

Militare Innovazione e Difesa di acquisizione: gli insegnamenti della F-35 Programma

di Niccolò Petrelli

Avviso: copia ottenuta con traduttore automatico. In caso di dubbi consultare la versione in lingua originale (inglese).

[Clicca qui per consultare la versione in lingua originale \(inglese\).](#)

ASTRATTO

Il F-35 è stato originariamente concepito come aereo superiorità aerea / strike polivalente in grado di operare in formazioni indipendenti, o da soli, nello spazio aereo ostile. Come il suo sviluppo ha proceduto, tuttavia, si è rivelato estremamente difficile superare il trade-off tra bassa osservabilità, e la gamma e di carico utile di armi. Ciò ha avuto un impatto significativo sulla evoluzione dei dibattiti sul concetto di operazioni, portando ad un consenso sopra impiegando il velivolo come nodo decentrato di comando e controllo anziché come inizialmente previsto. Di conseguenza, i requisiti per la sua integrazione nelle strutture di forza esistenti tra i partner del programma non solo hanno cambiato, ma sono diventati più esigenti e complessi, spingendo la necessità di ripensare l'organizzazione all'acquisizione di difesa esistenti e modelli.

Militare Innovazione e Difesa di acquisizione: gli insegnamenti della F-35 Programma

di Niccolò Petrelli *

introduzione

Che concetto ha guidato lo sviluppo del Lockheed Martin F-35 Lightning II, e come ha colpito questo concetto le sue capacità? Come hanno dibattito su concetti di operazioni (CONOPS) si è evoluta? Quali sono i requisiti di adozione che l'aereo genera?

Lo studio del F-35 di capacità, l'occupazione e le esigenze non solo è rilevante in sé e per sé, ma ha anche implicazioni per la borsa di studio in materia di sicurezza e di studi strategici e di difesa in senso più ampio. Le rivendicazioni letterarie che l'innovazione militare, un processo costituito da cambiamenti interrelati a livello hardware (la tecnologia) e software (organizzazione e tattiche / arte operativa), che portano ad una **riconfigurazione di alcuni segmenti delle operazioni militari, ¹ generalmente avviene in modo lineare e in gran parte sequenziale.** L'introduzione di una famiglia di nuove tecnologie o di un nuovo sistema d'arma potrebbe richiedere una ri-concettualizzazione di modelli di funzionamento e di generare cambiamenti organizzativi correlati o, viceversa, l'innovazione può iniziare con la speculazione, con una visione aspirazionale di come alcuni segmenti delle operazioni militari potrebbero essere attuate in futuro per guidare lo sviluppo o di acquisto di hardware **correlato. ² Mentre in una certa misura interconnessi, in una comprensione cambiamenti tali nel software e hardware sono concepiti come si svolgono linearmente e sequenzialmente.**

¹ Andrew L. Ross, "On Military Innovazione: verso un quadro analitico", in *SITC Policy Briefs*,

No. 1 (settembre 2010), <https://escholarship.org/uc/item/3d0795p8>; Colin S. Gray, "La tecnologia come una dinamica di trasformazione della difesa", in *Studi per la Difesa*, Vol. 6, n° 1 (marzo 2006), p. 26-51.

² Peter Dombrowski e Eugene Gholz, *B uying trasformazione militare. L'innovazione tecnologica e l'industria della difesa*, New York, Columbia University Press, 2006; Dima Adamsky, *La cultura del militare innovazione. L'impatto dei fattori culturali sulla rivoluzione negli affari militari in Russia, gli Stati Uniti e Israele*, Stanford, Stanford University Press, 2010; Matthew Evangelista, *L'innovazione e la corsa agli armamenti: come gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica lo sviluppo di nuove tecnologie militari*,

Ithaca, Cornell University Press, 1988, pag. 6-14.

* Niccolò Petrelli è Adjunct Professor presso il Dipartimento di Scienze Politiche, Università di Roma Tre.

· Documento preparato per l'Istituto Affari Internazionali (IAI), gennaio 2020.

moderna tecnologia militare è cambiato questo schema? Se sì, quali sono le implicazioni per approcci per l'acquisizione di difesa? Questo documento aiuta a rispondere a queste domande per l'impiego di un progetto di ricerca teoria guidata idiografica volto a descrivere, spiegare e interpretare il caso del F-35 attraverso **processtracing** informato dal punto di vista teorico prevalente sull'innovazione militari di cui sopra. ³

1. L'evoluzione delle funzionalità F-35

Il F-35 è il risultato del programma di sviluppo e l'acquisizione Joint Strike Fighter (JSF). Questo è emerso alla fine del 1995 dal programma Joint avanzata Sciopero Technology (JAST) e mirato a fornire un velivolo in grado di operare in piccole formazioni o come unico aeromobile con minima o nessuna scorta ravvicinata o penetrare **elementi di supporto in aree ad alto minaccia, e fornire alta letalità contro una varietà di obiettivi.** ⁴ JSF “logica di sviluppo” era simile a quello del F-16: produrre un versatile, caccia polivalente in grado di svolgere una serie di **ruoli in aria-aria e aria-terra arene, ma non completamente specializzata in qualsiasi di loro.** ⁵ Lo studio più completo pubblicato fino ad oggi sul programma JSF, nonché una rassegna completa degli studi condotti dalla conferma del Congresso americano Research Service (CRS) che finora il programma sia stato effettivamente attuato secondo questa logica. ⁶

La caratteristica principale dell'architettura F-35 è l'interattività tra i sistemi di combattimento cui risultati funzionali, e quindi capacità, vengono generati sinergicamente piuttosto che da funzioni stufa convogliata. Cinque sistemi interattivi, collegati da un bus dati a fibre ottiche ad alta velocità, make up “apparato sensing” del velivolo: AN / ASQ-242 Communications, Navigation e privato Identificazione avionica, il radar a scansione elettronica attiva (AESA) APG81, la AN / AAQ-37 Distributed Aperture system, Targeting AN / AAQ-40 elettro-ottico del sistema e il **sistema elettronico di guerra AN / ASQ-239.** ⁷ I dati di questi sensori di bordo, così come

³ Jack S. Levy, “Case Studies: tipi, disegni, e le logiche di inferenza”, in *Gestione dei conflitti e della Scienza della Pace*, Vol. 25, No. 1 (marzo 2008), p. 3-4; Andrew Bennett e Jeffrey T. Checkel, “Processo Tracing: dalle radici filosofiche di Best Practices”, in Andrew Bennett e Jeffrey T. Checkel (a cura di),

Processo-Tracing. Dalla metafora per Analytic Tool, Cambridge, Cambridge University Press, 2015, p. 3-10, https://assets.cambridge.org/97811070/44524/excerpt/9781107044524_excerpt.pdf.

⁴ Difesa Science Board (DSB), *Relazione del Defence Science Board Task Force congiunta avanzata sciopero Technology (JAST) Programma*, Washington, Ufficio del sottosegretario alla Difesa per l'acquisizione e la tecnologia, Settembre 1994, pag. ES-3, <https://apps.dtic.mil/docs/citations/ADA292094>.

