusiness Management Review.

Figura 2.2: Esempio di scala di coordinamento verticale ordinata in base all'intensità di controllo

Alla luce della scala proposta da Peterson et al. (2001), le diverse forme di iniziativa appena richiamate possono essere ricondotte a livelli crescenti di controllo. Come si evince dalla tabella 2.1, il contratto di fornitura si colloca in prossimità dello *spot market*; il licensing-in rientra nei *specification contract*; co-sviluppo e alleanza possono essere ricondotti alle *relation-based alliance*; joint venture e spin-off si avvicinano alle *equity-based alliance*; acquisizione e sviluppo interno rappresentano infine le soluzioni più prossime alla *vertical integration*.

Tabella 2.1: classificazione delle iniziative di integrazione verticale

Spot market	Specification contract	Relation-based alliance	Equity-based alliance	Vertical integration
1.contratto di fornitura	2.licensing-in	3.co-sviluppo	5.joint venture	7.acquisizione
		4.alleanza	6.spin-off	8.sviluppo interno

## 2.3. L'incontro tra integrazione verticale e architetture di prodotto

Una volta definite le principali alternative di integrazione verticale e i relativi livelli di controllo, è necessario comprendere come tali scelte si colleghino alla configurazione architeturale del prodotto. Il rapporto tra architettura e integrazione verticale è infatti stretto: il grado di interdipendenza tra i componenti influenza il tipo di coordinamento richiesto nello sviluppo e, di conseguenza, anche la distribuzione delle attività tra impresa e attori esterni della filiera. In altri termini, l'architettura del prodotto non descrive soltanto come esso è tecnicamente composto, ma condiziona anche il modo in cui la *supply chain* viene organizzata e governata. In questa prospettiva si inserisce la teoria del *mirroring*, secondo cui l'architettura organizzativa tende a rispecchiare l'architettura del prodotto o del sistema: a prodotti più modulari tendono a corrispondere strutture organizzative più modulari e distribuite, mentre a prodotti più integrati tendono a corrispondere forme organizzative più accentrate e un maggiore ricorso all'integrazione verticale.

Nel caso di architetture modulari, il sistema è scomponibile in moduli relativamente autonomi, collegati da interfacce definite e, spesso, standardizzate. Ciò consente che parti diverse del prodotto vengano progettate e sviluppate in modo più indipendente, anche da attori distinti, rendendo possibili assetti più aperti e collaborativi. La presenza di interfacce standard facilita infatti il coinvolgimento di fornitori specializzati, riduce la necessità di un coordinamento continuo su ogni dettaglio tecnico e permette a imprese anche provenienti da ambiti industriali differenti di convergere sul medesimo sistema offrendo componenti compatibili. In questo senso, una maggiore modularità tende ad associarsi a forme di separazione verticale più accentuate: l'impresa può concentrarsi sulle attività di architettura, assemblaggio e coordinamento complessivo, demandando all'esterno parte delle competenze relative ai singoli moduli.

Questa configurazione rende il sistema più flessibile. La modularità, infatti, favorisce l'introduzione di cambiamenti sia all'interno del ciclo di vita del prodotto, ad esempio attraverso *upgrade*, *add-on* o adattamenti a differenti condizioni d'uso, sia nel passaggio tra versioni successive dello stesso prodotto, agevolando differenziazione e varietà. Tuttavia, tale apertura comporta anche un minore presidio diretto della catena di fornitura e una minore capacità di concentrare internamente tutte le competenze chiave. Ne consegue che l'impresa, pur risultando più capace di adattarsi rapidamente alle richieste del mercato, rischia di non governare pienamente l'evoluzione del sistema dal punto di vista tecnologico e delle competenze, soprattutto quando il contributo innovativo è distribuito tra più attori esterni.

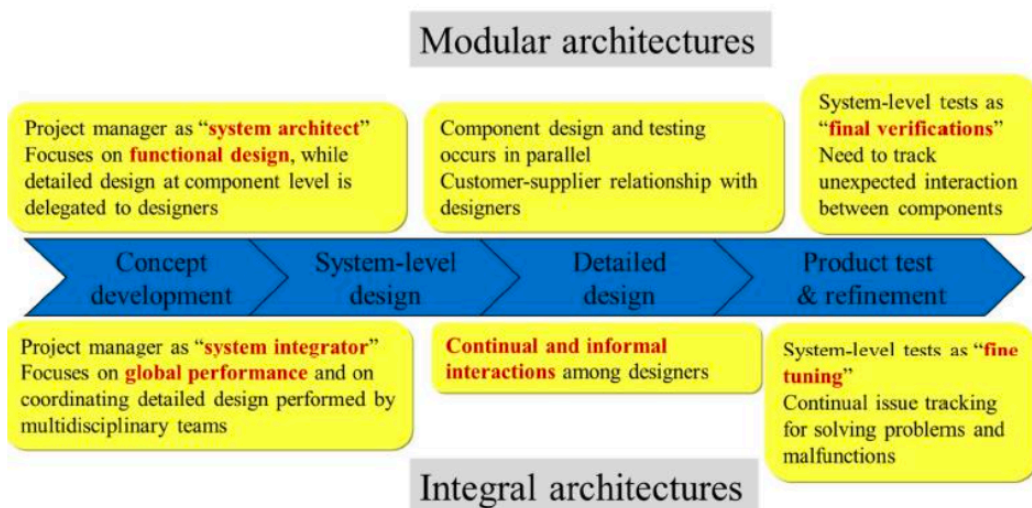
Al contrario, nel caso di architetture integrate, i componenti presentano interdipendenze più strette e interfacce maggiormente accoppiate, per cui la modifica di una parte del sistema tende a propagarsi

anche alle altre. In questi contesti, lo sviluppo richiede un coordinamento molto più intenso, poiché le prestazioni complessive dipendono dalla coerenza dell'insieme e non dalla semplice somma di moduli indipendenti. Per questa ragione, l'impresa tende più frequentemente a presidiare internamente una quota ampia delle competenze chiave e a ricorrere in misura maggiore all'integrazione verticale. Maggiore integrazione architeturale implica infatti maggiore necessità di controllo: controllo sulle interfacce, sulla qualità finale, sui tempi di sviluppo e sulle conoscenze che determinano la performance del sistema. Tale scelta richiede investimenti più elevati, ma consente anche un governo più stretto della filiera e dell'evoluzione tecnologica del prodotto.

Il diverso rapporto tra architettura e integrazione verticale si riflette anche nella gestione del processo di sviluppo. Nelle architetture modulari, il project manager assume soprattutto il ruolo di *system architect*: definisce l'architettura complessiva, le funzioni del sistema e le interfacce tra moduli, mentre la progettazione dettagliata può essere affidata in parallelo ai responsabili dei singoli componenti o ai fornitori. In questo caso, *design* e *testing* di componente possono procedere parallelamente e le verifiche a livello di sistema intervengono soprattutto come momento finale di validazione dell'integrazione. Nelle architetture integrate, invece, il *project manager* opera più come *system integrator*: l'attenzione si concentra sulla performance complessiva del prodotto e sul coordinamento continuo tra competenze diverse, poiché le scelte progettuali relative ai singoli elementi non possono essere facilmente separate. Il processo di sviluppo risulta quindi più iterativo, basato su interazioni frequenti tra progettisti e su attività di test e affinamento continue, necessarie per risolvere le interferenze tra componenti e ottimizzare il funzionamento dell'insieme.

Si può quindi affermare che all'aumentare della modularità tendano a crescere apertura, collaborazione e specializzazione tra attori diversi, mentre all'aumentare dell'integrazione architeturale tenda a crescere l'integrazione verticale, poiché aumenta il bisogno di controllo diretto sulle competenze e sulle interdipendenze tecniche. L'architettura del prodotto e la struttura della filiera risultano dunque strettamente connesse: la prima definisce il tipo di coordinamento richiesto, la seconda rappresenta la risposta organizzativa con cui l'impresa sceglie di governarlo.

Le differenze appena discusse trovano una rappresentazione schematica nella *figura 2.3*, che mette a confronto il processo di sviluppo nelle architetture modulari e in quelle integrate.



Fonte: Marco Cantamessa, Francesca Montagna (2023), “*Management of Innovation and product development*”

Figura 2.3: Esempio di progettazione per architetture modulari e integrate

## 2.4. L’impatto del digitale nelle scelte di integrazione verticale

Se il rapporto tra integrazione verticale e architettura di prodotto può essere interpretato nei sistemi tradizionali attraverso la distinzione tra configurazioni integrate e modulari, tale relazione diventa più complessa con l’avvento della trasformazione digitale. Nei termini della teoria del *mirroring*, ciò significa che la corrispondenza tra architettura del prodotto e struttura organizzativa dell’impresa, relativamente plausibile nei contesti tradizionali, nel digitale non può più essere assunta in modo lineare. In linea generale, la letteratura classica associa a una maggiore modularità una minore integrazione verticale (Christensen et al., 2002), poiché la presenza di moduli relativamente autonomi e di interfacce standardizzate rende possibile la separazione tra attività, il coinvolgimento di fornitori specializzati e una più ampia apertura della filiera. Al contrario, quando l’architettura è maggiormente integrata, l’elevata interdipendenza tra componenti richiede un più forte coordinamento interno e tende quindi a favorire strategie di integrazione verticale. Tuttavia, tale corrispondenza, che nei sistemi tradizionali appare relativamente lineare, nel contesto digitale si indebolisce e richiede di essere riconsiderata.

La digitalizzazione può infatti essere interpretata come un driver che ridisegna simultaneamente le architetture di prodotto, i processi di innovazione e i confini organizzativi dell’impresa (Yoo et al., 2010). Un primo effetto consiste nel fatto che le funzionalità del prodotto non sono più definite una

volta per tutte prima della produzione fisica, ma possono essere modificate, estese e ricombinate anche successivamente, lungo l'intero ciclo di vita del prodotto, grazie alla presenza di componenti digitali e software aggiornabili (Henfridsson et al., 2014). In questa prospettiva, la modularità non coincide più soltanto con la scomposizione fisica del prodotto in componenti standard, ma diventa anche una condizione che abilita aggiornamenti, riconfigurazioni, ampliamenti funzionali e nuove combinazioni tra componenti fisiche e digitali nel tempo. Di conseguenza, alcune logiche tipiche della modularità tradizionale, fondate soprattutto su standardizzazione ed economie di scala, perdono centralità, poiché la codifica digitale può essere replicata e distribuita con costi marginali molto ridotti (Henfridsson et al., 2014).

In questo quadro, l'innovazione digitale può essere definita come l'attuazione di nuove combinazioni di componenti digitali e fisici finalizzate alla generazione di nuovi prodotti, servizi o funzionalità; la digitalizzazione rappresenta quindi una condizione necessaria, ma non sufficiente, dal momento che l'innovazione dipende dalla capacità dell'impresa di combinare risorse e componenti in modi nuovi e di riorganizzare di conseguenza le proprie logiche organizzative e l'uso delle infrastrutture IT (Yoo et al., 2010). Anche la prospettiva di Henderson e Clark (1990) aiuta a leggere questo passaggio, poiché mostra come l'innovazione possa riguardare non soltanto il cambiamento dei singoli componenti, ma anche la trasformazione delle relazioni tra essi. Nel digitale, tale aspetto è particolarmente rilevante, perché spesso l'innovazione non si limita a sostituire una tecnologia all'interno di un modulo, ma modifica le interdipendenze tra componenti, interfacce, dati e software, con effetti diretti sulle modalità di coordinamento tra attori.

È proprio a questo livello che assume rilevanza la teoria del *mirroring*, secondo cui l'architettura organizzativa tende a rispecchiare l'architettura del prodotto o del sistema: a una maggiore modularità del prodotto dovrebbe corrispondere una struttura organizzativa più modulare e, in linea con l'impostazione classica, anche una minore integrazione verticale. Nel caso degli artefatti digitali, però, questa corrispondenza tende a essere solo parziale. Anche quando il prodotto appare modulare, infatti, la necessità di garantire compatibilità, aggiornabilità, gestione delle interfacce, sicurezza, scambio informativo e coordinamento tra componenti fisiche e digitali mantiene elevato il bisogno di integrazione tra attività e competenze. In altri termini, la modularità del prodotto non si traduce automaticamente in una piena disintegrazione organizzativa, perché la complessità dell'architettura digitale e il frequente cambiamento tecnologico dei componenti impongono comunque forme significative di coordinamento e controllo e rendono quindi solo parzialmente valido il nesso lineare tra modularità e minore integrazione verticale (Yoo et al., 2010; Furlan et al., 2014; Constantinides et al., 2018). È proprio questa tensione tra modularità del prodotto e persistenza del bisogno di

coordinamento organizzativo che rende necessari ulteriori studi sul rapporto tra architettura e integrazione verticale nel contesto digitale.

Da questa prospettiva deriva un punto teorico centrale per il presente lavoro: la trasformazione digitale porta a interrogarsi sulla tenuta dell'associazione tradizionale secondo cui più modularità implica necessariamente meno integrazione verticale. Se nei sistemi industriali tradizionali tale relazione risultava spesso plausibile, nel digitale essa non può più essere assunta in modo automatico. La presenza di componenti modulari e di interfacce relativamente standardizzate può certamente favorire apertura, collaborazione e specializzazione tra attori distinti, ma può anche convivere con la scelta dell'impresa di mantenere il controllo su nodi critici dell'architettura, su competenze chiave, su piattaforme, dati, software o interfacce strategiche. Ne consegue che la modularità, nel contesto digitale, può accompagnarsi non tanto a una semplice riduzione dell'integrazione verticale, quanto piuttosto a una sua riconfigurazione selettiva. In questo senso, il contributo di Christensen, pur rimanendo un riferimento fondamentale per interpretare la relazione tra architettura e confini dell'impresa, richiede di essere riletto alla luce delle specificità degli artefatti digitali, nei quali modularità del prodotto e controllo organizzativo non coincidono più necessariamente.

Come visto precedentemente, al cambiamento di architettura corrisponde anche una riconfigurazione del paradigma tecnologico, ossia della struttura delle relazioni industriali e competitive che sostiene lo sviluppo di una determinata tecnologia. È in questo passaggio che la trasformazione digitale manifesta il suo carattere sistemico: nascono nuovi ecosistemi in cui imprese prima non correlate iniziano a collaborare, a co-specializzarsi e a condividere porzioni dell'innovazione, rimodellando i confini settoriali e il panorama competitivo (Yoo et al., 2010). Per questa ragione, il rapporto tra modularità e integrazione verticale non può più essere letto soltanto in termini dicotomici, ma deve essere analizzato a livello d'impresa, osservando in che modo ciascuna organizzazione decida di presidiare alcune attività e di esternalizzarne altre, in funzione delle interdipendenze che ritiene strategiche da governare (Campagnolo e Camuffo, 2010).

In conclusione, l'incontro tra integrazione verticale e trasformazione digitale può essere sintetizzato come segue: da un lato, la digitalizzazione abilita nuove combinazioni e nuove forme di modularità nel tempo, grazie a caratteristiche quali programmabilità, aggiornabilità e replicabilità; dall'altro lato, proprio perché diventa cruciale gestire l'integrazione tra componenti fisiche e digitali, lo scambio di informazioni tra attori e il presidio delle interfacce strategiche, cresce l'importanza di competenze organizzative e tecnologiche capaci di governare tali interdipendenze. Alla luce di queste trasformazioni, risulta dunque particolarmente rilevante indagare se e in che modo le imprese adattino le proprie strategie di integrazione verticale nel passaggio dagli artefatti tradizionali a quelli digitali.

## 2.5. Obiettivo del lavoro

La trasformazione digitale mette in discussione le assunzioni di molte teorie dell'*innovation management*. Come già evidenziato nei paragrafi precedenti, l'innovazione non è più soltanto interna e centralizzata; poiché i prodotti digitali evolvono continuamente, non esiste più un allineamento stabile tra architettura del prodotto e organizzazione dell'impresa (Nambisan et al., 2017). In questo quadro, il nesso proposto dalla teoria del *mirroring* tra modularità del prodotto e modularità organizzativa viene messo in discussione nel caso degli artefatti digitali. La complessità delle loro architetture, il ruolo di software, dati e interfacce e il frequente cambiamento tecnologico dei componenti fanno sì che la modularità del prodotto non implichi necessariamente una piena modularità organizzativa né una completa disintegrazione verticale (Yoo et al., 2010; Furlan et al., 2014; Constantinides et al., 2018). Da qui nasce la necessità di approfondire, a livello d'impresa, il rapporto tra modularità e decisioni di integrazione verticale (Campagnolo e Camuffo, 2010).