⁵ Aaron Mehta, “Boeing Posizioni F-15 come F-22 Supplement”, in *Defense News*, 15 settembre 2015, <https://www.defensenews.com/digital-show-dailies/afa-air-space/2015/09/15/boeing-positions-f15-as-f-22-supplement>.

⁶ Bert Chapman, *Global Defense Procurement e l'F-35 Joint Strike Fighter*, Cham, Palgrave Macmillan, 2019, p. 89-137. Per una panoramica degli studi condotti dai CRS vedere: *F-35 Joint Strike Fighter (JSF) Programma*, <https://www.everycrsreport.com/reports/RL30563.html>.

⁷ Le informazioni su questi sistemi si possono trovare nel sito web BAE Systems: / *ASQ-239 F-35 Sistema contromisura EW AN*, <https://www.baesystems.com>.

da fonti off-board è fuso dal computer centrale della F-35 di in una lettura integrata della situazione tattica circostante. La funzionalità fusione elabora i dati ricevuti sugli oggetti nell'associazione ambiente ed esegue contro tracce esistenti. Rileva ulteriori esigenze di informazione, loro e problemi nuovi comandi a sensori ritenuti più appropriati per soddisfare queste esigenze priorità. Identificazione e monitoraggio continuano automaticamente in modo ClosedLoop nuovi dati dai sensori di bordo o off-board viene acquisito. Questi, a loro volta, possono essere o inoltrati ad altre piattaforme in modalità "open trasmissione" o, oggetto di dati portare-back capacità di memoria, registrati e memorizzati manualmente. I risultati del processo di fusione sono forniti all'interfaccia pilota / veicolo per la visualizzazione, controllo del tiro per supporto per arma, 8

accordo diffusa esiste che, per quanto riguarda i sistemi di integrazione e fusione dati, il F-35 rappresenta un salto rispetto all'architettura additivo dei sistemi 4a generazione. Nella F-35 l'interattività tra i sistemi di combattimento permette al velivolo di rispondere in sinergia per minacce, sfruttando i punti di forza di ciascun sensore così come fare per ciascuno dei punti deboli del sensore. Questo, a sua volta, consente la creazione di nuove opzioni tattiche su base continua.

Per quanto riguarda la bassa osservabilità (LO), noto anche come "furtiva", dall'inizio del programma l'obiettivo era quello di raggiungere un livello accettabile e garantendo adeguati livelli di manovrabilità e contenimento dei costi di produzione e di manutenzione; alcune funzionalità sono stati quindi sacrificati. Infatti, rispetto alla F-22 Raptor (un altro aeromobile con capacità furtiva avanzata), il F-35 ha una forma meno disciplinato, con sezione trasversale **molto bassa radar (RCS) principalmente nel X e banda Ku.** 9 **Ulteriore riduzione RCS è stato assicurato attraverso** l'applicazione di materiale radar-assorbente. Prima di tutto, come ad aeromobili alcuna altra azione furtiva poiché i B-2, F-35 visualizza un "trattamento bordo" sotto forma di una banda di colore triangolare incastrato attorno al perimetro della cellula riempito con fibra di vetro alveolare caricato con carbonio. Assorbendo correnti e le onde radar incidente, nonché rallentare transizioni correnti superficiali, ciò contribuisce alla riduzione RCS. Inoltre, il F-35 presenta una nuova sostanza chiamata LO fibra stuoia, fibre di carbonio nanotubi infuso in grado di assorbire o riflettere radar, che è stato costruito nella "pelle" composite del velivolo. L'uso di fibra assicura che mat elettro

contromisura sistema; e il sito Northrop Grumman: *AN / APG-81 AESA radar*, <https://www.northropgrumman.com/Capabilities/ANAPG81AESARadar/Pages/default.aspx>; *F-35 Lightning II*, <https://www.northropgrumman.com/Capabilities/F35Lightning/Pages/default.aspx>; *AN / AAQ-37 System distribuito Aperture (DAS) per l'F-35*, <https://www.northropgrumman.com/Capabilities/ANAAQ37F35/Pages/default.aspx>.

8 Greg Limoni et al., *F-35 Mission Systems Design, sviluppo, e verifica*, paper presentato alla Aviation Technology 2018, l'integrazione, e la Conferenza Operations, Atlanta, 25-29 giugno 2018,

p. 11; Thomas L. Frey et al., *F-35 Informazioni Fusion*, paper presentato al 2018 Aviation Technology, l'integrazione, e la Conferenza Operations, Atlanta, 25-29 giugno 2018.

9 Konstantinos Zikidis, Alessio Skondras e Charisios Tokas, "osservabili Principi Basso, Stealth Aircraft e Anti-Stealth Technologies", in *Journal of Calcoli & Modeling*, Vol. 4, No. 1 (2014), p. 141, 144, <https://www.scienpress.com/download.asp?ID=1040>.

proprietà magnetiche non variano con l'angolo. ¹⁰

studi classificati delle capacità dello stealth F-35 hanno dimostrato che RCS del velivolo è relativamente molto basso, almeno per quanto riguarda la fusoliera è interessato, con campo di rilevamento molto bassi soprattutto nella banda X. ¹¹ Si può quindi essere convenuto che l'F-35 è una piattaforma veramente "Stealth", nella misura in cui un caccia multiruolo tattico può essere. Rilevamento non è impossibile, molto meno impegno, la logica di LO è di non impedire il rilevamento, ma a "rompere la catena uccisione".

Per quanto riguarda i payload, in configurazione stealth, cioè senza armamenti esterni, il F-35 ha una capacità di circa 2.585 chilogrammi (kg) di munizioni. I F-35 dispone anche di due alloggiamenti interni arma (due piccole e due grandi eccetto per la variante B) con due punti d'attacco ciascuno; questi sono più brevi ma più profonda rispetto a quelli del F-22, rendendola capace di portare quattro missili, due a testa in ciascuna delle due cremagliere a seconda della configurazione di combattimento, così come le armi nucleari non strategiche. ¹² D'altra parte, il serbatoio interno ha una capacità compresa tra

6.000 e 9.000 kg (a seconda della variante del velivolo), dando un raggio di combattimento che vanno da 1.600 per la versione B a 2.200 chilometri (km) per la versione A (che può essere comunque esteso attraverso rifornimento aereo). ¹³

Il F-35 possono espandersi carico utile a più di 9.900 kg di munizioni effettuata internamente ed esternamente approfittando di 12 stazioni sulle ali del caccia attacco per piloni armi - ancora, a costo di sacrificare stealth. punti d'attacco subalari consentono l'F-35 per trasportare fino ad un massimo di 14 missili o, in alternativa, sei bombe Attacco Joint Direct Munition e quattro missili. ¹⁴ Inoltre, i due alari più prossima alla fusoliera può contenere serbatoi esterni contenenti circa 3.500 kg di combustibile, dando il raggio F-35 un combattimento di circa 2.800 chilometri. ¹⁵ Se

¹⁰ Dan Katz, "Il 'Magic' Dietro radar-assorbenti Materiali per furtivo Aircraft", in *Aviation Week & Space Technology*, 28 Ottobre 2016; Seconda linea di difesa (SLD), "L'F-35 di bassa osservabilità: sostenibilità permanente", in *"Re-Norming" Air Operations*, Arlington, SLD, 2012, p. 66-71, <https://www.sldinfo.com/wp-content/uploads/2011/02/Re-Norming-Air-Operations.pdf>.

¹¹ Konstantinos Zikidis, Alessio Skondras e Charisios Tokas, "osservabili Principi Basso", cit., P. 147-148. Vedere anche: Carlo Kopp, "Valutare le capacità Joint Strike Fighter Difesa Penetrazione", in *Air Power in Australia analisi*, No. 2009-01 (7 gennaio 2009), <https://www.ausairpower.net/APA-2009-01.html>.

¹² Michael Peck, "L'F-35 appena diventato un Carrier Missile", in *The Buzz*, 7 maggio 2019, <https://nationalinterest.org/node/56267>. Per i dati ufficiali sulle capacità di carico utile normale vedere: Lockheed Martin, *F-35 Lightning II Programma di stato e di fatti veloci*, 17 aprile 2019, <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/Lockheed-Martin/Aero/documents/F-35/F-35%20Fast%20Facts%20April%202019.PDF>.

¹³ Garrett Reim, "Analisi: F-35 di Successivo motore di raggiungere Per una maggior portata", in *Flightglobal*, 6 agosto 2019, <https://www.flightglobal.com/analysis/analysis-f-35s-next-engine-to-reach-for-more-range/133651>. articolo.

¹⁴ Mark Episkopos, "Guardare un F-35 entra in modalità Bestia è terrificante", in *The Buzz*, 14 maggio 2019, <https://nationalinterest.org/node/57392>; vedi anche il sito F-35 Lightning II: F-35 Armi, <https://www.f35.com/about/carrytheload/weapony>.

¹⁵ Brian W. Everstine, "Lockheed Guardando Estendere la F-35 di Gamma, Armi Suite", in *Air Force Magazine*, 17 Giugno 2019, <https://www.airforcemag.com/?p=7929>.

le armi Lightning II e carico di carburante sono davvero sufficienti a soddisfare i requisiti operativi attesi rimane un punto controverso. Infatti, anche se gamma e loiter tempo del F-35A in configurazione furtiva sono superiori più aeromobili 4a generazione esistente, un raggio massimo di combattimento di 2200 km sembra inadeguata per eseguire a lungo raggio missioni di combattimento con supporto cisterna ridotta, o per condurre persistente delle **operazioni compiute ambienti ammissibili come previsto nel concetto operativo originale**.¹⁶ In secondo luogo, l'F-35 è altamente limitata armi carico utile di soli quattro missili "lascia in una posizione di grave svantaggio in un momento in cui i combattenti che trasportano più di dieci missili sono sempre più la norma". Se attrezzato per corto raggio di combattimento, per esempio, il JSF sarebbe solo in grado di sparare un singolo round di oltre il raggio visivo (BVR) missili come di solito sparati a coppie per aumentare le probabilità di intercettazione.¹⁷

In sintesi, l'applicazione di una logica di sviluppo multiruolo non ha, come prevedibile, forse, ha portato ad un sistema perfettamente bilanciato. L'F-35 di capacità situational awareness e di elaborazione delle informazioni formidabili e design LO venuto infatti con compromessi in termini di capacità di carico utile gamma e armi limitate. È vero, aperto sistemi modulari architettura del velivolo permette di miglioramento continuo dei prodotti sfruttando i più recenti progressi nelle tattiche e tecnologie. Tuttavia, l'esame delle sue capacità attuali - in termini di sistemi di combattimento, furtività e carico utile - le sollecitazioni cui mette in discussione l'effettiva possibilità di utilizzare l'aereo come previsto nel concetto guida originale esistenza compromessi-. Questo, a sua volta, ha notevolmente influenzato l'evoluzione dei dibattiti su CONOPS.

2. Il dibattito in continua evoluzione sui concetti di operazioni

Come accennato in precedenza, l'originale "proto-concetto delle operazioni" guida lo sviluppo di quello che sarebbe diventato il F-35 concentrato in misura considerevole sulla capacità del sistema di operare in una sorta di "stand-alone". In realtà, è previsto il futuro JSF come operante da sola o in piccole formazioni in modo piuttosto indipendente in territorio ostile in virtù di combinare le caratteristiche di bassa osservabilità, avionica altamente integrati e fusione sensoriale, e targeting precisione.¹⁸

Il consenso nella fase iniziale CONOPS riflette questa comprensione. motore fusione sensoriale del F-35 di potrebbe fornire un grado di consapevolezza della situazione tattica integrata precedentemente possibile solo collegando aeromobili in larga infrastruttura di supporto

¹⁶ Ciò è particolarmente vero per l'F-35B, che ha una capacità di carburante interno minore del F-35A di circa il 30 per cento.

¹⁷ "Nuovo Missile 'Sidekick' Aggiornamento di un potenziale gioco Changer per F-35 di aria-aria Capacità - 50% Payload previsto aumento", in *Military Watch Magazine*, 8 maggio 2019, <https://militarywatchmagazine.com/articolo/new-spalla-missile-aggiornamento-a-potenziale-game-changer-per-f-35-s-aria-aircapability-50-payload-espansione-del-previsto>.

¹⁸ sito F-35 Lightning II: *Multi-Mission Capability per minacce emergenti globali*, <https://www.f35.com/su/capacita>.

beni che compongono come la sorveglianza congiunta Attacco bersaglio radar del sistema (Stars misto o JSTARS), l'Airborne Warning e di controllo (AWACS), e groundbased intelligenza portata-back e infrastrutture di targeting. Inoltre, grazie alle sue capacità furtive una forza di F-35 può penetrare difeso spazio aereo nemico inosservato. La combinazione di queste due funzioni è stato quindi ritenuto di consentire l'F-35 per eseguire missioni di superiorità aerea e di sciopero praticamente simultaneamente, piuttosto che in modo sequenziale, con oltre visivi impegni gamma sorpresa di aerei ostili da direzioni inaspettate, come pure gli scioperi più a lungo raggio **contro fissa gli obiettivi sulla terra e per mare in movimento.**¹⁹ **Il fatto che il JSF era una piattaforma polivalente capace di missioni tradizionalmente effettuati da aeromobili specializzato fatto alcuna formazione aria composte da F-35 intrinsecamente indipendenti e altamente flessibili, con ogni piattaforma in grado di passare da un ruolo all'altro su base continua.**²⁰