In questo quadro, la presente tesi si pone l'obiettivo di indagare come e perché le strategie delle imprese evolvano con la trasformazione digitale. Più nello specifico, l'obiettivo è mappare l'evoluzione delle iniziative di integrazione verticale di imprese selezionate in relazione al livello di modularità dell'architettura di prodotto nel contesto della trasformazione digitale. In particolare, il lavoro intende verificare se, e in quale misura, il passaggio ad artefatti digitali più modulari si associ effettivamente a una riduzione dell'integrazione verticale, oppure se tale relazione debba essere riconsiderata alla luce della complessità organizzativa introdotta dal digitale.

L'ipotesi di ricerca che guida l'analisi è che le imprese selezionate mostrino un grado ridotto di integrazione verticale nella produzione di artefatti digitali rispetto a quella di artefatti non digitali.

## 3. Metodologia

### 3.1. Casi studio selezionati

Per analizzare il rapporto tra architettura di prodotto e scelte strategiche d'impresa, il presente lavoro adotta un disegno comparativo basato su coppie di prodotti, ciascuna composta da una versione analogica e da una corrispondente versione digitale. La selezione dei casi studio è stata effettuata sulla base di quattro criteri:

1. Ciascuna coppia deve includere una versione analogica e una digitale e devono entrambe svolgere la stessa funzione.
2. In entrambe le versioni del prodotto deve essere riconoscibile l'emergere di un *dominant design*, condizione necessaria per identificare un'architettura stabile e chiaramente descrivibile.
3. Sono esclusi gli artefatti puramente digitali, quelli intangibili e privi di componenti fisiche, poiché non consentono un'analisi comparativa delle architetture materiali.
4. Sono esclusi i prodotti digitali che abilitano servizi e nei quali i dati alimentano processi di servizio aggiuntivi, al fine di evitare l'introduzione di livelli di complessità non direttamente attribuibili alla sola architettura di prodotto (Yoo et al., 2010)

La selezione delle coppie di prodotto è stata inoltre supportata dai risultati di una precedente analisi quantitativa basata sull'utilizzo dell'indice TCCI, il *Total Constant Commonality Index* (TCCI), misura derivata dai diagrammi funzionali a blocchi e dalle *Design Structure Matrices* (DSM). In particolare, il TCCI (Wacker; Trelevan, 1986), costruito a partire dal *functional tree* e dall'impostazione DSM di Steward, rappresenta il numero medio di elementi "genitori" comuni (in termini di funzioni) associati a ciascuna componente distinta. Trattandosi di un indice normalizzato con valori compresi tra 0 e 1, esso consente un confronto immediato tra prodotti: valori prossimi a 0 indicano bassa comunanza funzionale tra componenti e, quindi, una maggiore modularità, mentre valori prossimi a 1 indicano un'elevata comunanza funzionale e, di conseguenza, un'architettura più integrale.

Sulla base dei valori ottenuti dall'indice TCCI (Tabella 3.1), si può affermare che, per i prodotti analogici considerati e i rispettivi corrispettivi digitali, i primi presentino un'architettura più integrata, mentre i secondi un'architettura più modulare.

Tabella 3.1: coppie di prodotti analogici vs digitali

FUNZIONE CORE CONDIVISA	COPPIE DI PRODOTTI	TCCI
Rimuovere polvere, sporco e detriti dalle superfici tramite aspirazione e raccoglierli per lo smaltimento permanente	Aspirapolvere ciclonico	0,3
	Aspirapolvere digitale	0,06
Catturare la luce da una scena e registrarla come immagine permanente	Fotocamera a pellicola	0,41
	Fotocamera digitale	0,12
Ricevere segnali radio trasmessi e convertirli in suono	Radio analogica	0,46
	Radio digitale	0,22
Ricevere segnali audio e video trasmessi e visualizzarli	TV analogica	0,13
	TV digitale	0,1
Riprodurre registrazioni audio memorizzate e convertirle in suono	Registratore a cassette	0,27
	Letture CD	0,09
Fornire una superficie in movimento continuo per camminare/correre	Nastro da corsa motorizzato	0,21
	Nastro da corsa digitale	0,15
Processare ingredienti alimentari	Frullatore	0,25
	Robot da cucina	0,15
Controllare la temperatura in un'area	Termostato elettronico	0,22
	Termostato digitale	0,07
Misurare e visualizzare il peso con precisione	Bilancia meccanica	0,31
	Bilancia digitale	0,14

A partire da tali risultati, il presente lavoro si concentra sulle fotocamere, nelle versioni analogica e digitale, e sugli apparecchi di riproduzione audio, rappresentati dal registratore a cassette per l'analogico e dal lettore CD per il digitale.

Accanto alla selezione delle coppie di prodotto, la metodologia prevede anche la selezione di tre leader del settore da analizzare per collegare l'architettura alle scelte strategiche dell'impresa. Per ciascuna coppia di prodotto vengono identificate tre imprese sulla base di due criteri:

1. Possedere una quota di mercato rilevante negli artefatti analizzati
2. Essere *incumbent* che abbiano prodotto, o continuino a produrre, entrambe le versioni del prodotto, in modo da rendere confrontabili le scelte lungo la transizione dall'analogico al digitale.

## 3.2. Dataset utilizzati e raccolta dati

La raccolta dati è stata condotta esclusivamente tramite fonti secondarie e si è articolata in tre percorsi distinti, ciascuno associato a una specifica finalità analitica:

1. Per ciascuna coppia di prodotti, sono stati innanzitutto definiti i confini del mercato di riferimento. Successivamente, attraverso attività di *desk research* condotte su database e report di settore, tra cui *Statista* e *Fortune Business Insights*, sono stati identificati i principali attori sulla base della quota di mercato globale. Per garantire la comparabilità lungo la transizione da analogico a digitale, sono stati inclusi nel campione solo gli *incumbent* che hanno prodotto, o continuano a produrre, entrambe le versioni del prodotto.
2. Un dataset relativo alle iniziative di integrazione verticale, *LexisNexis* utilizzato per ricostruire iniziative e operazioni rilevanti svolte in passato dall'azienda analizzata. Per effettuare la ricerca si costruivano *query* con questa struttura:

**prodotto AND azienda w/10 le possibili iniziative collegate alle VI scelte**

Analizzando la struttura della *query*:

- Il prodotto viene specificato all'inizio. Nel caso in cui le due versioni condividano un sostantivo comune (ad es., fotocamera analogica vs fotocamera digitale), è sufficiente una parola chiave generale. Tuttavia, quando vengono utilizzate denominazioni differenti, sono necessarie specificazioni aggiuntive e spesso si ricorre a parole chiave separate per gestire meglio i risultati (ad es., registratore a cassette vs lettore CD)
- Il connettore "w/10" indica che le due parole collegate devono comparire entro una distanza massima di 10 parole. In questo caso, sostituisce AND per garantire la prossimità tra il nome dell'*incumbent* e le iniziative di integrazione verticale (VI) all'interno della stessa frase.
- Le iniziative considerate di integrazione verticale includono sia decisioni a monte (*upstream*), che riguardano lo sviluppo e/o la produzione di sottosistemi e componenti, sia decisioni a valle (*downstream*), che coprono lo sviluppo del "sovra-sistema" (*supra-system*) entro cui il prodotto opererà, inclusi i suoi complementi.

```
camera* AND Nikon w/10 ("in-house" OR "internal manufactur*" OR "internal produc*" OR "external manufactur*" OR "external produc*" OR "R&D" OR "research" OR "development" OR "partner*" OR "contract*" OR "agreement*" OR "alliance" OR "collaboration" OR innovation OR "broker*" OR "consortium" OR "joint venture" OR "merge*" OR "acquire" OR "acquisition" OR "license" OR "licence")
```

```
("music cassette deck" OR "cassette tape deck" OR "compact cassette player" OR "cassette recorder" OR "tape deck" OR "tape cassette player" OR "cassette tape player" OR "cassette player") AND (Sony) w/10 ("in-house" OR "internal manufactur*" OR "internal produc*" OR "external manufactur*" OR "external produc*" OR "R&D" OR "research" OR "development" OR "partner*" OR "contract*" OR "agreement*" OR "alliance" OR "collaboration" OR innovation OR "broker*" OR "consortium" OR "joint venture" OR "merge*" OR "acquire" OR "acquisition" OR "license" OR "licence")
```

```
("CD player*" OR "disc player*" OR "digital audio player" OR "digital music player" OR "optical disc player" OR "cd-reproduc*" OR "CD-ROM disc reproduc*" OR "cd audio") AND (Sony) w/10 ("in-house" OR "internal manufactur*" OR "internal produc*" OR "external manufactur*" OR "external produc*" OR "R&D" OR "research" OR "development" OR "partner*" OR "contract*" OR "agreement*" OR "alliance" OR "collaboration" OR innovation OR "broker*" OR "consortium" OR "joint venture" OR "merge*" OR "acquire" OR "acquisition" OR "license" OR "licence")
```

Figura 3.1: esempi di query utilizzate

All'interno del portale di ricerca oltre a formulare correttamente la *query*, era fondamentale nell'analisi dei documenti selezionare esclusivamente quelli presenti nella voce

“*Companies and Financial*”, per filtrare meglio i risultati ottenuti.

3. Un dataset focalizzato esclusivamente sullo sviluppo interno, *Espacenet* utilizzato per ricercare i brevetti depositati riconducibili all'artefatto selezionato, così da cogliere in che misura la tecnologia risulti associata a uno specifico *incumbent* (e quindi il grado di appropriazione e specificità tecnologica dell'azienda). Per effettuare la ricerca venivano costruite delle *query* con la seguente struttura:

ta= **componente** AND ta= **artefatto** NOT nftxt= **digitale** AND pa= **azienda**

Analizzando la struttura della *query*:

- Il campo ta= (*title* + *abstract*) seleziona i documenti che presentano “componente” e “artefatto” in titolo/abstract del documento
- Il campo nftxt= (ricerca estesa su testo e nomi) viene impiegato come filtro “ampio”, soprattutto in combinazione con l'operatore NOT, per escludere famiglie o documenti in cui compare “digitale” in campi testuali/nominativi più ampi
- Il campo pa= (*applicant*) serve invece a restringere i risultati ai brevetti attribuibili all'azienda analizzata, cioè ai documenti in cui la società compare come richiedente/titolare

```

QUERY "ARTEFATTO\MODULO GENERALE "
((ta="tape transport mechanism" OR ta="tape loading mechanism" OR ta="head assembly" OR ta="reel drive mechanism" OR
ta="audio module" OR ta="cassette deck" OR ta="tape deck" OR ta="tape recorder" OR ta="tape player") AND
(ta="cassette" OR ta="tape" OR nftxt="cassette" OR nftxt="magnetic tape" OR nftxt="audio cassette")) NOT nftxt="digital"
AND (pa="philips" OR pa="koninklijke philips" OR pa="philips electronics" OR pa="u.s. philips")

QUERY "CARICAMENTO\TRASPORTO CASSETTA":
((ta="cassette loading mechanism" OR ta="tape loading unit" OR ta="cassette holder" OR ta="tape transport mechanism"
OR ta="reel drive mechanism" OR nftxt="cassette loading" OR nftxt="tape loading" OR nftxt="tape transport" OR
nftxt="loading mechanism") AND (nftxt="cassette" OR nftxt="magnetic tape" OR nftxt="audio cassette")) NOT
nftxt="digital" AND (pa=...)

QUERY "TESTINA\HEAD ASSEMBLY":
((ta="head assembly" OR ta="playback head unit" OR ta="magnetic head" OR ta="recording head" OR
ta="erase head" OR nftxt="playback head" OR nftxt="recording head" OR nftxt="erase head") AND
(ta="cassette" OR ta="tape" OR nftxt="cassette" OR nftxt="magnetic tape") AND (nftxt="audio" OR
nftxt="music")) NOT nftxt="digital" AND (pa=...)

```

Figura 3.2: esempi di query utilizzate

### 3.3. Metodo di analisi

Per analizzare l'evoluzione delle scelte strategiche delle imprese in funzione dell'architettura dei prodotti, è stato seguito uno schema di analisi strutturato. Utilizzando il portale di ricerca LexisNexis, sono state individuate le iniziative di integrazione verticale riconducibili agli *incumbent* analizzati. Dopo aver estratto le iniziative dalla sezione "*Companies and Financial*", queste sono state analizzate tramite LM Notebook, uno strumento di intelligenza artificiale utilizzato come supporto nella fase preliminare di analisi.

L'istruzione utilizzata è stata la seguente:

- Considerando che l'incumbent è ..., analizza i seguenti articoli uno per uno e indica: chi è il terzo soggetto coinvolto; una descrizione dell'iniziativa; l'anno dell'iniziativa; l'artefatto coinvolto, che può essere registratore a cassette o lettore CD, oppure componenti di questi due prodotti o beni complementari ad essi.

Classifica inoltre l'elemento analizzato come artefatto, componente o bene complementare, specificando se si colloca a monte o a valle della filiera. Indica poi il tipo di iniziativa secondo la seguente scala: 1. contratto di fornitura; 2. licensing, distinguendo tra licensing-in, nel caso in cui l'incumbent utilizzi il brevetto o la tecnologia di un soggetto terzo, e licensing-out, nel caso contrario; 3. co-sviluppo; 4. alleanza; 5. joint venture; 6. spin-off; 7. fusione/acquisizione; 8. sviluppo interno. Effettua infine l'analisi per ogni singolo documento, restituendo i risultati in forma di elenco puntato.

Per ogni iniziativa sono poi state estratte le informazioni rilevanti e riportate in un dataset costruito ad hoc secondo la struttura mostrata in (figura 3.3).

INCUMBENT	CLASSE INIZIATIVA	TERZO COINVOLTO	DESCRIZIONE INIZIATIVA	ANNO	TIPO DI INIZIATIVA	LIVELLO DI V.I	ARTEFATTO	TCCI
-----------	-------------------	-----------------	------------------------	------	--------------------	----------------	-----------	------

Figura 3.3: struttura del dataset

Con *incumbent* ci si riferisce all'azienda presa in analisi, con classe iniziativa si indica se appartengono a *upstream vertical integration*, *downstream bene complementare* e *downstream supra-system*, con terzo coinvolto si indica l'azienda che partecipa all'iniziativa. Per ciascuna iniziativa vengono inoltre riportati una breve descrizione, l'anno di riferimento e la classificazione lungo la scala di integrazione verticale adottata in questo lavoro, definita a partire da Harrigan (1985) e Peterson et al. (2001). Tale scala si articola in otto forme di iniziativa, ordinate secondo un grado crescente di controllo sull'attività o sulla risorsa coinvolta:

1. Contratto di fornitura, ossia un accordo con un fornitore esterno per l'approvvigionamento di componenti, materiali o servizi.
2. Licensing-in, cioè accordi finalizzati ad acquisire per un periodo limitato l'uso di componenti, servizi o sistemi sviluppati da terzi.
3. Co-sviluppo, vale a dire un accordo, solitamente all'interno della stessa catena di fornitura, per sviluppare congiuntamente un prodotto o una soluzione.
4. Alleanza, cioè una collaborazione su base contrattuale in cui le entità coinvolte rimangono separate, ma cooperano per il raggiungimento di un obiettivo comune di innovazione.
5. Joint venture, ossia un accordo di natura più istituzionalizzata in cui viene creata una struttura condivisa per guidare e gestire l'attività comune.
6. Spin-off, cioè la creazione di una nuova società separata per sviluppare una tecnologia a partire da una società madre.
7. Acquisizione, vale a dire un'operazione attraverso cui l'impresa incorpora un'altra organizzazione per ottenere competenze simili o complementari.
8. Sviluppo interno, ossia lo sviluppo diretto all'interno dell'impresa, che dipende dalla capacità di investimento e dalle performance aziendali.

Dopo aver creato il dataset per entrambe le coppie di artefatti e per i rispettivi *incumbent*, è stata costruita una tabella di sintesi finalizzata a rappresentare la distribuzione complessiva delle iniziative per livello di integrazione verticale e per classe iniziativa. Come si evince dalla figura 3.5, questa

rappresentazione consente di osservare in modo sintetico la distribuzione delle iniziative lungo la filiera e lungo il continuum di controllo, così da identificare il profilo strategico prevalente dell'impresa.

Nello schema, X indica il numero di iniziative riferite all'artefatto digitale; quando in una cella compare la forma X+Y, il primo valore continua a riferirsi all'artefatto digitale, mentre Y indica il numero di iniziative riferite all'artefatto analogico.

<b>INCUMBENT</b>			
<b>LIVELLO DI V.I</b>	<b>UPSTREAM VERTICAL INTEGRATION</b>	<b>DOWNSTREAM BENE COMPLEMENTARE</b>	<b>DOWNSTREAM SUPRA- SYSTEM</b>
1.contratto di fornitura	X		
2.licensing-in	X+Y		
3.co-sviluppo			
4.alleanza			
5.joint venture			
6.spin-off			
7.acquisizione			
8.sviluppo interno			
Tot. iniziative			

Figura 3.4: struttura tabelle livello integrazione verticale vs classe iniziativa

Per completezza, nelle tabelle sono state mantenute anche le iniziative di licensing-out e di sviluppo interno. Tali iniziative, tuttavia, non sono state incluse nell'analisi grafica comparativa. Nel caso del licensing-out, l'esclusione dipende dal fatto che l'analisi mira a osservare soprattutto come l'impresa governi in entrata tecnologie, competenze e attività rilevanti per l'artefatto; in questa prospettiva, risultano più coerenti le iniziative attraverso cui l'azienda acquisisce, coordina o integra risorse esterne, mentre il licensing-out riflette principalmente la diffusione verso l'esterno di conoscenze già detenute dall'impresa. Analogamente, lo sviluppo interno, pur essendo riportato nelle tabelle, non è stato incluso in questa specifica analisi grafica, poiché non risulta metodologicamente confrontabile con le iniziative esterne classificate nei livelli da 1 a 7: esso appartiene infatti a una logica diversa e non descrive accordi o collaborazioni con soggetti esterni. Inoltre, le evidenze

raccolte sullo sviluppo interno tramite iniziative puntuali risultano limitate e frammentarie. Per questa ragione, esso viene approfondito separatamente attraverso un indicatore più coerente, ossia il numero e la natura dei brevetti, così da valutare in modo più solido il grado di appropriabilità tecnologica dell'impresa e la sua coerenza con l'artefatto considerato e con le relative scelte di integrazione verticale.

Su queste basi, a partire dai valori di TCCI (Thévenot e Simpson, 2007) noti per i quattro prodotti analizzati, sono stati costruiti grafici a bolle in funzione del grado di vertical integration e dell'indice Total Constant Commonality Index, così da osservare la distribuzione delle iniziative anche attraverso la dimensione delle bolle (*figura 3.5*).

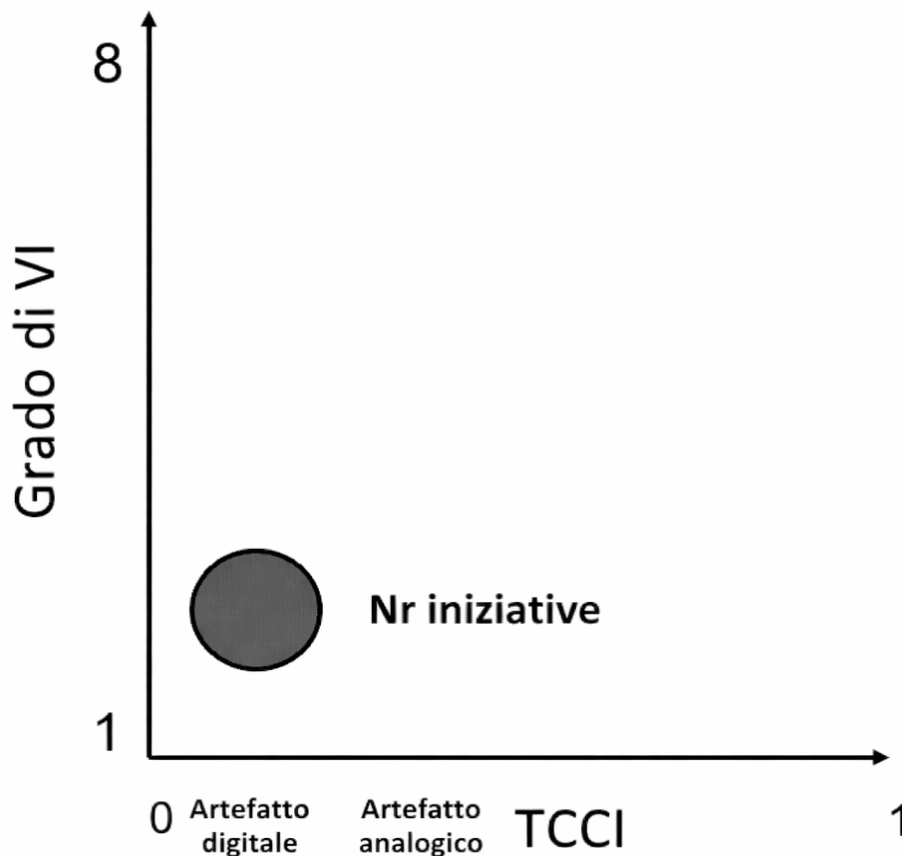


Figura 3.5: struttura dei grafici modularità dell'artefatto vs grado di V.I

In seguito, è stata effettuata un'analisi brevettuale complementare attraverso l'utilizzo del database Espacenet. Per rendere confrontabili artefatti appartenenti alla stessa categoria ma basati su tecnologie diverse, sono stati costruiti schemi modulari standardizzati. L'obiettivo non è descrivere

in modo esaustivo ogni singolo componente, ma individuare macro-moduli funzionali che possano valere sia per il prodotto analogico sia per quello digitale, così da rendere possibile un confronto coerente tra architettura del prodotto e iniziative di integrazione verticale.

<b>PRODOTTO DIGITALE o ANALOGICO</b>	
<b>A</b>	Artefatto intero
<b>T</b>	Meccanica e componenti fisiche
<b>M</b>	Moduli suddivisi in: interfaccia utente
	bene complementare
	altri moduli tecnici

Figura 3.6: struttura dei moduli: registratore a cassette vs lettore CD

<b>PRODOTTO DIGITALE o ANALOGICO</b>	
<b>A</b>	Artefatto intero
<b>O</b>	Sistema ottico e messa a fuoco
<b>E</b>	Architettura di scatto ed esposizione
<b>U</b>	Interfaccia e sistemi di supporto
<b>M</b>	Altri moduli tecnici:
	trasporto e alloggiamento pellicola
	Acquisizione sensore e conversione

Figura 3.7: struttura dei moduli: fotocamera a pellicola vs fotocamera digitale

Nel caso della coppia registratore a cassette – lettore CD è stato adottato un primo schema modulare comune. In tale schema:

- A indica l'artefatto intero, cioè il prodotto considerato come sistema complessivo. Questa categoria raccoglie le iniziative che non riguardano uno specifico sottosistema, ma l'intero dispositivo.
- T identifica invece la meccanica e i componenti fisici, ossia l'insieme delle parti materiali e dei meccanismi che consentono il funzionamento dell'artefatto. Essa è stata costruita per includere in modo comparabile sia elementi tipici del registratore a cassette, come il trasporto del nastro e la meccanica, sia elementi del lettore CD, come il caricamento e la movimentazione del disco.
- M raccoglie i moduli suddivisi in tre sottoinsiemi: interfaccia utente, bene complementare e altri moduli tecnici. In questo caso, M consente di raggruppare tutte quelle parti del prodotto che, pur non rientrando nella meccanica di base, risultano rilevanti per il confronto tra i due artefatti. Per il lettore CD, ad esempio, rientrano in questa categoria l'interfaccia utente e il display, il pickup ottico e i servocontrolli, l'elettronica di sistema e audio, nonché il CD come bene complementare; per il registratore a cassette, invece, vi rientrano la funzione di sistema di controllo e utente, il processo di registrazione tramite testina e la cassetta come bene complementare.

In questo modo, lo schema consente di mantenere una struttura comune, pur rispettando le specificità tecniche dei due prodotti.

Per la coppia fotocamera a pellicola – fotocamera digitale è stato costruito un secondo schema, anch'esso orientato alla comparabilità tra tecnologie diverse, ma più articolato, data la maggiore complessità funzionale di questa famiglia di prodotti. Anche in questo caso:

- A identifica l'artefatto intero, cioè la fotocamera considerata come sistema complessivo.
- O corrisponde al sistema ottico e alla messa a fuoco; quindi, a tutte le componenti che formano l'immagine e ne regolano la nitidezza. Questa scelta consente di mantenere un modulo stabile tra analogico e digitale, poiché la funzione ottica resta centrale in entrambe le configurazioni tecnologiche.
- E individua l'architettura di scatto ed esposizione, cioè i meccanismi e i controlli che regolano il momento dello scatto e la corretta esposizione dell'immagine; anche questa è una funzione presente in entrambe le architetture, pur con soluzioni tecniche differenti.

- U comprende invece interfaccia e sistemi di supporto, quindi i comandi utente e i sottosistemi che abilitano l'uso del dispositivo, come alimentazione, scocca, flash e altri elementi funzionali all'esperienza d'uso.
- M raccoglie gli altri moduli tecnici, cioè quei sottosistemi che cambiano in modo più marcato tra analogico e digitale e che quindi non possono essere ricondotti direttamente a una funzione identica, ma restano comunque comparabili come moduli tecnici specifici. Nel caso della fotocamera a pellicola, questa categoria include il trasporto e l'alloggiamento della pellicola; nel caso della fotocamera digitale, invece, include l'acquisizione del sensore e la conversione del segnale.

Una volta definiti gli schemi modulari, il file contenente tutte le iniziative brevettuali estratte da Espacenet è stato importato in LM Notebook, utilizzato come supporto per una prima pulizia qualitativa dei risultati attraverso una lettura rapida di titolo, abstract e testo, ove necessario. A tal fine, sono state costruite tre query successive:

1. A partire dalle iniziative brevettuali estratte, mantieni soltanto quelle pertinenti all' [artefatto analogico] in ambito analogico ed escludi tutte quelle relative all'ambito digitale. Considera esclusivamente i dispositivi riconducibili all'ambito [...] e non a quello [...].
2. Successivamente, verifica se siano presenti iniziative duplicate ed elenca quelle che devono essere eliminate.
3. Infine, per ciascuna delle iniziative brevettuali rimanenti, senza considerare quelle eliminate nei passaggi precedenti e con riferimento all'incumbent analizzato, indica se l'iniziativa appartenga a uno dei seguenti cinque moduli: A artefatto intero, T trasporto e meccanica, H testina e processo di registrazione, C cassetta e nastro, F funzione di sistema, controllo e utente. Restituisci i risultati in forma di elenco puntato, indicando per ciascuna iniziativa soltanto il modulo di appartenenza (A, T, H, C, F) e riportando infine il conteggio complessivo per ogni modulo.

Alcune iniziative duplicate sono state inoltre eliminate, poiché in diversi casi corrispondevano al medesimo brevetto registrato in domini geografici differenti.

Infine, i risultati sono stati rappresentati attraverso l'utilizzo di grafici dove sull'asse y è indicato il numero di brevetti depositati dalle aziende mentre sull'asse delle x sono rappresentati i moduli elencati precedentemente, attraverso istogrammi rappresentanti le tre aziende, per ogni modulo varia l'altezza del rispettivo istogramma a seconda dei brevetti depositati. Quindi attraverso questo studio si riesce a comprendere il livello di integrazione delle scelte strategiche dell'azienda vedendo se c'è

coerenza con le architetture dei prodotti analogici e digitali. Nel capitolo successivo sarà presentata nel dettaglio l'analisi condotta sulle due coppie di prodotto; sarà prima mostrata l'analisi svolta per il registratore a cassette ed il lettore CD per le aziende Sony, Philips e Pioneer, successivamente quella per fotocamera a pellicola e digitale per le aziende Fujifilm, Canon e Nikon.

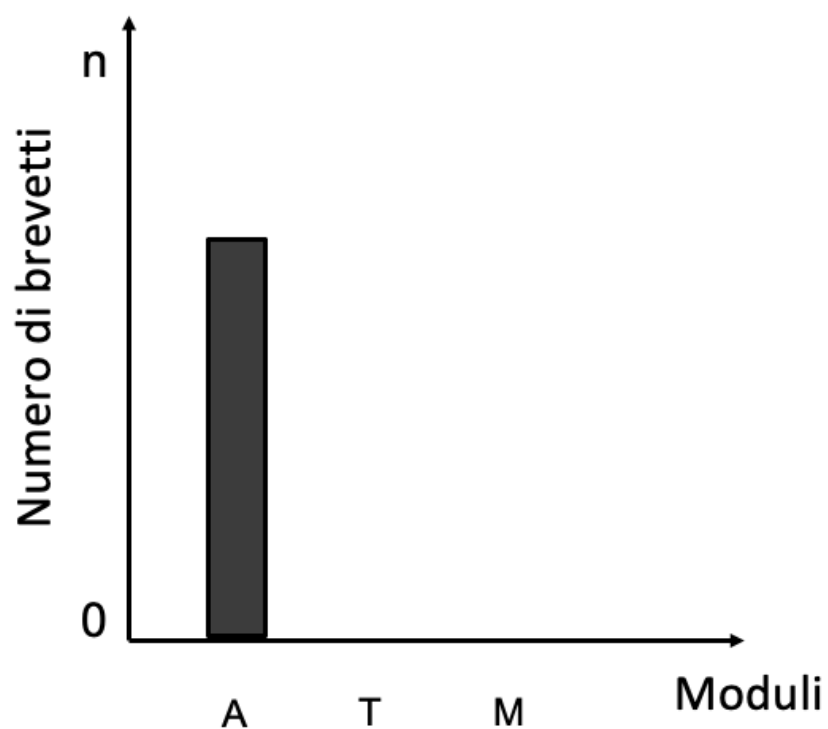


Figura 3.8: struttura dei grafici analisi brevettuale complementare

## 4. Risultati

Nel capitolo precedente sono stati presentati la metodologia di analisi e i casi studio selezionati. Nel presente capitolo vengono discussi i risultati emersi dall'analisi delle iniziative di integrazione verticale e dell'evidenza brevettuale per le imprese considerate, con l'obiettivo di confrontare, all'interno di ciascun caso studio, l'artefatto analogico e il suo corrispettivo digitale.

### 4.1. Registratore a cassette vs lettore CD

Questa sezione analizza il confronto tra registratore a cassette e lettore CD, osservando come le imprese selezionate abbiano affrontato il passaggio da un artefatto analogico a uno digitale attraverso diverse iniziative di integrazione verticale.

#### 4.1.1. Analisi iniziative di Integrazione verticale

In primo luogo, vengono analizzate qualitativamente le iniziative raccolte per ciascuna impresa, distinguendo tra artefatto analogico e artefatto digitale e considerando la loro collocazione lungo la filiera.

Dopo aver raccolto le iniziative di Sony, si può osservare come l'impresa prediliga iniziative a basso e medio livello di integrazione verticale (1–5), in particolare contratti di fornitura, licensing-in e soprattutto co-sviluppi, mentre risultano meno rilevanti e più selettive le iniziative ad alto livello (7–8, ossia acquisizioni e sviluppo interno), che compaiono ma non rappresentano le modalità prevalenti con cui Sony governa l'artefatto digitale, cioè il lettore CD. Analizzando le iniziative nell'*upstream vertical integration*, quelle a basso livello si concentrano nella costruzione dell'architettura e dell'industria del CD attraverso standard e tecnologia condivisa, come i co-sviluppi sul sistema e sullo standard CD con Philips e Polygram, i co-sviluppi con partner tecnologici quali Panasonic, Cirrus Logic, AMD, NEC e Toshiba, nonché nel presidio della catena di fornitura, ad esempio attraverso contratti con Nam Tai e Albatronics. Le iniziative ad alto livello, quando presenti, non servono invece a integrare l'intera filiera, ma a controllare alcuni nodi chiave: Sony sviluppa internamente componenti critici, come *optical pickup* e *spindle motor*, avvia capacità produttive dedicate, come nel caso della produzione di *optical pickup* a Huizhou, e promuove innovazioni di prodotto come il Pocket Discman. In questo modo, l'impresa presidia direttamente i punti strategici, mentre il resto viene gestito attraverso partnership e co-sviluppo.