Intorno 2009 la visione originale per l'impiego del JSF è venuto per essere sempre più in discussione e un nuovo paradigma operativo è emerso, che ha consolidato in un nuovo consenso intorno al 2015, come l'F-35 si avvicinò alle fasi finali della Sistemi di sviluppo e la fase di dimostrazione e professionale dibattiti ha iniziato a dedicare **maggiore attenzione ai problemi operativi.**²¹ **Questo è stato fortemente influenzato dai dibattiti più ampie,** concernenti l'ambiente di sicurezza e futuro CONOPS congiunte che si svolgono nei paesi che partecipano al programma. Tali dibattiti implicavano nuove nozioni di non sequenziali trasversali o più domini modelli di operazioni; prefigurato maggiore integrazione sia nella programmazione ed esecuzione di intelligenza e operazioni **e poste particolare attenzione inganno, stealth e ambiguità;**²² **e, ultimo ma non meno importante, hanno immaginato drammaticamente aumentato modularità e flessibilità nei sistemi militari così come attraverso le funzioni di questi sistemi svolgono sul campo di battaglia.**²³ **Inoltre, il nuovo paradigma è stata colpita da due tendenze che caratterizzano aviazione strutturazione nei paesi occidentali: la diminuzione costante del numero di piattaforme con equipaggio sviluppati e acquistati, e la crescente rilevanza di sistemi robotici.**²⁴

¹⁹ Peter Layton, "quinta generazione Air Warfare", in *Australian Defence Force Journal*, No. 204 (2018),

p. 25, https://defence.gov.au/ADC/ADFJ/Documents/issue_204/ADFJournal204_web.pdf.

²⁰ Robbin F. Laird, "Embrace la rivoluzione Air-Power", in *Defense News*, 21 Febbraio 2011, <https://slidinfo.com/2011/02/embrace-the-air-power-revolution>; Robbin F. Laird, "A 21 ° secolo Concetto dell'Aria e delle operazioni militari", in *Difesa*

Horizons, No. 66 (marzo 2009), p. 3, <https://ndupress.ndu.edu/Media/News/articolo/1.006.309>.

²¹ Jeremiah Gertler, "F-35 Joint Strike Fighter (JSF) Programma", in *Rapporti CRS per il Congresso*, No. RL30563 (23 aprile 2018),

<https://fas.org/sgp/crs/weapons/RL30563.pdf>; Segretario della Difesa statunitense,

Selezionata Rapporto Acquisition (SAR): F-35 Lightning II Joint Strike Fighter (JSF) Programma (F-35),

dicembre 2018, [https://www.esd.whs.mil/Portals/54/Documents/FOID/Reading%20Room/](https://www.esd.whs.mil/Portals/54/Documents/FOID/Reading%20Room/Selected_Acquisition_Reports/19-F-1098_DOC_33_F-35_SAR_Dec_2018.pdf)

Selected_Acquisition_Reports/19-F-1098_DOC_33_F-35_SAR_Dec_2018.pdf.

²² David A. Deptula, *Il combattimento Cloud: A Vision of 21st Century Warfare*, intervento alla Association of Old Crows, Washington, 1

dicembre 2015, http://media.wix.com/ugd/a2dd91_1550c5f873934b068afa8be3ad4ddd54.pdf; VeraLinn Jamieson e Maurizio Calabrese,

"Un ISR prospettiva su Fusion Warfare", in *Il Forum Mitchell*, No. 1 (ottobre 2015), p. 2, <http://www.mitchellaerospacepower.org/single-post/2015/10/22/An-ISR-Perspective-on-Fusion-Warfare>.

²³ George M. Gross, "La nuova generazione di concetti operativi", in *Piccole guerre Journal*, 8 gennaio

2016, <https://smallwarsjournal.com/node/36753>.

²⁴ Martin van Creveld, "si avvicina la fine?", In Giovanni Andreas Olsen (ed.), *Potere aereo europeo*.

Fondamentalmente, tale paradigma ampia vede il F-35 come un potenziale attivatore dei processi di raccolta dati, di fusione e di cambio automatizzato alla base dell'aria disaggregati e operazioni congiunte.²⁵ Per quanto riguarda le operazioni di volo, in contrasto con un tradizionale Combined Air Operations Center (CAOCs) / AWACS a base di hub-and-spoke sistema, con gli AWACS in qualità di hub centrale spingendo fuori il targeting e di avviso dei dati, in un sistema basato su F-35 i JSFs diventerebbe estensioni furtive disperse del CAOC, diffondono informazioni e generando comunicazioni orizzontali per mezzi aerei, rendendo la funzione di sistema come una rete veramente decentrata.²⁶

Con riferimento alle operazioni congiunte, l'integrazione del F-35 in strutture di forze aeree è considerato annunciando un passaggio da quello che potrebbe essere definito un "template appoggio aereo" ad un diverso aereo attivata una, centrata su uso non cinetica questo aereo 5a generazione.²⁷ Grazie ai suoi pacchetti di sensori e di comunicazione e le sue capacità di fusione, il JSF possono evolvere da un ruolo "operatore sub-elemento" ad un nodo di comando e controllo parziale (C2) in un sistema di gestione di battaglia distribuito, supporto decisionale d'aria, terreno e elementi di comando marittime, e rimodellando in questo modo l'intera architettura C2. Infatti, non solo C2, ma di comando, controllo, comunicazioni, computer (C4) e la sorveglianza di intelligence e ricognizione (ISR) potrebbero, attraverso l'integrazione del F-35, essere rimodellati in C4 e iSRD, con decisionale (D) in realtà condiviso in tutto il campo di battaglia.²⁸

Questo senza alcun pregiudizio per la possibilità di avere a disposizione delle aree di destinazione nel corso Lightning II a "sparare ultimo", colpendo obiettivi residue sul campo di battaglia.

Il dibattito su F-35 CONOPS così evoluto attraverso due scuole di pensiero. Il pensiero iniziale "minimalista" rimase molto vicino al concetto originale di guida del programma JSF, vedendo l'F-35 come un caccia tattico estremamente avanzato, una "punta di lancia" in grado di generare un salto di qualità nella conduzione delle operazioni di volo

Sfide e opportunità, Lincoln, Potomac Books, 2014, p. 201-215; Michael W. Wynne, " 'rinormalizzazione' il vantaggio asimmetrico in Air Dominance: andare in guerra con l'Air Force che hai", in *Seconda linea di difesa relazioni speciali*, Ottobre 2010 <https://sldinfo.com/wp-content/uploads/2010/11/Wynne-Special-Report.pdf>.

²⁵ David A. Deptula, "evoluzione delle tecnologie e guerra nel 21 ° secolo: Introdurre l' 'combattimento Cloud'", in *Mitchell Policy Papers*, Vol. 4 (settembre 2016), p. 7, [http://www.mitchellaerospacepower.org/single-post/2018/08/20/Evolving-Technologies-and-Warfare-in-the21st-Century-Introducing-the-\"Combat-Cloud\"](http://www.mitchellaerospacepower.org/single-post/2018/08/20/Evolving-Technologies-and-Warfare-in-the21st-Century-Introducing-the-\).