Nel *downstream*, per quanto riguarda i beni complementari, prevalgono ancora iniziative a basso livello di integrazione verticale, come i co-sviluppi sul SACD con Sonic Solutions e Philips e gli accordi di licensing-in, cui si affiancano acquisizioni mirate, come Gracenote, funzionali ad abilitare nuove funzionalità e servizi digitali. Nel *suprasystem*, invece, le iniziative ad alto livello risultano molto più concentrate, poiché è in quest'area che Sony tende a integrare maggiormente, attraverso joint venture e soprattutto acquisizioni legate a contenuti e distribuzione.

Un'ulteriore evidenza utile al confronto riguarda l'artefatto analogico, per il quale emergono poche iniziative. Ciò può suggerire un profilo in cui, nell'analogico, Sony abbia fatto leva in misura relativamente maggiore su sviluppo e competenze interne, e quindi meno su iniziative formalizzate verso soggetti esterni. In questa direzione risulta significativa l'iniziativa di sviluppo interno del Sony Walkman cassette player (1995), citato come successo storico: il Walkman non rappresenta soltanto un prodotto sviluppato internamente, ma anche un caso in cui la diffusione di massa del formato e dell'esperienza d'ascolto portatile è stata fortemente trainata da Sony.

Nel complesso per l'artefatto digitale Sony mostra bassa integrazione verticale sull'*hardware* (molto coordinamento esterno: standard, co-sviluppi, JV mirate), mentre diventa più integratrice a valle quando il valore si sposta nel *suprasystem* (contenuti/canali/servizi).

Tabella 4.1: Elenco delle iniziative di integrazione verticale Sony

<b>SONY</b>			
<b>LIVELLO DI V.I</b>	<b>UPSTREAM VERTICAL INTEGRATION</b>	<b>DOWNSTREAM BENE COMPLEMENTARE</b>	<b>DOWNSTREAM SUPRA- SYSTEM</b>
1.contratto di fornitura	<b>2</b>	-	-
2.licensing-in	1	1	-
3.co-sviluppo	<b>7</b>	3+1	-
4.alleanza	-	1	-
5.joint venture	3	-	<b>4</b>
6.spin-off	-	-	-
7.acquisizione	2	1	<b>5</b>
8.sviluppo interno	<b>3+1</b>	-	1
Tot. iniziative	<b>19</b>	7	10

Per Philips, le iniziative raccolte mostrano una prevalenza di forme di coordinamento a basso livello, in particolare partnership, co-sviluppi e accordi di licenza (livelli 2–3), mentre risultano meno rilevanti le iniziative ad alto livello di integrazione, come acquisizioni e sviluppo interno (livelli 7–8), che compaiono ma in modo più selettivo. Nell'*upstream vertical integration*, le iniziative a basso livello si concentrano nel combinare competenze tecnologiche e produttive senza internalizzare l'intera filiera: rientrano in questa logica i co-sviluppi con STM (1995), ZYGO (2001) e le collaborazioni con partner specializzati, come Zoran (1992–1993), fino a scelte che indicano anche una certa “apertura” della base industriale, come la partnership con Arima Devices (2006), legata all'unità *optical pick-up*. Le iniziative a livello più alto, invece, si concentrano in pochi casi mirati, come la joint venture PBDS con BenQ (2003) per moduli e drive ottici e alcuni casi di acquisizione, come Avnet (1990).

Nel *downstream* relativo ai beni complementari, la logica resta coerente con un basso livello di integrazione verticale: Philips opera ampiamente su standard e diritti attraverso co-sviluppi e alleanze, come nel caso del CD-i con Motorola (1989), dell'alleanza con Sony e Matsushita (1989) e del SACD con Sony (1997), ma anche tramite licensing in e licensing out, come gli accordi con InterTrust (2002) per il DRM, con SRS Labs (1996), o le licenze concesse a terzi come Nimbus (1994) e Metatec (2002). Nel *downstream suprasystem*, invece di acquisire a valle, Philips tende soprattutto a monetizzare e diffondere la tecnologia attraverso licensing-out e partnership commerciali, come la licenza a Pioneer (1985), la licenza, via US Philips, per vari formati CD negli Stati Uniti a Future Media (1996) e l'accordo distributivo con Commercial Consolidators Corp (2001).

Un ulteriore elemento rilevante riguarda l'artefatto analogico, per il quale compaiono meno iniziative. Ciò può suggerire una minore dipendenza da iniziative esterne e un peso relativamente maggiore dello sviluppo interno. In questa direzione, è significativo che Philips abbia sviluppato internamente sia l'invenzione della musicassetta audio compatta (1963) sia l'invenzione del Compact Disc (1983), cioè due snodi tecnologici che si sono poi diffusi su larga scala. In sintesi, Philips, nel caso dell'artefatto digitale rappresentato dal lettore CD, mostra competenze forti nella definizione dello standard e nella gestione dell'*intellectual property*, anche attraverso la sua diffusione tramite co-sviluppi e licensing, mentre ricorre a forme di integrazione più elevate solo in alcuni punti specifici, come joint venture mirate su moduli, drive o ottica, mantenendo però complessivamente un basso livello di integrazione verticale lungo la filiera del prodotto digitale.

Tabella 4.2: Elenco delle iniziative di integrazione verticale Philips

<b>PHILIPS</b>			
<b>LIVELLO DI V.I</b>	<b>UPSTREAM VERTICAL INTEGRATION</b>	<b>DOWNSTREAM BENE COMPLEMENTARE</b>	<b>DOWNSTREAM SUPRA- SYSTEM</b>
1.contratto di fornitura	-	-	-
2.licensing-in	1	5	2
3.co-sviluppo	3	2+1	-
4.alleanza	-	1	-
5.joint venture	1+1	1	-
6.spin-off	-	-	-
7.acquisizione	1+1	-	-
8.sviluppo interno	-	1+1	-
Tot. iniziative	8	12	2

Per Pioneer emerge invece un profilo diverso, caratterizzato da una netta prevalenza di iniziative ad alto livello di integrazione verticale, soprattutto sviluppo interno e, in misura minore, acquisizioni, mentre risultano meno rilevanti le iniziative a basso livello tipiche del coordinamento esterno, come contratti di fornitura, licensing-in e co-sviluppo, che compaiono ma con un peso molto più contenuto. Nell'*upstream*, Pioneer punta fortemente sullo sviluppo interno (livello 8), attraverso una sequenza di innovazioni che indicano un controllo diretto del prodotto, come il primo sistema CD per auto (1984), il lettore combinato LD/CD, il CD-ROM *auto-changer* e lo sviluppo o l'introduzione di modelli e funzioni, ad esempio unità compatte e soluzioni come i CD *multipliers* e i caricatori multidisco. Le iniziative a livello più basso che emergono nell'*upstream*, come i licensing-in con RCA Thomson e Philips su tecnologie relative al LaserDisc oppure alcuni accordi puntuali, appaiono funzionali rispetto a una logica complessivamente centrata sullo sviluppo interno.

Nel *downstream* relativo ai beni complementari, Pioneer effettua acquisizioni (livello 7) per incrementare la propria presenza commerciale, ad esempio attraverso acquisizioni o partecipazioni in operatori distributivi come C. Melchers & Co. e Musique Diffusion Française. Le iniziative a basso livello riguardano invece contratti di fornitura, come la relazione con BMW per l'equipaggiamento standard.

Nel *downstream suprasystem*, l'obiettivo appare quello di presidiare il lato dei contenuti e della distribuzione, come mostrano le attività legate a Warner/Pioneer e a strutture controllate. Un ulteriore elemento rilevante riguarda l'artefatto analogico, rispetto al quale emergono pochissime iniziative: compare sostanzialmente un solo caso di sviluppo interno, rappresentato dall'introduzione del *double cassette deck*. Anche questo elemento suggerisce un approccio meno modulare e più integrato.

Tabella 4.3: Elenco delle iniziative di integrazione verticale Pioneer

<b>PIONEER</b>			
<b>LIVELLO DI V.I</b>	<b>UPSTREAM VERTICAL INTEGRATION</b>	<b>DOWNSTREAM BENE COMPLEMENTARE</b>	<b>DOWNSTREAM SUPRA- SYSTEM</b>
1.contratto di fornitura	1	1	-
2.licensing-in	3	-	-
3.co-sviluppo	1	-	-
4.alleanza	1	-	-
5.joint venture	1	-	-
6.spin-off	-	-	-
7.acquisizione	1	2	-
8.sviluppo interno	5+1	1	1
Tot. iniziative	14	4	1

## 4.1.2. Mappatura delle iniziative di integrazione verticale

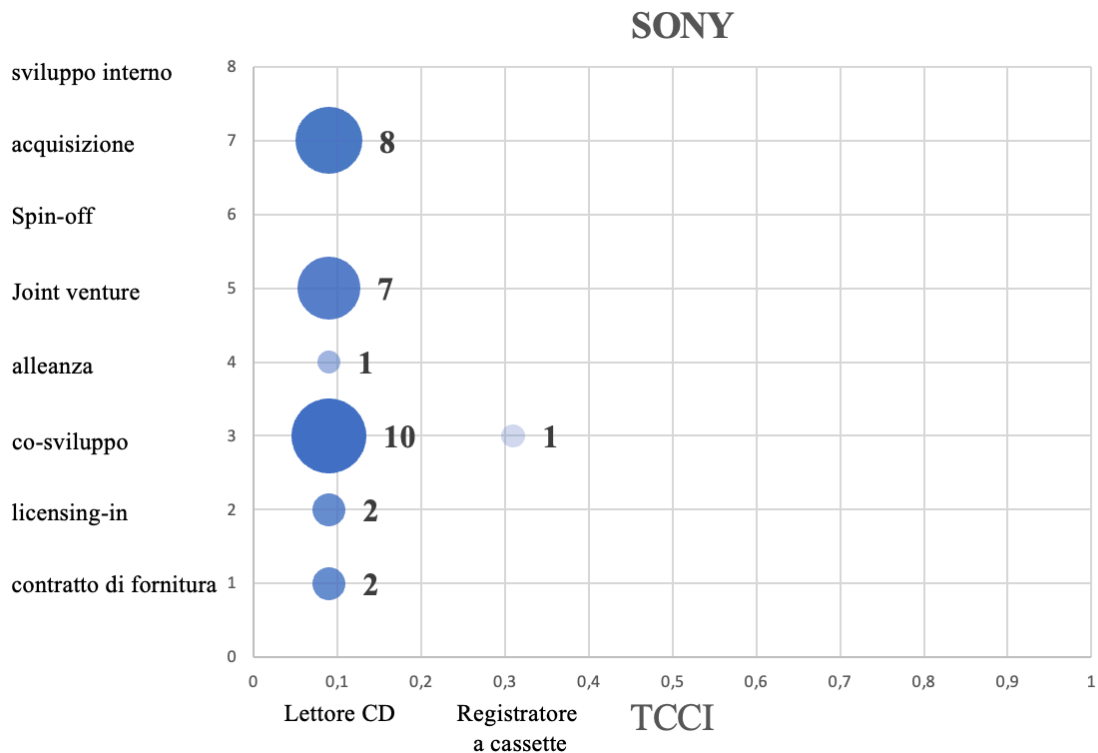


Figura 4.1: grafico Sony modularità dall'artefatto vs grado di integrazione verticale

Per Sony, il grafico mostra come nel lettore CD non dominino né il puro mercato né la piena internalizzazione, ma una governance mista, con una forte concentrazione soprattutto nelle iniziative di livello 3 (co-sviluppo) e livello 5 (joint venture), a cui si affiancano anche iniziative di livello 7 (acquisizione). Questa distribuzione delle iniziative risulta coerente con un'architettura di prodotto modulare: l'impresa non può più contare solo su competenze interamente chiuse al proprio interno, ma deve coordinare tecnologie, standard, componenti e attività distribuite tra più attori.

Nel caso di Sony, il peso molto elevato del livello 3 suggerisce che il digitale venga governato soprattutto tramite co-sviluppo, cioè attraverso forme che permettono di condividere conoscenze e di costruire compatibilità tecnica senza arrivare subito a un'integrazione piena. È una scelta coerente con il lettore CD, dove contano standard comuni, interfacce, componenti elettroniche e beni complementari: in un contesto del genere, il co-sviluppo è utile perché consente a Sony di accedere a competenze esterne mantenendo però un ruolo attivo nella definizione della soluzione.

Analizzando le iniziative di livello 5, la joint venture indica che Sony ricorre a forme di collaborazione più strutturate quando sono in gioco nodi importanti del sistema CD, come drive ottici, standard o applicazioni dedicate, oppure tecnologie collegate al supporto registrabile. In questo senso, il livello 5 mostra che Sony non si limita a semplici accordi con l'esterno, ma cerca formule che le consentano di collaborare mantenendo un ruolo forte nei passaggi più rilevanti del prodotto digitale. Le iniziative di livello 7, nel caso di Sony, sono particolarmente interessanti perché suggeriscono un'integrazione selettiva: Sony acquisisce non per chiudere tutta la filiera del lettore CD, ma per rafforzarsi in alcuni punti specifici, soprattutto dove il valore si sposta oltre il semplice artefatto fisico. Per questo, nel leggere il grafico, è importante non confondere il dato aggregato con un'integrazione uniforme del prodotto: il fatto che compaiano acquisizioni non significa che il lettore CD diventi "integrato" come l'artefatto analogico; significa piuttosto che, dentro un sistema modulare, Sony sceglie di internalizzare solo alcune attività ritenute strategiche.

Quello che invece colpisce è che le iniziative di livello basso, come i contratti di fornitura e il licensing-in, restano presenti ma non dominano. Questo fa emergere un profilo aziendale preciso: Sony non è un'impresa che si limita a comprare componenti sul mercato, ma nemmeno un'impresa che sviluppa tutto internamente. È piuttosto un attore che combina coordinamento esterno e integrazione mirata, cioè un'impresa capace di muoversi bene in un contesto di modularità, scegliendo di volta in volta la forma organizzativa più adatta.

Il confronto con l'analogico rafforza ancora di più questa interpretazione. Per il registratore a cassette le iniziative sono poche, e questo rende difficile una lettura quantitativa forte; tuttavia, proprio questa scarsità è già un'informazione coerente con l'architettura integrata dell'artefatto analogico. È quindi plausibile che una quota maggiore delle competenze rilevanti fosse già detenuta all'interno dell'impresa e che, di conseguenza, vi fosse meno bisogno di attivare un ampio numero di iniziative con attori esterni.

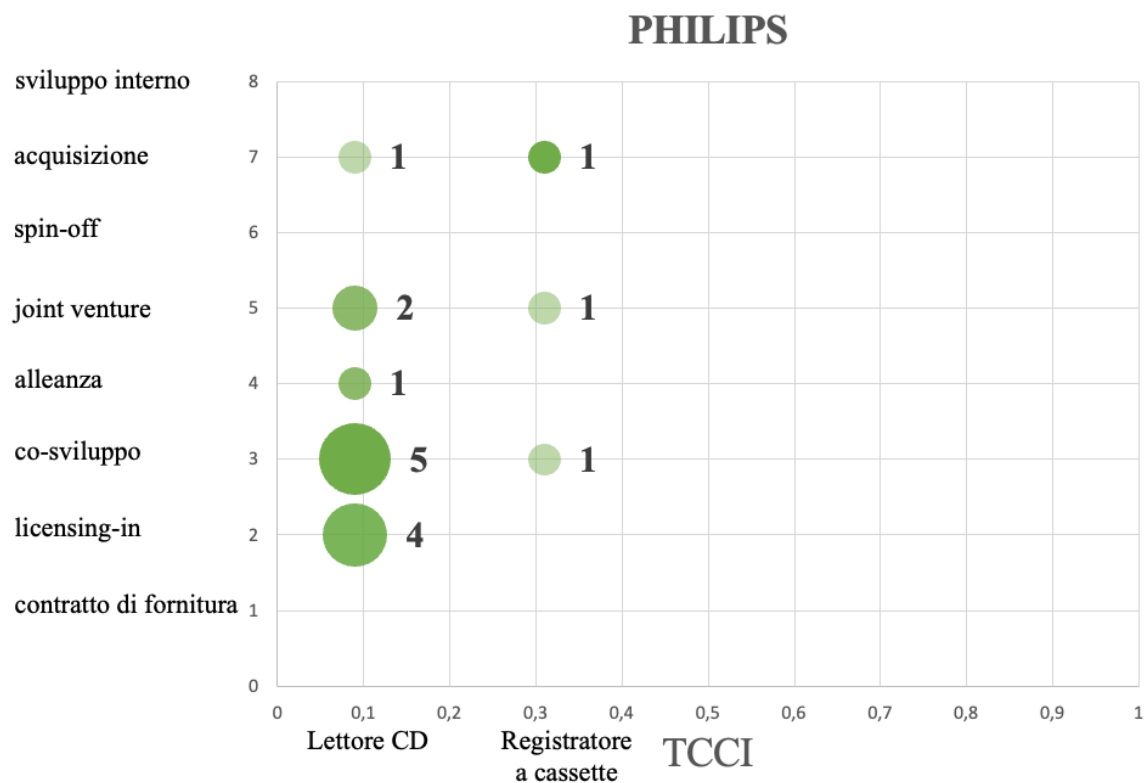


Figura 4.2: grafico Philips modularità dall'artefatto vs grado di integrazione verticale

Per Philips, il grafico mostra come nel lettore CD non prevalga una logica di piena integrazione, ma piuttosto una configurazione orientata a forme collaborative e contrattuali, con una concentrazione soprattutto nelle iniziative di livello 3 (co-sviluppo) e livello 2 (licensing-in), cui si affiancano, in misura più contenuta, iniziative di livello 5 (joint venture), livello 4 (alleanza) e livello 7 (acquisizione). Questa distribuzione risulta coerente con un'architettura di prodotto modulare, in cui l'impresa governa il digitale non accentuando tutte le attività, ma combinando tecnologie, standard e componenti distribuiti tra più attori.

Nel caso di Philips, il peso del co-sviluppo suggerisce che il prodotto digitale venga gestito soprattutto tramite collaborazione tecnica, utile per costruire compatibilità e sviluppare soluzioni condivise senza arrivare a una piena internalizzazione. Il peso del licensing-in indica inoltre un ricorso significativo a licenze per accedere a tecnologie e diritti sviluppati da terzi, che vengono poi integrati nel prodotto o nei suoi complementi. Le joint venture e le alleanze, pur meno numerose, segnalano che in alcuni passaggi Philips ricorre anche a forme di collaborazione più strutturate quando è necessario un coordinamento più stabile, mentre le acquisizioni compaiono ma non rappresentano la modalità dominante.

Quello che emerge è quindi un profilo chiaro: Philips non si limita a semplici rapporti di fornitura, ma nemmeno basa la propria strategia principalmente su operazioni di acquisizione; al contrario, nel digitale fa leva soprattutto su co-sviluppo e licensing, cioè su strumenti coerenti con una governance esterna e con una maggiore modularità dell'artefatto. Il confronto con l'analogico rafforza questa interpretazione: per il registratore a cassette le iniziative esterne risultano poche, elemento coerente con un artefatto più integrato e con una maggiore incidenza di competenze interne, e quindi con un minore bisogno di attivare numerose relazioni esterne.

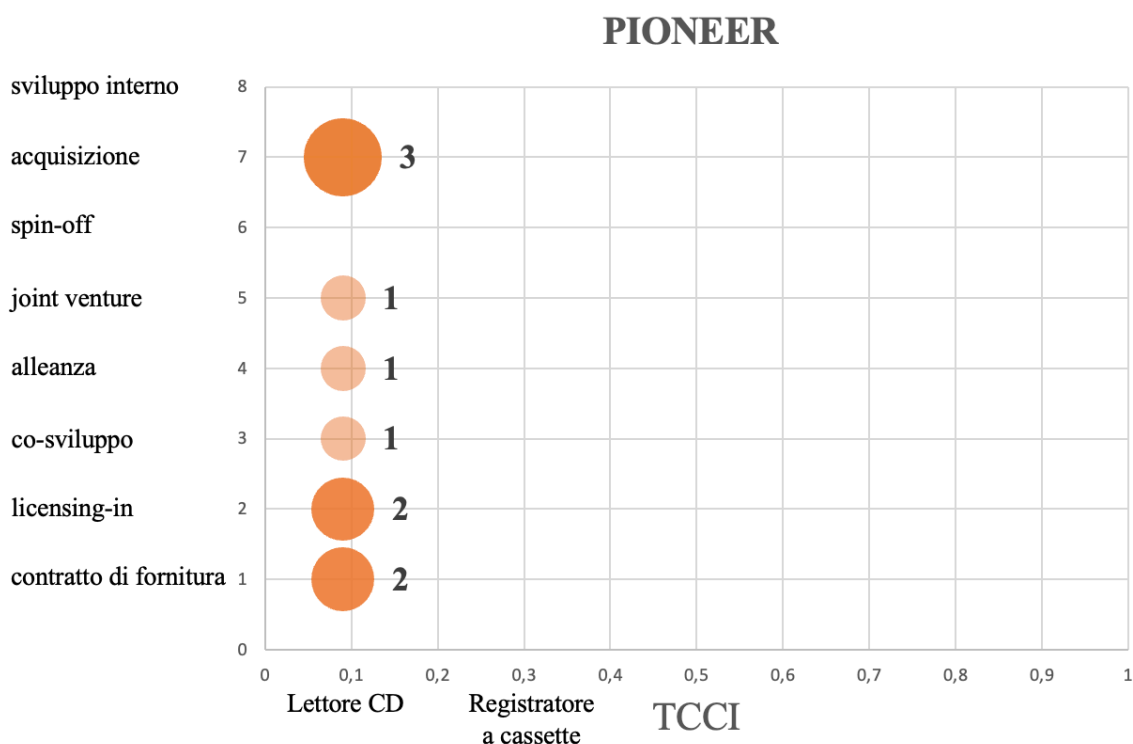


Figura 4.3: grafico Pioneer modularità dall'artefatto vs grado di integrazione verticale

Per Pioneer, il grafico mostra come nel lettore CD non prevalgono le forme collaborative intermedie, ma piuttosto una concentrazione soprattutto nelle iniziative di livello 7 (acquisizione), cui si affiancano, in misura minore, iniziative di livello 1 (contratto di fornitura) e di livello 2 (licensing-in) e, solo marginalmente, iniziative di livello 5 (joint venture), livello 4 (alleanza) e livello 3 (co-sviluppo). Questa distribuzione restituisce l'immagine di un'impresa che, nel digitale, non si limita a coordinare competenze esterne tramite accordi di basso livello, ma tende in diversi casi a internalizzare selettivamente attività ritenute rilevanti.

Il dato più evidente è il peso del livello 7, che suggerisce una strategia basata su acquisizioni mirate. In questa lettura, le acquisizioni non implicano necessariamente una piena integrazione dell'intera

filiera del lettore CD, ma indicano una tendenza a presidiare in modo più diretto alcuni passaggi ritenuti importanti, in particolare quando riguardano tecnologie collegate al prodotto o canali distributivi e commerciali. Le iniziative di livello basso, pur presenti, non definiscono da sole il profilo dell'impresa: contratti di fornitura e licensing-in segnalano il ricorso a strumenti più puntuali per accedere a componenti, tecnologie o sbocchi di mercato. Tuttavia, il fatto che queste iniziative convivano con un numero più elevato di acquisizioni rafforza l'idea di una strategia in cui il coordinamento esterno viene affiancato da un'integrazione selettiva.

Le iniziative di livello intermedio, come co-sviluppo, alleanza e joint venture, risultano meno frequenti. Questo suggerisce che, nel caso di Pioneer, il prodotto digitale non venga affrontato principalmente tramite un'estesa rete di co-sviluppo e collaborazione strutturata, quanto piuttosto attraverso una combinazione di accordi mirati e operazioni di acquisizione. Anche se il lettore CD è associato a un basso TCCI e dunque a una struttura più modulare, nel caso di Pioneer questa modularità non si traduce soprattutto in un forte ricorso al co-sviluppo, ma in un profilo più orientato al controllo diretto di alcuni nodi esterni.

Il confronto con l'analogico rafforza questa interpretazione. Per il registratore a cassette il grafico non mostra iniziative esterne: anche se questo non consente una lettura quantitativa articolata, la scarsità di relazioni esterne appare coerente con un artefatto più integrato, per il quale il ricorso a iniziative verso terzi risulta più limitato.

### 4.1.3. Analisi brevettuale complementare

Prima di presentare i grafici, le Tabelle 4.4 e 4.5 riportano il numero di brevetti per modulo e per *incumbent*, rispettivamente per registratore a cassette e lettore CD. Questi valori sono gli stessi rappresentati nei grafici riportati di seguito e costituiscono la base dell'analisi discussa nel testo.

Tabella 4.4: Elenco delle iniziative brevettuali individuate per il registratore a cassette

REGISTRATORE A CASSETTE	SONY	PHILIPS	PIONEER
A: artefatto intero	85	30	23
T: trasporto e meccanica	<b>94</b>	<b>104</b>	<b>75</b>
H: testina	18	64	33
C: cassetta e nastro	42	30	2
F: funzioni sistema	17	58	45
TOT BREVETTI	<b>256</b>	<b>286</b>	<b>178</b>

Tabella 4.5: Elenco delle iniziative brevettuali individuate per il lettore CD

LETTORE CD	SONY	PHILIPS	PIONEER
A: artefatto intero	<b>114</b>	<b>54</b>	75
T: trasporto e meccanica	26	15	75
O: pickup ottico	17	26	<b>81</b>
E: elettronica di sistema	71	38	71
U: interfaccia utente	9	13	18
C: cd	23	6	12
TOT BREVETTI	<b>260</b>	<b>152</b>	<b>332</b>

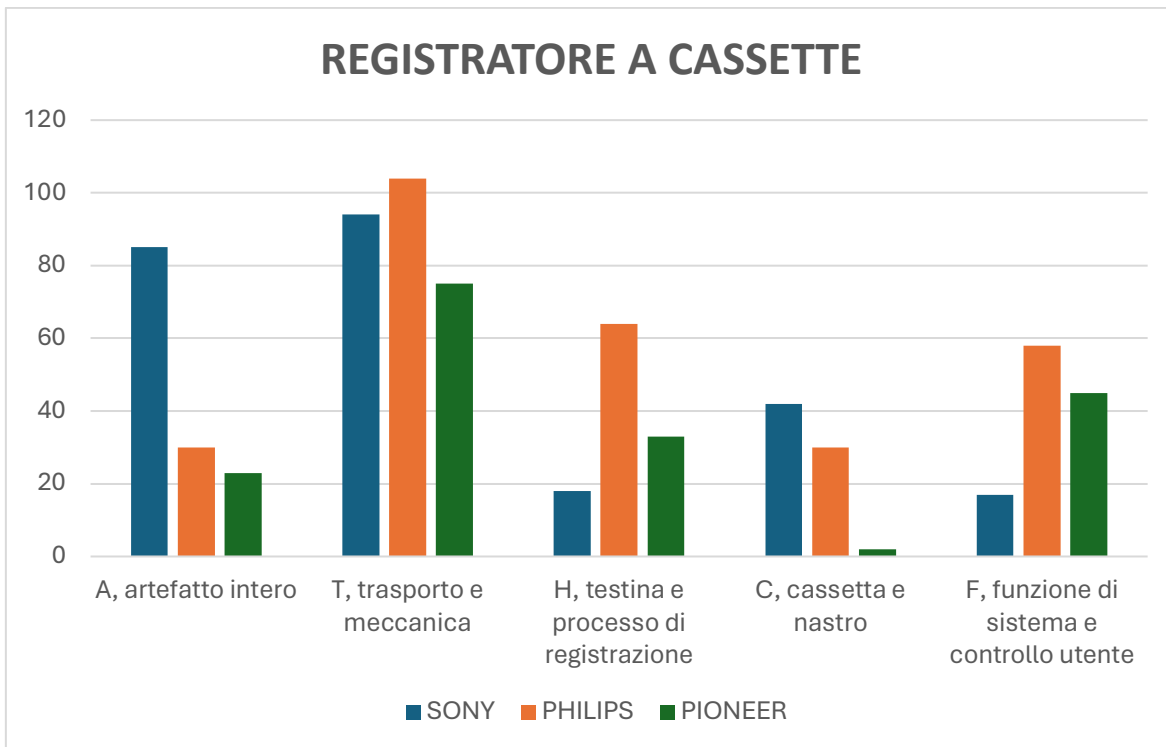


Figura 4.4: grafico numero di brevetti registratore a cassette distribuiti per moduli

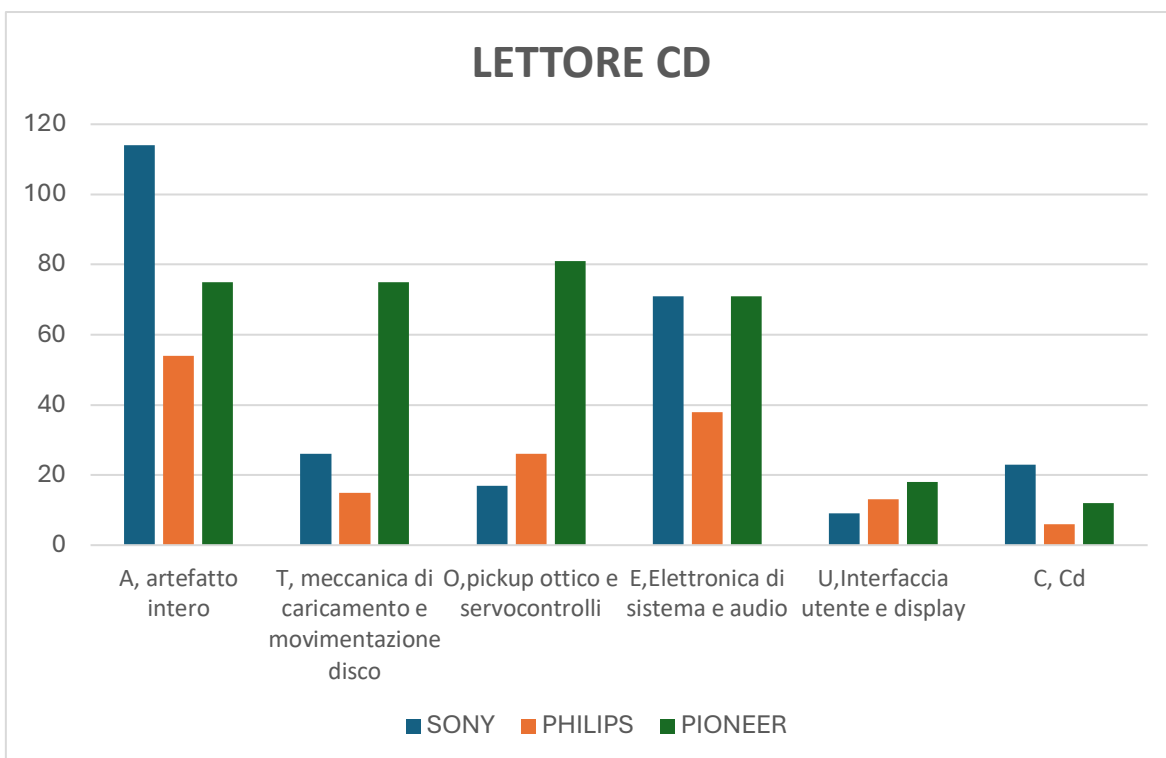


Figura 4.5: grafico numero di brevetti lettore CD distribuiti per moduli

L'analisi brevettuale complementare consente di approfondire il ruolo dello sviluppo interno, osservando come i brevetti si distribuiscano nei diversi moduli del registratore a cassette e del lettore CD. Per quanto riguarda il registratore a cassette, si osserva che, per tutti e tre gli *incumbent*, la quota più elevata dei brevetti si concentra nel modulo trasporto e meccanica, cioè nell'insieme di componenti che comprende il vano di inserimento della cassetta e i meccanismi responsabili del movimento e dell'avvolgimento del nastro. Secondo la chiave interpretativa adottata in questo lavoro, la concentrazione del sapere tecnico in un modulo specifico può essere letta come indicatore di una maggiore integrazione architettuale, poiché segnala un presidio interno forte su una componente centrale per il funzionamento dell'artefatto. Accanto a questa evidenza comune, emergono tuttavia alcune differenze: Philips e Pioneer presentano una presenza brevettuale rilevante anche nei moduli testina e processo di registrazione e funzione di sistema e controllo utente, mentre Sony, pur mantenendo anch'essa un picco nel modulo meccanico, si distingue per una quota particolarmente elevata di brevetti riferiti all'artefatto intero, superiore a quella degli altri due *incumbent*.