²⁶ Robbin F. Laird e Edward T. Timperlake, "L'F-35 e il futuro del potere di proiezione", in

Joint Force Quarterly, No. 66 (luglio 2012), p. 85-93, https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/jfq/jfq-66/jfq-66_85-93_Laird-Timperlake.pdf; Gilmery Michael Hostage e Larry R. Broadwell, "Resilient Comando e Controllo: la necessità di Distributed Control", in *Joint Force Quarterly*, No. 74 (luglio 2014), p. 38-43, <https://ndupress.ndu.edu/JFQ/Joint-Force-Quarterly-74/Article/577526>.

²⁷ Jeff Harrigan e Max Marosko, "Quinta generazione di combattimento aereo: Mantenere il vantaggio Joint Force", in *Il Forum Mitchell*, No. 6 (luglio 2016), p. 6, <http://www.mitchellaerospacepower.org/singolo-post/2016/06/07/quinta-generazione-Air-combattimento-mantenimento-the-Joint-Force-Advantage>.

²⁸ Robbin F. Laird et al., "Abilitazione Tre Guerrieri Dimensionali", in *Tre Guerrieri dimensionali. I ruoli del Osprey e l'F-35B*, Arlington, SLD, 2009, p. 36-49; Robbin F. Laird, "una chiave Foundational Elemento per il 'Re-Norming': L'F-35 Combat System Enterprise", in seconda linea di difesa, "Rinormalizzazione" *Air Operations*, Arlington, SLD, 2012, p. 60-62, <https://www.sldinfo.com/wp-content/uploads/2011/02/Re-Norming-Air-Operations.pdf>.

soprattutto operando in piccole formazioni indipendenti. Successivamente, una scuola "massimalista" del pensiero emerse, che prevedeva l'F-35 come C2 e situazione nodo consapevolezza dispersa consentendo networkcentric, distribuito e operazioni aeree crossfunction e congiunte. Quest'ultima scuola di pensiero è stato guadagnando un ampio sostegno tra le forze armate dei partner del programma e molto probabilmente guidare i presenti e future decisioni circa l'integrazione del velivolo.

3. Integrare gli F-35: requisiti tecnologici e di armi sistemi

L'adozione di tecnologia militare innovazioni genera infrastrutturale requisiti in termini di: logistica, comunicazione e sistemi d'arma.²⁹

In termini di logistica, integrando l'F-35 sarebbero molto impegnative. Da un lato, come già detto, le origini concettuali dei decenni risalgono Lightning II, prima di vasti sistemi di difesa aerea integrata messo un premio sulla necessità di espandere la portata del velivolo in ambienti contestati, così come prima di un decennio di controterrorismo e controinsurrezione ha sottolineato l'importanza di "persistenza" nel trovare, di fissaggio, il **monitoraggio, il targeting e gli obiettivi coinvolgenti nello spazio aereo permissiva**.³⁰ **Le limitazioni del payload** combustibile F-35 rispetto agli aeromobili attacco dimensioni simili, in particolare in configurazione furtiva, quindi generano esigenze significative in termini di portata e persistenza. Questi, a loro volta, sono ulteriormente aggravati dalle esigenze apportati dalla occupazione del velivolo come nodo C2 come previsto da CONOPS emergenti.³¹

Come conseguenza, l'integrazione dei Lightning II comporterà la fornitura di molteplici (ed eventualmente mobili) **armamento avanti ei punti di rifornimento per fornire profondità strategica e persistenza operativa**.³² **Per i paesi della NATO partecipano al programma**,³³ **ciò non rappresenta un problema in termini di strutture navali e terrestri**; ancora, metterà lo stress pesante sulla forza petroliera. Secondo uno studio congiunto Air Power Competence Center, l'Alleanza è già caratterizzato da uno squilibrio tra il numero di ricevere aerei contro le navi cisterna, causata dal numero in costante diminuzione delle petroliere fornite dagli Stati membri. Sebbene

²⁹ Andrea Gilli e Mauro Gilli, "la diffusione di Drone Warfare? Industriali, organizzativi e infrastrutturali Vincoli", in *Gli studi sulla sicurezza*, Vol. 25, No. 1 (2016), p. 50-84.

³⁰ Gregory D. Knepper, "Accesso assicurato: Affrontare Air Power Reach, persistenza e alimentando Limitazioni per Permissive impugnata e Air Operations", in *Rapporti Brookings*, Settembre 2014, pag. 1, <http://brook.gs/2bk4COv>.

³¹ Mark Gunzinger et al., *Air Force per un periodo di grande Competition*, Washington, Center for Strategic e valutazioni di bilancio (CSBA), 2019, <https://csbaonline.org/research/publications/un-aria-forza-per-un-era-di-grande-potere-concorso/publicazione/1>.

³² Robert C. Owen, "Distributed Stovl operazioni e Air-Mobility Support: Affrontare la mancata corrispondenza tra le esigenze e capacità", in *Naval War College Review*, Vol. 69, No. 4 (autunno 2016), p. 31-48, <https://digital-commons.usnwc.edu/nwc-review/vol69/iss4/6>.

³³ Questi sono, oltre gli Stati Uniti e l'Italia: Canada, Danimarca, Paesi Bassi, Norvegia, Turchia e Regno Unito.

l'introduzione di aeromobili 5a generazione richiede una diminuzione del numero complessivo di caccia capaci di aria-aria rifornimento, il loro impiego per missioni gamma / resistenza lunghi genererà più requisiti di carburante, e quindi più bisogno di aria-aria rifornimento supporto. Questo aumenterà ulteriormente alla luce del tasso sortie superiore previsto per aeromobile di tutti e tre varianti del F-35. ³⁴

Sfruttando senza precedenti "sensing" capacità del F-35 Lightning II, e l'assegnazione come un nodo di C2 come l'aereo entra in servizio negli anni 2020, comporta la possibilità di condividere la sua fuse sensore multi-dominio consapevolezza della situazione con velivoli legacy (come pure come con a terra e le attività marittime). Per i paesi NATO, questo a sua volta richiede notevoli miglioramenti nei processi di scambio di dati tra le varie architetture datalink, principalmente quello del Typhoon e il MQ-9 Reaper, il più diffuso veicoli aerei senza pilota tra i partner europei del programma F-35. ³⁵

F-35 sono stati progettati per collaborare in primo luogo uno con l'altro (fino a quattro) attraverso il furtivo, altamente automatizzato e integrato multifunzione Advanced Data Link (MADL) rete di comunicazione tattico. Il Lightning II è dotato anche l'attuale standard NATO di aerei da combattimento 4 ° generazione, tra cui il Typhoon, il Joint Distribution Tactical System Information / Tactical Data Link informazione, comunemente indicato come Link 16. ³⁶ Ci sono, tuttavia, due problemi impiegando Link 16 per le comunicazioni tra l'F-35 e Typhoon: Link 16 è limitata in termini di larghezza di banda e rilevabilità. ³⁷ Escludendo l'eventualità improbabile della esportazione della tecnologia MADL Uniti per l'uso su piattaforme foreignbuilt, questo requisito di connettività può essere soddisfatta in due modi. La prima, piuttosto costoso, modo è quello di dotare il Typhoon con un gateway che consente l'interoperabilità delle piattaforme aeree che operano su reti di collegamento dati incompatibili. Questo sarebbe il campo di battaglia Airborne Communications Node, una alta quota di gateway aerea operativa dal 2008 che si traduce tra le reti di data link tattici, consente l'estensione gamma comune, al di là-line-of connettività vista e lo scambio di dati basata su IP. ³⁸ Il secondo è tattico che tecnico. F-35 operanti in modalità stealth passerebbero informazioni attraverso direzionale "catena" di MADL e

³⁴ Joint Air Power Competence Center (JAPCC), *Air-to-Air Refuelling Piano di volo: una valutazione*, Kalkar, JAPCC, Febbraio 2011, pag. 12-13, <https://www.japcc.org/portfolio/air-to-air-refuelling-flight-plan>.