Nel caso del lettore CD, la distribuzione brevettuale cambia in modo significativo. Per Sony e Philips, la quota più elevata dei brevetti si concentra infatti sull'artefatto intero. Secondo l'interpretazione adottata nella tesi, questo risultato è coerente con una configurazione più modulare, nella quale l'attenzione brevettuale si sposta dal singolo modulo al coordinamento complessivo del prodotto e alla capacità di integrare moduli differenti all'interno di un'architettura più aperta. Pioneer, invece, presenta un andamento diverso: i brevetti risultano distribuiti soprattutto tra *pickup ottico* e servocontrolli, meccanica di caricamento e movimentazione disco ed elettronica di sistema e audio, con valori elevati anche sull'artefatto intero. Questo suggerisce una distribuzione del sapere tecnico meno concentrata sull'artefatto intero rispetto a Sony e Philips e può essere interpretato come un caso in cui convivono attenzione al prodotto complessivo e forte presidio di alcuni moduli tecnologicamente rilevanti. Nel complesso, il confronto tra i due artefatti mostra quindi un andamento coerente con l'ipotesi interpretativa del lavoro: nel registratore a cassette la concentrazione dei brevetti nei moduli tecnici specifici suggerisce una configurazione più integrata, mentre nel lettore CD la maggiore rilevanza dei brevetti sull'artefatto intero, soprattutto per Sony e Philips, appare coerente con una configurazione più modulare. Il caso di Pioneer si discosta parzialmente da questo schema e mostra come il passaggio verso un artefatto digitale non produca necessariamente la stessa configurazione per tutti gli *incumbent*.

## 4.2. Fotocamera a pellicola vs fotocamera digitale

Questa sezione analizza il confronto tra fotocamera a pellicola e fotocamera digitale, osservando come le imprese selezionate abbiano configurato le proprie scelte di integrazione verticale nel passaggio dall'analogico al digitale.

### 4.2.1. Analisi delle iniziative di integrazione verticale

In primo luogo, vengono analizzate qualitativamente le iniziative raccolte per ciascuna impresa, distinguendo tra artefatto analogico e artefatto digitale e considerando la loro collocazione lungo la filiera.

Per Fujifilm, le iniziative raccolte mostrano una prevalenza di forme di integrazione verticale ad alto livello, soprattutto sviluppo interno (8) e acquisizioni (7), cui si affiancano co-sviluppi e partnership (3). Risultano invece meno rilevanti alleanze e joint venture, che compaiono ma non rappresentano la modalità dominante del profilo che emerge. Nell'*upstream*, le iniziative a livello più elevato si concentrano nello sviluppo interno di corpi macchina, linee di prodotto, ottiche e piattaforme come X-Series e Instax, oltre che nella costruzione di capacità produttive dedicate. Le iniziative a basso livello si concentrano invece sull'innesto di tecnologie esterne altamente specializzate, tipiche di un prodotto digitale più modulare, come i co-sviluppi su sensori, architetture e componenti critici, ad esempio con Panasonic sui sensori organici, con Zoran su codec e compressione e con Kopin su micro-display, cui si affiancano accordi e licenze puntuali.

Nel *downstream* relativo ai beni complementari, la separazione tra iniziative a basso e alto livello appare ancora più evidente. Le iniziative a basso livello servono soprattutto a connettere l'artefatto all'ecosistema digitale, attraverso supporti di memoria e forniture, integrazioni software e *workflow*, come le partnership con Adobe e Phase One, nonché standard, licenze, app e compatibilità software. Le iniziative a livello più elevato si concentrano invece soprattutto nelle attività a valle, dove Fujifilm sceglie di internalizzare alcuni passaggi attraverso acquisizioni che rafforzano servizi fotografici, distribuzione e *fotofinishing*, quindi non solo il prodotto in sé, ma anche le attività che gli ruotano attorno, oltre ad alcune mosse in aree collegate, come le soluzioni documentali e di stampa. Nel *downstream suprasystem*, il profilo appare invece più orientato a partnership, ad esempio accordi commerciali e iniziative di posizionamento e brand, più che a forme di integrazione proprietaria.

Un'ulteriore evidenza riguarda l'artefatto analogico, per il quale nel dataset compaiono meno iniziative; quelle presenti suggeriscono una storia di competenza interna forte, basata soprattutto su sviluppo interno. Questo può indicare non tanto assenza di capacità, quanto piuttosto una minore

quantità di iniziative esterne tracciate. In sintesi, Fujifilm, nel caso dell'artefatto digitale, mostra competenze forti nello sviluppo interno di componenti rilevanti del prodotto, come ottica, prodotto e capacità industriali, mentre tende a integrare maggiormente le attività a valle quando il valore si sposta verso servizi, canali e soluzioni complementari, lasciando invece a partnership e licenze l'aggancio con l'ecosistema software e con gli standard tipici del digitale.

Tabella 4.6: Elenco delle iniziative di integrazione verticale Fujifilm

<b>FUJIFILM</b>			
<b>LIVELLO DI V.I</b>	<b>UPSTREAM VERTICAL INTEGRATION</b>	<b>DOWNSTREAM BENE COMPLEMENTARE</b>	<b>DOWNSTREAM SUPRA-SYSTEM</b>
1.contratto di fornitura	-	2	-
2.licensing-in	1+1	3	-
3.co-sviluppo	3	2	-
4.alleanza	1	1	-
5.joint venture	-	1	-
6.spin-off	-	-	-
7.acquisizione	2+1	2	2
8.sviluppo interno	9+2	2	-
Tot. iniziative	20	13	2

Per Canon, le iniziative raccolte mostrano una prevalenza ancora più marcata dello sviluppo interno (8), affiancato da acquisizioni mirate (7), mentre risultano meno presenti le iniziative a basso livello di integrazione, come contratti di fornitura, partnership, co-sviluppi e licensing. Nell'*upstream*, le iniziative a livello più elevato si concentrano sia nell'artefatto digitale sia in quello analogico, con numerosi esempi di progettazione, produzione e lancio interno: rientrano in questa logica lo sviluppo di linee e modelli, come EOS, DSLR e mirrorless, lo sviluppo di componenti e tecnologie proprietarie, ad esempio sensori e piattaforme, la costruzione di capacità produttive tramite progettazione e sviluppo di impianti, nonché lo sviluppo interno delle competenze su ottiche e meccanica, incluse lenti, obiettivi, componenti e meccanismi della fotocamera.

Le iniziative a basso livello si concentrano invece su componenti specifici della fotocamera, e non sull'intero prodotto. Toshiba, ad esempio, viene coinvolta per il co-sviluppo di circuiti integrati,

quindi elettronica e *processing*; con DuPont si lavora su materiali e soluzioni costruttive che rendono possibili fotocamere più compatte, ad esempio strutture e circuiti più sottili; con Photo Create il co-sviluppo riguarda un modulo di fotocamera automatica, come nel caso di PowerShot PICK. A ciò si affianca una presenza consistente di accordi di licenza, sia cross-licensing sia licensing-in, relativi a display, tecnologie e diritti, che Canon utilizza per abilitare o accelerare l'adozione di tecnologie, mantenendo però il controllo principale del prodotto e delle competenze all'interno dell'azienda.

Nel *downstream* relativo ai beni complementari, compaiono iniziative a basso livello, come co-sviluppi per compatibilità e standard, partnership e alleanze su tecnologie di imaging e strumenti di supporto. Tali iniziative servono a garantire che il prodotto funzioni in modo efficace con altri strumenti e piattaforme, come software, standard e dispositivi, e si inserisca nei processi di lavoro dell'utente, dalla fase di scatto fino al trasferimento, all'editing e alla gestione dei file.

Nel *downstream suprasystem*, invece, sono presenti numerose partnership legate ai canali di vendita e distribuzione, al settore video e televisivo professionale, al mondo dei creator e della produzione di contenuti, oltre a reti di aziende certificate che collaborano con Canon attraverso programmi partner, cui si affiancano alcune acquisizioni mirate per rafforzare la presenza in mercati specifici.

In quest'area Canon appare più orientata al mercato, poiché l'obiettivo non è costruire internamente tutto ciò che circonda il prodotto, ma fare in modo che le soluzioni Canon raggiungano il maggior numero possibile di utenti, aumentando diffusione, compatibilità e accesso ai canali commerciali.

Anche per Canon, il confronto con l'artefatto analogico mostra relativamente meno iniziative esterne, come accordi di fornitura e alleanze, e molte evidenze di sviluppo interno legate alla storia industriale dell'azienda, in particolare su linee su pellicola, ottiche, componenti e capacità produttive. Questo può suggerire che Canon abbia avuto, anche nell'analogico, una struttura fortemente *in-house*. In sintesi, Canon, nel caso dell'artefatto digitale, mostra competenze forti nel controllo interno della tecnologia e dell'industrializzazione, mentre tende a integrarsi maggiormente a valle soprattutto sul lato dei canali, delle partnership e delle applicazioni d'uso, utilizzando licensing e co-sviluppo come leve strategiche per completare o accelerare l'innovazione.

Tabella 4.7: Elenco delle iniziative di integrazione verticale Canon

<b>CANON</b>			
<b>LIVELLO DI V.I</b>	<b>UPSTREAM VERTICAL INTEGRATION</b>	<b>DOWNSTREAM BENE COMPLEMENTARE</b>	<b>DOWNSTREAM SUPRA-SYSTEM</b>
1.contratto di fornitura	-	-	-
2.licensing-in	<b>9</b>	1	-
3.co-sviluppo	<b>5+2</b>	3	-
4.alleanza	<b>2</b>	1	-
5.joint venture	1	-	-
6.spin-off	-	-	-
7.acquisizione	<b>4</b>	-	2
8.sviluppo interno	<b>12+9</b>	-	-
Tot. iniziative	<b>44</b>	5	2

Per Nikon, il profilo che emerge è anch'esso fortemente orientato allo sviluppo interno (8), mentre acquisizioni, alleanze e accordi esterni risultano complessivamente meno rilevanti e più selettivi. Nell'*upstream*, le iniziative a livello elevato si concentrano in attività come la definizione dell'attacco Nikon F-mount (1959), l'introduzione di materiali e soluzioni meccaniche, ad esempio lavorazioni su titanio per l'otturatore, lo sviluppo di tecnologie ottiche proprietarie come l'*ED glass* (1971), oltre a diverse evoluzioni di prodotto sviluppate internamente, sia nelle reflex a pellicola sia nelle linee digitali, comprese piattaforme e *firmware*. Le iniziative a basso livello si concentrano invece su interventi mirati che aggiungono tecnologie o servizi specifici e possono accelerare l'evoluzione del prodotto, come accordi di licenza, ad esempio con Ampex per tecnologie di imaging e il cross-licensing con ASML e Carl Zeiss, nonché alcune alleanze e accordi legati ai servizi e allo sviluppo del mercato, come i programmi e i centri di assistenza professionale.

Nel *downstream* relativo ai beni complementari, Nikon presenta molte iniziative a basso livello per integrare la fotocamera con elementi complementari che, nel digitale, risultano indispensabili. Rientrano in questa logica il co-sviluppo con Nik Software, l'integrazione della tecnologia Face-priority AF con IDENTIX/FaceIt, lo sviluppo con SanDisk e Sony di specifiche poi proposte alla CompactFlash Association, nonché partnership e accordi di fornitura con fornitori di componenti e servizi. In sostanza, Nikon ricorre a partner per garantire compatibilità, interoperabilità e supporto

con piattaforme, formati e accessori. Le iniziative a livello più elevato nel *downstream* sono invece poche e servono soprattutto a ottenere competenze molto specifiche: il caso più rappresentativo è l'acquisizione di Mark Roberts Motion Control (2016), che consente a Nikon di rafforzarsi nella produzione video e cinema grazie a tecnologie di *motion control*, cioè attrezzature e sistemi per i movimenti di camera professionali. Nel *downstream suprasystem* compaiono infine interventi mirati, come partnership distributive e acquisizioni selezionate, volti a presidiare applicazioni e canali.

Un'altra evidenza rilevante è che, rispetto all'artefatto analogico, compaiono poche iniziative, e la maggior parte di quelle presenti riguarda lo sviluppo interno. Questo può suggerire che Nikon abbia storicamente costruito la propria competitività soprattutto su competenze interne molto forti, in particolare in ottica, meccanica e piattaforme camera. In sintesi, Nikon, nel caso dell'artefatto digitale, mostra competenze forti nello sviluppo interno delle parti più importanti della fotocamera, cioè obiettivi e lenti, sistema di innesto tra obiettivo e corpo macchina, progettazione del corpo macchina, componenti principali e software interno, come il firmware, mentre integra moduli e competenze esterne soprattutto nei complementi e nelle applicazioni professionali, come software, standard, *workflow* e ambito cinema, dove il digitale rende più conveniente collaborare con terzi invece di sviluppare tutto internamente.

Tabella 4.8: Elenco delle iniziative di integrazione verticale Nikon

<b>NIKON</b>			
<b>LIVELLO DI V.I</b>	<b>UPSTREAM VERTICAL INTEGRATION</b>	<b>DOWNSTREAM BENE COMPLEMENTARE</b>	<b>DOWNSTREAM SUPRA-SYSTEM</b>
1.contratto di fornitura	-	<b>3</b>	-
2.licensing-in	<b>2</b>	1	-
3.co-sviluppo	1	<b>4</b>	-
4.alleanza	1+1	-	-
5.joint venture	<b>4</b>	-	-
6.spin-off	-	-	-
7.acquisizione	2	2	1
8.sviluppo interno	<b>3+8</b>	1+1	0+1
Tot. iniziative	<b>22</b>	12	2

## 4.2.2. Mappatura delle iniziative di integrazione verticale

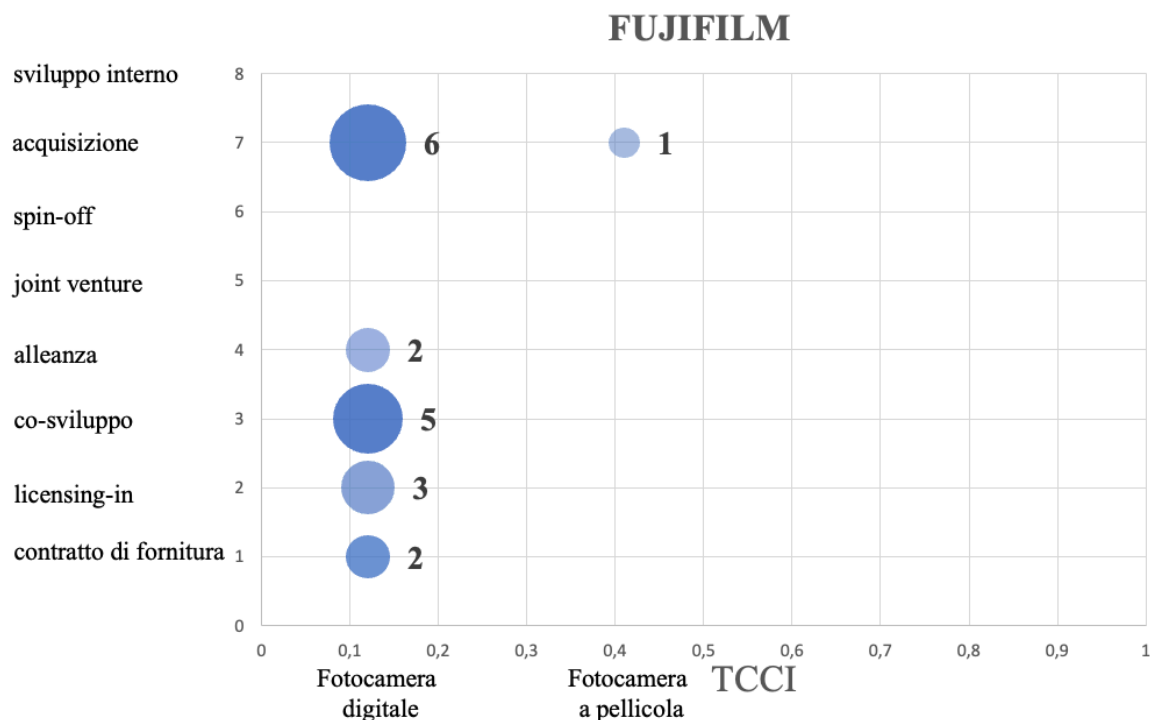


Figura 4.4: grafico Fujifilm modularità dall'artefatto vs grado di integrazione verticale

Per Fujifilm, il grafico mostra come, nel caso della fotocamera digitale, non prevalga una logica basata esclusivamente su forme di coordinamento a basso livello, ma piuttosto una combinazione in cui spiccano soprattutto le iniziative di livello 7 (acquisizione) e di livello 3 (co-sviluppo), cui si affiancano anche iniziative di livello 2 (licensing-in), livello 1 (contratto di fornitura) e livello 4 (alleanza). Questa distribuzione risulta coerente con un artefatto caratterizzato da un basso TCCI, e quindi da una struttura più modulare, nella quale l'impresa deve coordinare non solo componenti e tecnologie, ma anche standard, software, supporti e attività complementari distribuite tra più attori. Il dato più evidente è il peso del livello 7, che suggerisce come Fujifilm, nel digitale, non si limiti a collaborare con soggetti esterni, ma scelga in più casi di internalizzare selettivamente attività ritenute rilevanti, soprattutto quando il valore si sposta verso servizi, distribuzione e attività a valle. In questo senso, le acquisizioni non indicano una piena integrazione dell'intera filiera della fotocamera digitale, ma piuttosto una volontà di rafforzare il presidio su alcuni nodi specifici dell'ecosistema. Accanto a ciò, il peso consistente del livello 3 mostra che Fujifilm ricorre ampiamente anche al co-sviluppo, cioè a forme di collaborazione che consentono di integrare nel prodotto digitale tecnologie esterne altamente specializzate, senza doverle necessariamente sviluppare tutte all'interno.

Le iniziative di livello 2, livello 1 e livello 4, pur meno numerose, completano questo profilo. Il licensing-in e i contratti di fornitura indicano infatti il ricorso a strumenti più puntuali per accedere a componenti, standard e tecnologie funzionali al prodotto, mentre le alleanze mostrano l'esigenza di collaborare in modo più strutturato in alcune aree del sistema digitale. Nel complesso, quindi, Fujifilm non appare né come un'impresa che si affida prevalentemente al mercato, né come un'impresa che integra tutto internamente: piuttosto, emerge il profilo di un attore che combina integrazione selettiva e coordinamento esterno, scegliendo di volta in volta la forma organizzativa più adatta alle diverse attività.

Il confronto con l'artefatto analogico rafforza questa lettura. Per la fotocamera a pellicola, il grafico mostra infatti una presenza estremamente limitata di iniziative esterne, sostanzialmente concentrata in un solo caso di acquisizione. Anche se il dato non consente una lettura quantitativa articolata, questa scarsità è comunque coerente con un artefatto più integrato, per il quale è plausibile che una quota maggiore delle competenze rilevanti fosse già detenuta all'interno dell'impresa e che, di conseguenza, vi fosse meno bisogno di attivare un numero elevato di relazioni esterne.

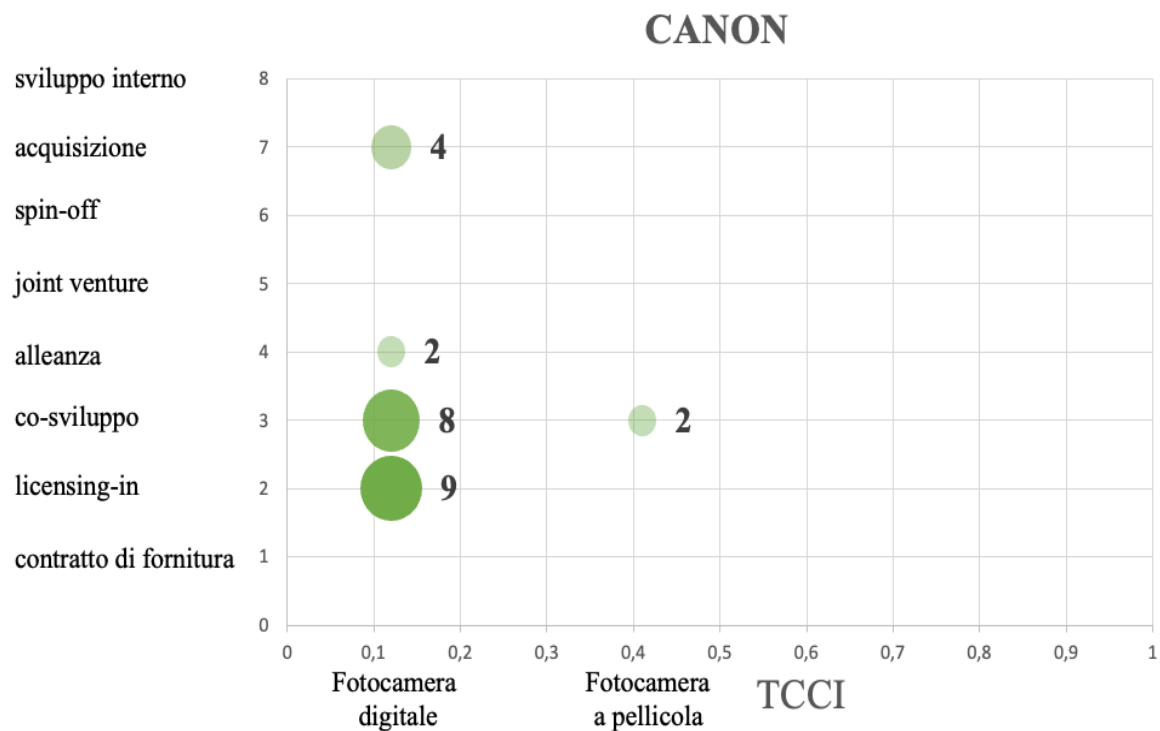


Figura 4.5: grafico Canon modularità dall'artefatto vs grado di integrazione verticale

Per Canon, il grafico mostra come, nel caso della fotocamera digitale, non prevalgano né il puro mercato né la piena internalizzazione, ma una configurazione mista con una forte concentrazione nelle iniziative di livello 2 (licensing-in) e livello 3 (co-sviluppo), cui si affiancano anche iniziative

di livello 7 (acquisizione) e, in misura più contenuta, di livello 4 (alleanza). Questa distribuzione risulta coerente con un artefatto caratterizzato da un basso TCCI, e quindi da una struttura più modulare, nella quale l'impresa deve coordinare tecnologie, componenti, standard e applicazioni distribuite tra più attori.

Nel caso di Canon, il peso elevato del livello 2 suggerisce che il digitale venga gestito in misura importante tramite licensing-in, ossia attraverso accordi che consentono di acquisire diritti e tecnologie sviluppate da terzi, accelerandone l'adozione senza doverle necessariamente sviluppare tutte internamente. Il peso del livello 3 indica inoltre che Canon ricorre anche al co-sviluppo per sviluppare componenti o soluzioni specifiche, integrando competenze esterne in modo mirato pur mantenendo il controllo complessivo del prodotto. Le iniziative di livello 7 risultano rilevanti perché indicano una forma di integrazione selettiva: le acquisizioni non sembrano orientate a internalizzare l'intero ecosistema della fotocamera digitale, ma a rafforzare alcune attività o posizionamenti considerati strategici. Le alleanze (livello 4), pur meno frequenti, completano il profilo mostrando che, in alcuni casi, Canon ricorre anche a collaborazioni più strutturate quando necessario.

Nel complesso, il grafico restituisce l'immagine di un'impresa che combina una base interna forte con un uso articolato di licensing, co-sviluppo e acquisizioni mirate, selezionando di volta in volta la forma organizzativa più adatta alle diverse attività. Il confronto con l'analogico rafforza questa interpretazione: per la fotocamera a pellicola, il grafico mostra un numero molto più contenuto di iniziative esterne, sostanzialmente concentrato nel co-sviluppo (livello 3). Nel complesso, ciò suggerisce un minore ricorso a iniziative esterne e un maggiore peso di attività svolte internamente rispetto al caso digitale.

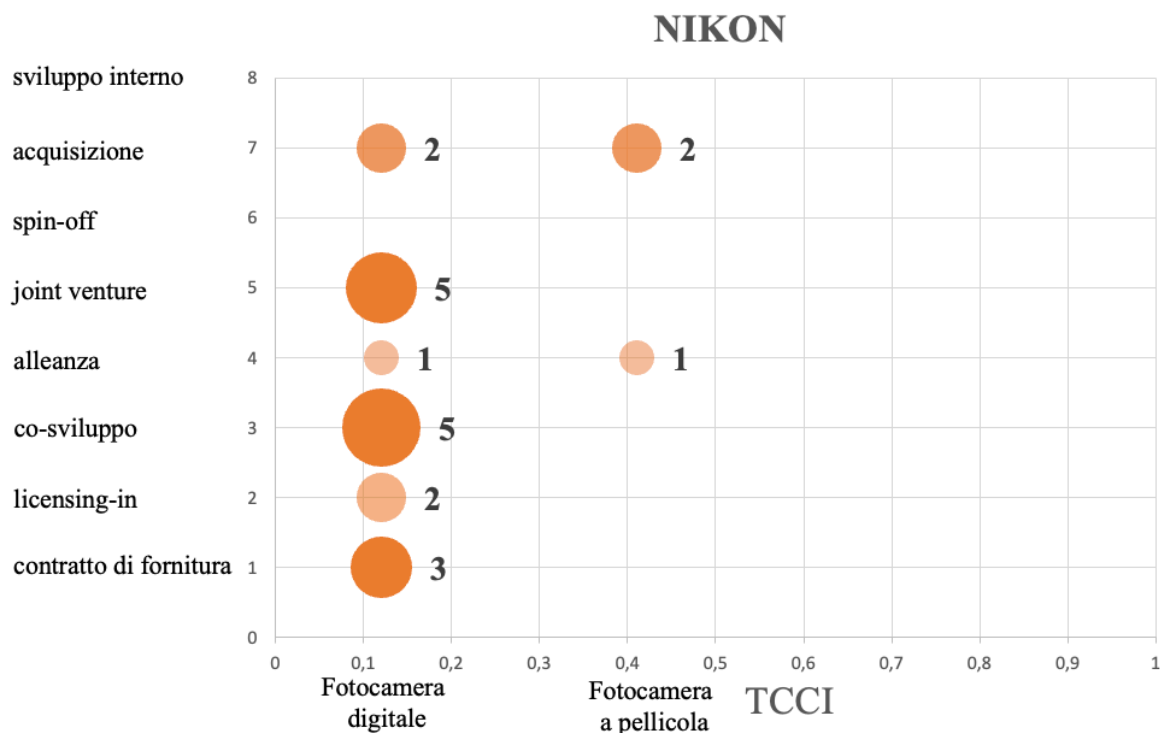


Figura 4.6: grafico Nikon modularità dall'artefatto vs grado di integrazione verticale

Per Nikon, il grafico mostra come, nel caso della fotocamera digitale, non prevalgano né il puro mercato né la piena internalizzazione, ma una configurazione mista con una concentrazione soprattutto nelle iniziative di livello 3 (co-sviluppo) e livello 5 (joint venture), a cui si affiancano, in misura più contenuta, iniziative di livello 1 (contratto di fornitura), livello 2 (licensing-in), livello 4 (alleanza) e livello 7 (acquisizione). Questa distribuzione è coerente con un artefatto caratterizzato da un basso TCCI e, quindi, con una struttura più modulare, nella quale l'impresa deve coordinare tecnologie, standard, componenti e applicazioni distribuite tra più attori.

Nel caso di Nikon, il peso elevato del livello 3 suggerisce che il digitale venga gestito soprattutto tramite co-sviluppo, cioè attraverso collaborazioni tecniche utili a integrare competenze esterne e a rafforzare compatibilità, interoperabilità e funzionalità del prodotto. Il peso del livello 5 indica inoltre che, in alcuni passaggi, Nikon ricorre a forme di collaborazione più strutturate, segnalando l'esigenza di un coordinamento più stabile su attività rilevanti. Le iniziative di livello basso, come contratti di fornitura e licensing-in, restano presenti ma non dominano, mentre le acquisizioni (livello 7) compaiono come strumenti selettivi, funzionali a rafforzare il presidio su ambiti specifici più che a integrare l'intera filiera.

Nel complesso, il grafico restituisce l'immagine di un'impresa che combina una base interna forte con un uso articolato di co-sviluppi e joint venture, scegliendo di volta in volta la forma organizzativa

più adatta. Il confronto con l'analogico rafforza questa lettura: per la fotocamera a pellicola il grafico mostra un numero più contenuto di iniziative esterne, concentrato in poche acquisizioni e alleanze, suggerendo un ricorso complessivamente più limitato a relazioni esterne rispetto al caso digitale.

### 4.2.3. Analisi brevettuale complementare

Prima di presentare i grafici, le Tabelle 4.9 a e 4.10 riportano il numero di brevetti per modulo e per *incumbent*, rispettivamente per fotocamera a pellicola e fotocamera digitale. Questi valori sono gli stessi rappresentati nei grafici riportati di seguito e costituiscono la base dell'analisi discussa nel testo.

Tabella 4.9: Elenco delle iniziative brevettuali individuate per la fotocamera a pellicola

FOTOCAMERA A PELLICOLA	FUJIFILM	CANON	NIKON
A: artefatto intero	<b>71</b>	<b>135</b>	25
O: sistema ottico e messa a fuoco	20	103	32
E: architettura di scatto ed esposizione	53	133	<b>53</b>
U: interfaccia e sistema di supporto	14	36	20
T: trasporto e alloggiamento pellicola	38	12	21
TOT BREVETTI	<b>196</b>	<b>419</b>	<b>151</b>

Tabella 4.10: Elenco delle iniziative brevettuali individuate per la fotocamera digitale

FOTOCAMERA DIGITALE	FUJIFILM	CANON	NIKON
A: artefatto intero	47	56	<b>296</b>
O: sistema ottico e messa a fuoco	6	34	4
E: architettura di scatto ed esposizione	29	13	9
U: interfaccia e sistema di supporto	<b>110</b>	<b>134</b>	77
S: acquisizione sensore di conversione	35	13	7
TOT BREVETTI	<b>227</b>	<b>250</b>	<b>393</b>

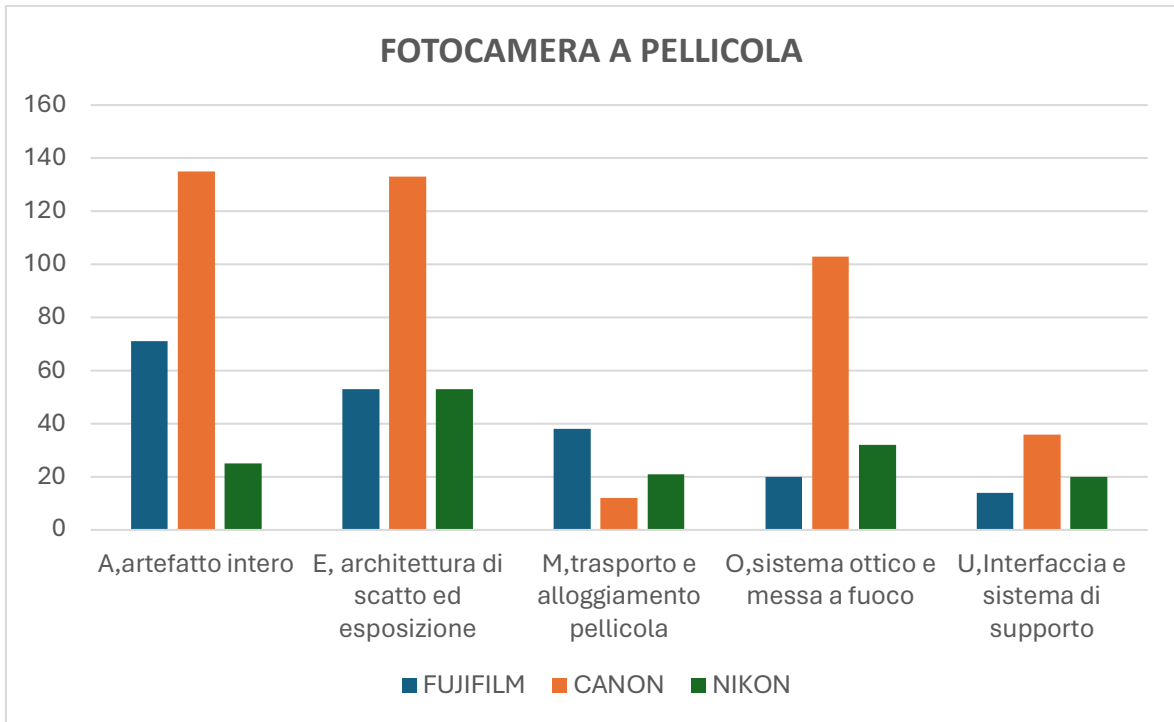


Figura 4.9: grafico numero di brevetti fotocamera a pellicola distribuiti per moduli