³⁵ JAPCC, *Air Warfare comunicazioni in un ambiente di rete: un'analisi interdisciplinare*, Kalkar, JAPCC, luglio 2017, p. 8, <https://www.japcc.org/portfolio/air-warfare-communication-in-anetworked-environment>.

³⁶ Daniel Akers (ed.), *Capire Voce e Data Link Networking. Guida di Northrop Grumman per rendere sicuro il Tactical Data Link*, San Diego, Northrop Grumman Corporation, dicembre 2014, p. 2-3, [https://www.northropgrumman.com/Capabilities/DataLinkProcessingAndManagement/Documents/Understanding_Voice + Data_Link_Networking.pdf](https://www.northropgrumman.com/Capabilities/DataLinkProcessingAndManagement/Documents/Understanding_Voice_Data_Link_Networking.pdf).

³⁷ Nick Zazulia, "F-35: E 'la Trillion Dollar-Fighter Infine vale la pena?", In *Avionics internazionale*, AugustSeptember 2018, <http://interactive.aviationtoday.com/avionicsmagazine/august-september-2018/f35-is-the-trillion-dollar-fighter-finally-worth-it>.

³⁸ Justin Bronk, "Valore massimo dalla F-35. Funzionalità Sfruttare trasformatore di quinta generazione per il Regno Unito militari", in *Rapporti Whitehall*, No. 1-16 (febbraio 2016), p. 5, <https://rusi.org/nodo/15481>.

il più lontano JSF dal bordo del combattimento avrebbe ritrasceso i dati in forma d'onda Link 16 per piattaforme legacy.

E 'stato sottolineato come i limiti del F-35 in termini di letalità in collaborazione con la "sparare ultimo" approccio previsto da CONOPS emergenti richiedono la capacità di impiegare velivoli generazione 4 ° o veicoli aerei senza equipaggio come potenza di fuoco funzionale "peso buttare".³⁹ Nel caso dei paesi NATO ciò equivale con basandosi sul Eurofighter per il nucleo del loro potere combattere fino almeno al 2030.

Mietitrebbie Typhoon variare e payload armi pesanti, con un carico massimo di esercizio di quattro bombe, sei missili e tre serbatoi esterni, e ha anche un alto tasso sortie generazione; attualmente soffre però di un gap significativo che potrebbe influire negativamente sull'integrazione F-35. Come Bronk ha sottolineato, resta fondamentale dotare l'aeromobile con il CAPTOR-E AESA o radar "E-Scan". L'attuale CAPTOR-M adempie di fatto piuttosto male nel lungo raggio riconoscimento minaccia non cooperativo ed è in grado di identificare positivamente aeromobili rilevati a lungo raggio (circa 65 km). Ciò significa che senza informazioni sugli obiettivi alimentati attraverso Link 16, Eurofighter non può utilizzare missili BVR come l'AMRAAM e Meteor che uso radar per monitorare bersagli.⁴⁰ Nel novembre 2014 i partner del Typhoon hanno concordato l'integrazione sulla piattaforma della CAPTOR-E come una priorità. Al momento della scrittura, però, nonostante la sua disponibilità nessuna delle quattro nazioni partner Eurofighter (Germania, Italia, Spagna e Regno Unito) si è ancora deciso di ordinarlo.⁴¹ Ciò è particolarmente problematico alla luce della notevole gamma situazione di stallo che on-furtività aerei d'attacco come il tifone dovrebbe mantenere in relazione alle aree di sistemi di difesa integrata per le operazioni della NATO potenziali contro la Russia.⁴²

Per quanto riguarda i veicoli aerei senza equipaggio, mentre tecnologicamente fattibile e relativamente conveniente in ambiente operativo permissiva, il loro uso in ambienti contestate e fortemente contestata genera eccessivamente esigenti requisiti. In realtà, le notevoli armi e requisiti di sistemi difensivi carico utile associati al loro rapporto di lavoro aumenterebbero notevolmente le loro dimensioni e costo unitario.⁴³

Questo breve esame rende quindi chiaro non solo che i requisiti per l'adozione della F-35 sono cambiate notevolmente alla luce del nuovo paradigma operativo emergente, ma anche che, di conseguenza, essi sono diventati molto più interessante.

³⁹ John DW Corley, "Una conversazione con il generale Corley sul futuro di Air Power", in

Seconda linea di difesa relazioni speciali, Settembre 2010 <https://www.sldinfo.com/wp-content/uploads/2010/09/Conversazione-con-generale-Corley-Speciale-Report.pdf>.

⁴⁰ Justin Bronk, "Combat Massimizzare europea Air Power. Sbloccare il potenziale completo del Eurofighter", in *Rapporti Whitehall*, No. 1-15 (aprile 2015), p. 7, 9, <https://rusi.org/node/14907>.

⁴¹ Giovanni de Briganti, "Looks Eurofighter per futuri miglioramenti Ma AESA radar Lags", in *Defence & Aerospace*, 20 giugno 2019, <https://www.defense-aerospace.com/articles-view/feature/5/203668/AESA-radar-ancora-manca-as-Eurofighter-sembra-to-futuro-improvements.html>.

⁴² Mark Gunzinger et al., *Air Force per un periodo di grande Competition*, cit., p. 42, 63.

⁴³ Ibid., P. 85-86.