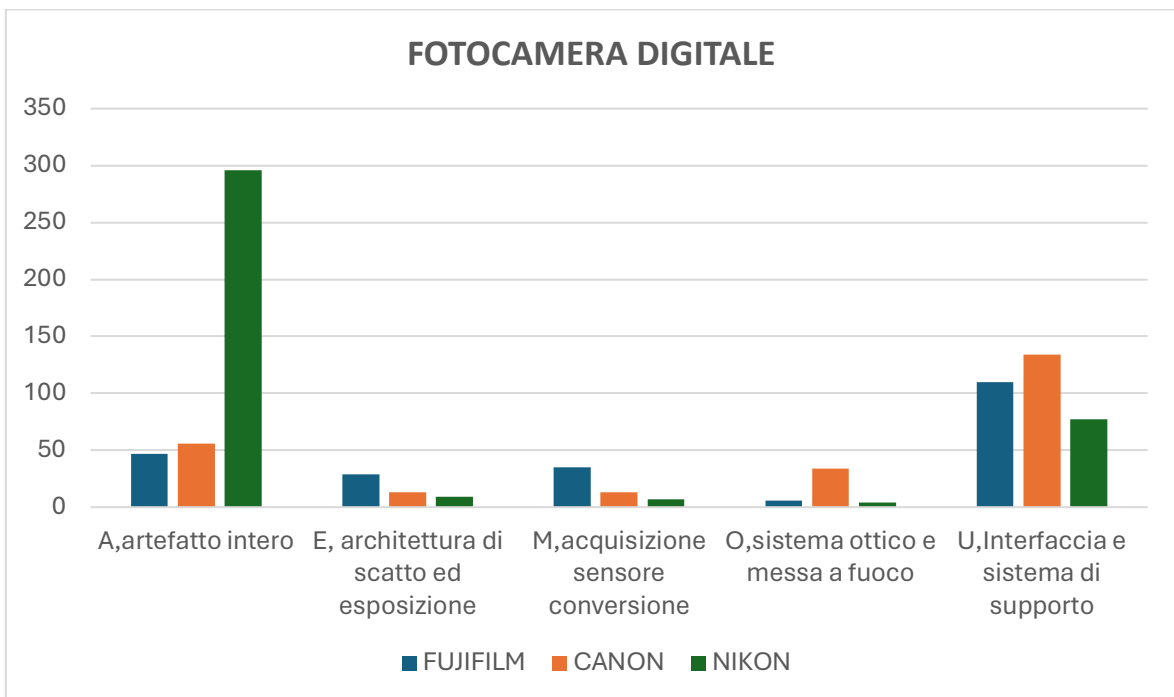


Figura 4.10: grafico numero di brevetti fotocamera digitale distribuiti per moduli

Nel caso della fotocamera a pellicola, la distribuzione brevettuale mostra che, per Fujifilm e Canon, una quota elevata di brevetti è associata all'artefatto intero, mentre per Nikon prevale il modulo architettura di scatto ed esposizione. Tuttavia, a differenza di quanto avviene nel digitale, l'artefatto analogico evidenzia anche una presenza più marcata di brevetti su moduli specifici. In particolare, per Canon risultano rilevanti anche i brevetti nell'architettura di scatto ed esposizione, nel sistema ottico e, in misura minore, nell'interfaccia e sistema di supporto. Analogamente, Nikon presenta una presenza significativa nell'architettura di scatto ed esposizione e nel sistema ottico, mentre Fujifilm mostra una distribuzione più articolata tra artefatto intero e altri moduli, tra cui E e M. Secondo la chiave interpretativa adottata in questo lavoro, pur in presenza di brevetti sull'artefatto intero, la fotocamera a pellicola evidenzia un presidio consistente anche su alcuni moduli tecnici rilevanti, segnalando quindi una componente più integrata legata al controllo di specifici sottosistemi.

Nel caso della fotocamera digitale, si osserva invece che per i tre *incumbent* una quota rilevante di brevetti si concentra nel modulo interfaccia e sistema di supporto. Inoltre, ad eccezione di Nikon, emerge una concentrazione significativa anche sull'artefatto intero. Secondo la chiave interpretativa adottata in questo lavoro, la focalizzazione brevettuale sull'artefatto intero può essere letta come indicatore di una tendenza alla "disintegrazione" dell'architettura e quindi di una configurazione più modulare, nella misura in cui l'attenzione si sposta dal presidio di singoli sottosistemi tecnici al governo complessivo del prodotto. Allo stesso tempo, il fatto che molti brevetti si concentrino su interfaccia e sistema di supporto suggerisce un presidio più marcato proprio su quel modulo, che può riflettere un'esigenza di controllo più diretto di un'area specifica e rilevante nel digitale. In questa lettura, i moduli M e O presentano un numero contenuto di brevetti, indicando che il presidio brevettuale non risulta diffuso in modo significativo su più moduli tecnici, ma tende a concentrarsi su poche aree. In particolare, nel caso di Nikon, la forte prevalenza di brevetti sull'artefatto intero e la relativa scarsità negli altri moduli possono essere interpretate come coerenti con una configurazione maggiormente modulare della fotocamera digitale, secondo la logica adottata nel lavoro.

In sintesi, mentre nel digitale la concentrazione su poche categorie (artefatto intero e interfaccia/sistema di supporto) tende a essere coerente con una configurazione più modulare, nell'analogico la presenza di brevetti significativi su più moduli suggerisce un presidio più integrato su aree tecniche specifiche, in coerenza con una struttura complessivamente meno "disintegrata" rispetto alla controparte digitale.

## 5. Conclusioni

Nel capitolo precedente sono stati presentati i risultati dei due casi studio, combinando l'analisi delle iniziative di integrazione verticale e l'evidenza brevettuale nel confronto tra artefatti analogici e digitali. Nel presente capitolo vengono sintetizzate le conclusioni principali emerse dall'analisi e, infine, vengono discussi i limiti dello studio e i possibili sviluppi futuri.

### 5.1. Analisi dei dati e conclusioni

Nel complesso, le evidenze raccolte attraverso l'analisi delle iniziative di integrazione verticale, la relativa mappatura e l'analisi brevettuale complementare consentono di riformulare in modo più maturo l'ipotesi iniziale del lavoro. La premessa di partenza era che agli artefatti digitali corrispondesse un'architettura più modulare, mentre agli artefatti analogici un'architettura più integrata. I risultati confermano questa direzione generale nei casi analizzati, ma mostrano anche che la relazione tra modularità del prodotto e scelte strategiche dell'impresa è più complessa di una contrapposizione netta tra “modulare” e “integrato”.

In particolare, nel caso degli artefatti digitali emerge un quadro in cui la modularità architettonica non implica automaticamente una struttura aziendale “modulare” o una governance basata esclusivamente sul mercato. Al contrario, la maggiore presenza e varietà di iniziative lungo *upstream*, *downstream* beni complementari e *suprasystem* suggerisce che il prodotto digitale venga spesso governato attraverso configurazioni ibride: da un lato, l'impresa ricorre a strumenti di coordinamento esterno (co-sviluppo, licensing-in, alleanze e, in alcuni casi, joint venture) per integrare componenti e competenze distribuite; dall'altro lato, mantiene o rafforza competenze interne selettive, necessarie a gestire le interdipendenze tra moduli e a garantire l'evoluzione del sistema nel tempo. In questo senso, il digitale non può essere inteso come un insieme di moduli indipendenti “che funzionano da soli”: la modularità richiede una capacità di orchestrazione e integrazione, cioè competenze tecniche e organizzative che consentano di aggiornare, far cooperare e rendere compatibili i diversi moduli all'interno del prodotto e del suo ecosistema.

Questa lettura è supportata anche dall'analisi brevettuale complementare. Nei casi analizzati, la distribuzione dei brevetti contribuisce a chiarire dove si concentri il presidio tecnologico interno: negli artefatti digitali l'attenzione tende a spostarsi verso dimensioni di coordinamento del prodotto e/o verso punti di interfaccia e supporto, coerentemente con l'esigenza di governare un sistema modulare e di renderlo aggiornabile e interoperabile. Al contrario, negli artefatti analogici, la minore densità di iniziative esterne e il presidio tecnologico più legato a sottosistemi tecnico-fisici

caratteristici del prodotto risultano coerenti con una struttura complessivamente più integrata, in cui le competenze e le dipendenze principali rimangono maggiormente all'interno dell'artefatto e dell'impresa.

In sintesi, il contributo principale che emerge da questo lavoro è che, nei casi analizzati, la digitalizzazione è associata a una maggiore modularità del prodotto, ma tale modularità si accompagna a forme di governance ibride: il digitale richiede coordinamento esterno, ma anche competenze interne solide per integrare e governare le interdipendenze tra moduli e per sostenere l'evoluzione del sistema nel tempo. Questa consapevolezza, maturata attraverso la lettura congiunta di iniziative e brevetti, consente di superare una visione semplificata del digitale come "solo modulare" e di interpretare più realisticamente il modo in cui le imprese definiscono i propri confini organizzativi nel passaggio dall'analogico al digitale.

## 5.2. Limiti e sviluppi futuri

Le analisi svolte, pur avendo raggiunto l'obiettivo di evidenziare una maggiore modularità degli artefatti digitali rispetto a quelli analogici, presentano alcuni limiti. Un primo limite riguarda la completezza della base dati sulle iniziative: la raccolta tramite fonti come LexisNexis dipende dalla tracciabilità pubblica degli eventi e dalla copertura dei database, con il rischio che alcune iniziative non vengano intercettate o risultino documentate in modo incompleto. Un secondo limite concerne la rappresentatività della base brevettuale, che dipende dal perimetro della ricerca e dal fatto che non tutta l'innovazione viene necessariamente brevettata; i brevetti costituiscono quindi un'evidenza utile, ma non esauriscono l'innovazione complessiva, poiché parte delle competenze può essere sviluppata e mantenuta come *know-how* non codificato. Un terzo limite riguarda la generalizzabilità: lo studio è stato condotto su un numero limitato di coppie analogico/digitale e, di conseguenza, le evidenze raccolte risultano circoscritte ai casi analizzati.

Infine, la base dati sulle iniziative può risentire di un possibile bias verso eventi più visibili, poiché operazioni maggiormente riportate risultano più facilmente tracciabili rispetto a relazioni meno pubbliche o contratti minori.

In conclusione, per superare tali limiti la ricerca futura potrebbe applicare la stessa metodologia ad altre coppie di prodotto analogico/digitale, in particolare tra quelle già selezionate nella fase preliminare, così da verificare se i *pattern* osservati nelle iniziative e nell'evidenza brevettuale si ripetano anche in contesti tecnologici differenti. In questo modo sarebbe possibile rafforzare la robustezza dei risultati e chiarire se l'associazione tra digitalizzazione, maggiore modularità architetturale e forme di governance più orientate al coordinamento esterno rappresenti una dinamica

generalizzabile oppure se emerga una maggiore varietà di configurazioni strategiche a seconda dell'artefatto e del settore.

## Bibliografia e sitografia

### Bibliografia

- Abernathy W., Utterback J.M.** (1975) A dynamic model of process and product innovation. *International journal of management science*.
- Anderson F., Tushman M.L.** (1990), Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 4, pp. 604-633.
- Benkler, Y.** (2006). *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*. Yale University Press (book)
- Campagnolo D., Camuffo A.** (2009), *The concept of modularity in management studies: a literature review*. *International journal of management reviews*, pp. 259-283.
- Cantamessa M., Montagna F.** (2023), *Management of innovation and production development*.
- Celona T., Embry-Pelrine C. & Holtta-Otto K.** (2007), Are modular products larger than integral products?. *International conference on engineering design*.
- Constantinides, P., Henfridsson, O., & Parker, G. G.** (2018). *Platforms and Infrastructures in the Digital Age*. *Information Systems Research*, 29(2), 381–400.
- Coyle, K.** (2008). *Managing Sameness*. *The Journal of Academic Librarianship*, 34(5), 452–453
- Christensen, C. M., Verlinden, M., & Westerman, G.** (2002). *Disruption, disintegration, and the dissipation of differentiability*. *Industrial and Corporate Change*, 11(5), 955–993
- Dosi, G.** (1982). *Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change*. *Research Policy*, 11(3), 147–162
- Ekbja, H. R.** (2009). *Digital artifacts as quasi-objects: Qualification, mediation, and materiality*. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(12), 2554–2566
- Faulkner, P., & Runde, J.** (2009). *On the Identity of Technological Objects and User Innovations in Function*. *Academy of Management Review*, 34(3), 442–462.
- Furlan, A., Cabigiosu, A., & Camuffo, A.** (2014). *When the mirror gets misted up: Modularity and technological change*. *Strategic Management Journal*, 35(6), 789–807.
- Garud, R., Jain, S., & Tuertscher, P.** (2008). *Incomplete by Design and Designing for Incompleteness*. *Organization Studies*, 29(3), 351–371.

- Harrigan, K. R.** (1985). *Vertical Integration and Corporate Strategy*. *Academy of Management Journal*, 28(2), 397–425
- Henderson R., Clark K.** (1990). *Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms*. *Administrative Science Quarterly*, pp. 9-30.
- Henfridsson O., Mathiassen L. & Svahn F.** (2014), *Managing technological change in the digital age: the role of architectural frames*. *Journal of information technology*, 29, 27-43.
- Hermann, M., Pentek, T., Otto, B.** (2016), “*Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*”, in *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, pp. 3928–3937
- Kallinikos, J., Aaltonen, A., & Marton, A.** (2010). *A Theory of Digital Objects*. *First Monday*, 15(6)
- Kallinikos, J., Aaltonen, A., & Marton, A.** (2013). *The Ambivalent Ontology of Digital Artifacts*. *MIS Quarterly*, 37(2), 357–370.
- Kallinikos, J., & Mariátegui, J.-C.** (2011). *Video as Digital Object: Production and Distribution of Video Content in the Internet Media Ecosystem*. *The Information Society*, 27(5), 281–294
- Langlois, R. N.** (2002). *Modularity in technology and organization*. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 49(1), 19–37.
- Manovich, L.** (2001). *The Language of New Media*. MIT Press (book).
- Nambisan, S., Lyytinen, K., Majchrzak, A., & Song, M.** (2017). *Digital Innovation Management: Reinventing Innovation Management Research in a Digital World*. *MIS Quarterly*, 41(1), 223–238.
- Peterson, H. Christopher & Wysocki, Allen F. & Harsh, Stephen B.,** 2001. " *Strategic Choice Along The Vertical Coordination Continuum*, *International Food and Agribusiness Management Review*. *International Food and Agribusiness Management Association*, vol. 4(2), pages 1-18.
- Sanchez R., Mahoney J.T.** (1996), *Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design*. *Strategic management journal*, Vol. 17, special issue: *Knowledge and the firm*, pp. 63-75.
- Simon, H. A.** (1969). *The Sciences of the Artificial*. MIT Press (book; prima edizione 1969)
- Ulrich K.** (1995), *The role of product architecture in the manufacturing firm*. *Research Policy* 24: 419-440.
- Jaakkola, H., & Thalheim, B.** (2011). *Architecture-Driven Modelling Methodologies*. In *Information Modelling and Knowledge Bases XXII* (pp. 97–116). IOS Press.

**Yoo Y., Henfridsson O. & Lyytinen K.** (2010), *Research commentary – The new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. Information systems research*, 21(4): 724-735.

**Zittrain, J.** (2008). *The Future of the Internet and How to Stop It*. Yale University Press (book)

## Sitografia

<https://notebooklm.google.com/>

<https://www.lexisnexis.com/en-int/products/nexis-uni>

<https://worldwide.espacenet.com/>