Conclusione: L'integrazione del F-35 nelle forze armate italiane

L'esame delle tecnologie F-35, i dibattiti emergenti CONOPS, e le potenziali esigenze di integrazione del velivolo in strutture dell'aeronautica 4 ° generazione, suggerisce che l'innovazione militare moderna comporta un processo molto meno lineare e sequenziale di quanto spesso ritratta - un processo in che fattori materiali e ideazionale influenzano continuamente l'altro attraverso rapporti di reazione complessi. Riflettendo la crescente complessità dei sistemi d'arma e l'importanza crescente del software,⁴⁴ innovazione militare moderna è quindi meglio compreso in una prospettiva sistemica: idee forma obiettivi e scelte di materiali, l'impostazione della traiettoria tecnologica dei sistemi d'arma; e condizioni materiali ed esigenze tecnologiche di idee di forma loro volta, le tattiche e le procedure. Relativamente a questa conclusione i risultati più ampi della recente letteratura sull'innovazione militare suggerisce che tale dinamica rappresenterà sempre più la norma, qualcosa che ha, a sua volta, implicazioni significative per il presente e il futuro dei processi di acquisizione di difesa, spingendo la necessità di più " agilità".⁴⁵

Nonostante i vincoli di bilancio e il breve lasso di tempo che caratterizza processo di pianificazione della difesa in Italia,⁴⁶ le forze armate hanno, in generale, gestito con successo le sfide di integrazione del F-35. L'Italia è stata il secondo partner del programma, dopo gli Stati Uniti, di dichiarare capacità operativa iniziale per l'aeromobile; ha cominciato presto a pensare attraverso le implicazioni operative della sua introduzione, e con successo affrontato molti dei requisiti derivanti dall'integrazione di Lightning II nella struttura delle forze. Più in particolare, l'Italia ha compiuto progressi con i programmi software Typhoon, fusione sensoriale e le armi di integrazione, attraverso l'aggiornamento 2018 P1Eb, nonché avviando di integrare le bombe Paveway IV e missili Storm Shadow.⁴⁷ Eppure, secondo le fonti disponibili i processi di acquisizione della difesa relative all'integrazione del F-35 sono stati piuttosto frammentario, a volte lento, ea quanto pare hanno anche avuto una piuttosto ristretta tecnica. Questo sembra, almeno in una certa misura, riconducibili alla organizzazione e funzionamento del processo di acquisizione difesa, che in Italia è particolarmente complesso, con più linee sovrapposte di approvvigionamento (bilaterale, multilaterale e UE).⁴⁸

⁴⁴ J. Michael McQuade e Richard M. Murray (a cura di), *Software non è mai fatto. Refactoring del codice di acquisizione per un vantaggio competitivo*, Washington, Difesa Innovazione Consiglio 3 maggio 2019, <https://innovation.defense.gov/software>.

⁴⁵ Andrew D. James, "Tecnologie e la capacità militare emergenti", in Richard A. Bitzinger (ed.), *Emerging Technologies critiche e la sicurezza nella regione Asia-Pacifico*, Basingstoke / New York, Palgrave Macmillan, 2016, p. 11.

⁴⁶ Vincenzo Camporini, "Vieni Pianifica la Difesa", in *Informazioni della Difesa*, No. 6 (2008), p. 8-12, http://www.difesa.it/InformazioniDellaDifesa/periodico/IIIPeriodico_AnniPrecedenti/Documents/Come_pianifica_la_Difesa.pdf.

⁴⁷ Justin Bronk, "Combat Massimizzare European Air Power", cit., 7, 13, 19, 20.

⁴⁸ Guido Tatone, *La Recente Evoluzione del Settore del appalti pubblici della difesa: i Vantaggi della Costituzione di un Mercato Unico Europeo nel Settore degli Armamenti*, Roma, Centro Militare di Studi Strategici (CeMiSS), 2018, p. 117-119, http://www.difesa.it/SMD/CASD/IM/CeMiSS/Pubblicazioni/Ricerche/Pagine/Ricerca_Tatone.aspx.

Il Segretariato Generale della Difesa / Direzione Nazionale degli Armamenti (SGD / DNA) è l'organizzazione con il compito di guidare e gestire il processo di sistemi d'arma approvvigionamento e lo sviluppo e / o l'acquisizione di attrezzature e tecnologie correlate. E 'caratterizzato da un notevole grado di specializzazione organizzativa, con il Dipartimento di terze responsabile delle relazioni con le imprese private che operano settore della difesa, il 4 ° Dipartimento vigilanza e controllo dei programmi multinazionali, mentre coordinandole con quelle nazionali, per evitare sovrapposizioni, e il 5 ° Dipartimento sviluppo della base di conoscenze di difesa per garantire la fattibilità **di programmi attuali e futuri.** ⁴⁹ **Le attività dei tre dipartimenti sono coordinati in alto dal Vice Direttore Nazionale degli Armamenti, ma non ci sono entità interdipartimentali stabili a livelli più bassi che riuniscono i vari segmenti del processo di acquisizione.** manca è anche un meccanismo di coordinamento strutturato tra lo SGD / DNA e Centro per la difesa l'innovazione, la principale organizzazione all'interno dello staff generale con il compito di innovazioni **concettuali nelle forze armate.** ⁵⁰ **Le direzioni speciali creati per supervisionare programmi di approvvigionamento** altamente complessi, come ad esempio la Forza NEC e il JSF, sembrano per la loro parte per essere quasi occupa esclusivamente di questioni tecniche. Ultimo ma non meno importante, il modello standard appalti pubblici della difesa è un incrementale "unico passaggio a piena capacità" uno in cui un unico, lunghissimo sforzo è intrapresa per raggiungere un primo set-definito di capacità sulla base di sistemi e tecnologie identificate all'inizio del programma. ⁵¹

Questo modello di acquisizione prevede stabilità e un certo grado di flessibilità tecnica, ma la dinamica del moderno processo di innovazione militare identificato in questo documento mandato di un approccio diverso e più agile. Ciò che è richiesto è quello di progettare strutture e processi in grado di garantire la stabilità e la flessibilità sia dal punto di vista tecnico e concettuale. Questi a loro volta permetterebbero la creazione difesa rapidamente fornire una capacità di base "soglia", che è utile sul piano operativo, e successivamente costruire su questo per fornire più capacità, avvicinandosi alla piena obiettivo originariamente previsto, allo stesso tempo tenere traccia di possibile alternativa evolutiva traiettorie in impiego operativo di un sistema d'arma, e le esigenze tecnologiche relative.

Ciò può essere ottenuto attraverso due tipi di cambiamento del modello di approvvigionamento difesa italiana. In primo luogo, è necessario un cambiamento strutturale. Alla luce del continuo feedback tra hardware e software che caratterizza il processo di innovazione, la creazione di un meccanismo congiunto permanente e strutturato tra lo SGD / DNA e Centro per la Difesa Innovation, affidata analizzare l'evoluzione

⁴⁹ Vedere sito del Ministero delle Difesa italiano: *Stato Maggiore della Difesa*, https://www.difesa.it/EN/SMD/Pagine/The_Defence_General_Staff.aspx.

⁵⁰ Vedere sito del Ministero delle Difesa italiano: *Centro Innovazione della Difesa*, https://www.difesa.it/SMD/Staff/Reperti/III/CID/Pagine/Centro_Innovazione_Difesa.aspx.

⁵¹ Vedere il Capitolo 5 nella Ministero della Difesa italiano, *Rapporto annuale SGD / DNA 2007 / SGD / DNA Annual Report 2007*, Roma, Ministero della Difesa, gennaio 2008, pag. 50-65, [http://web.archive.org/web/20.170.621,224706 millions / https://www.difesa.it/Content/Pubblicistica/Documents/8377_art5.pdf](http://web.archive.org/web/20.170.621,224706%20millions/https://www.difesa.it/Content/Pubblicistica/Documents/8377_art5.pdf).

programmi di difesa in termini di hardware in combinazione con dibattiti circa CONOPS, tattiche e procedure, è consigliabile.

Un secondo cambiamento che potrebbe migliorare il processo di acquisizione riguarderebbe il più esteso impiego di modelli evolutivi di acquisizione, come l'approccio "a spirale" originariamente introdotto all'inizio del programma **Forza NEC alcuni anni fa.**⁵² **Simile a una raccolta di sovrapposizione parallela ma sottoprogrammi strettamente** interconnessi, ciascuno in una diversa fase del processo di acquisizione, il modello a spirale assume che le principali caratteristiche tecnologiche e concettuale di un programma emergono e vengono definiti attraverso la sperimentazione. Tale strategia intende a prova di collaudo tecnologie, ridurre i rischi tecnologici, incorporando il feedback iterativo dagli utenti e, soprattutto, riducendo il tempo tra l'individuazione di nuove esigenze operative e la messa in campo di apparecchiature operativamente utile per far fronte a queste esigenze. Opportunamente implementato, il modello a spirale si adatta meglio le dinamiche di innovazione militari contemporanea.⁵³

Nell'ambiente operativo corrente, agilità nell'approvvigionamento sarà il presupposto per l'innovazione tempestivo.

Aggiornato 9 gen 2020

⁵² Michele Nones e Alessandro Marrone (eds), *La trasformazione delle Forze Armate: il NEC Programma di Forza*, Roma, Nuova Cultura, 2012, p. 38-40, <https://www.iai.it/en/node/1387>.

⁵³ Mark A. Lorell, Julia F. Lowell e Obaid Younossi, *Evolutionary acquisizione Problemi di attuazione per la Difesa Spazio programmi*, Santa Monica, RAND, 2006 <https://www.rand.org/pubs/monografie/MG431.html>.

Riferimenti

Dima Adamsky, *La cultura del militare innovazione. L'impatto dei fattori culturali sulla rivoluzione negli affari militari in Russia, gli Stati Uniti e Israele*, Stanford, Stanford University Press, 2010

Daniel Akers (ed.), *Capire Voce e Data Link Networking. Guida di Northrop Grumman per rendere sicuro il Tactical Data Link*, San Diego, Northrop Grumman Corporation, dicembre 2014,
https://www.northropgrumman.com/Capabilities/DataLinkProcessingAndManagement/Documents/Understanding_Voice + Data_Link_Networking.pdf

Andrew Bennett e Jeffrey T. Checkel, "Processo Tracing: dalle radici filosofiche di Best Practices", in Andrew Bennett e Jeffrey T. Checkel (a cura di), *Processo-Tracing. Dalla metafora per Analytic Tool*, Cambridge, Cambridge University Press, 2015,
p. 3-10, https://assets.cambridge.org/97811070/44524/excerpt/9781107044524_excerpt.pdf

Justin Bronk, "Combat Massimizzare europea Air Power. Sbloccare il potenziale completo del Eurofighter", in *Rapporti Whitehall*, No. 1-15 (aprile 2015), <https://rusi.org/node/14907>

Justin Bronk, "Valore massimo dalla F-35. Funzionalità Sfruttare trasformativa di quinta generazione per il Regno Unito militari", in *Rapporti Whitehall*, No. 1-16 (febbraio 2016), <https://rusi.org/node/15481>

Vincenzo Camporini, "Vieni Pianifica la Difesa", in *Informazioni della Difesa*, No. 6 (2008), p. 8-12, http://www.difesa.it/InformazioniDellaDifesa/periodico/IIPeriodico_AnniPrecedenti/Documents/Come_pianifica_la_Difesa.pdf

Bert Chapman, *Global Defense Procurement e l'F-35 Joint Strike Fighter*, Cham, Palgrave Macmillan, 2019, p. 89-137

John DW Corley, "Una conversazione con il generale Corley sul futuro di Air Power", in *Seconda linea di difesa relazioni speciali*, Settembre 2010 <https://www.sldinfo.com/wp-content/uploads/2010/09/Conversation-with-General-CorleySpecial-Report.pdf>

Giovanni de Briganti, "Looks Eurofighter per futuri miglioramenti Ma AESA radar Lags", in *Defence & Aerospace*, 20 giugno 2019, <https://www.defence-aerospace.com/articoli-view/funzione/5/203668/AESA-radar-ancora-manca-as-Eurofighter-guarda-tofuture-improvements.html>

Difesa Science Board (DSB), *Relazione del Defence Science Board Task Force congiunta avanzata sciopero Technology (JAST) Programma*, Washington, Ufficio del sottosegretario alla Difesa per l'acquisizione e la tecnologia, settembre 1994 <https://>

apps.dtic.mil/docs/citations/ADA292094

David A. Deptula, *Il combattimento Cloud: A Vision of 21st Century Warfare*, intervento alla Association of Old Crows, Washington, 1 dicembre 2015, http://media.wix.com/ugd/a2dd91_1550c5f873934b068afa8be3ad4ddd54.pdf

David A. Deptula, "evoluzione delle tecnologie e guerra nel 21 ° secolo: Introdurre l' "combattimento Cloud", in *Mitchell Policy Papers*, Vol. 4 (settembre 2016), <http://www.mitchellaerospacepower.org/single-post/2018/08/20/EvolvingTechnologies-and-Warfare-in-the-21st-Century-Introduci>

Peter Dombrowski e Eugene Gholz, *L'acquisto di trasformazione militare. L'innovazione tecnologica e l'industria della difesa*, New York, Columbia University Press, 2006

Mark Episkopos, "Guardare un F-35 entra in modalità Bestia è terrificante", in *The Buzz*, 14 maggio 2019, <https://nationalinterest.org/node/57392>

Matthew Evangelista, *L'innovazione e la corsa agli armamenti: come gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica lo sviluppo di nuove tecnologie militari*, Ithaca, Cornell University Press, 1988

Brian W. Everstine, "Lockheed Guardando Estendere la F-35 di Gamma, Armi Suite", in *Air Force Magazine*, 17 Giugno 2019, <https://www.airforcemag.com/?p=7929>

Thomas L. Frey et al., *F-35 Informazioni Fusion*, paper presentato alla Aviation Technology 2018, l'integrazione, e la Conferenza Operations, Atlanta, 25-29 giugno 2018

Jeremiah Gertler, "F-35 Joint Strike Fighter (JSF) Programma", in *Rapporti CRS per il Congresso*, No. RL30563 (23 aprile 2018), <https://fas.org/sgp/crs/weapons/RL30563>. PDF

Andrea Gilli e Mauro Gilli, "la diffusione di Drone Warfare? Industriali, organizzativi e infrastrutturali Vincoli", in *Gli studi sulla sicurezza*, Vol. 25, No. 1 (2016), p. 50-84

Colin S. Gray, "La tecnologia come una dinamica di trasformazione della difesa", in *Studi per la Difesa*, Vol. 6, n ° 1 (marzo 2006), p. 26-51

George M. Gross, "La nuova generazione di concetti operativi", in *Piccole guerre Journal*, 8 gennaio 2016, <https://smallwarsjournal.com/node/36753>

Mark Gunzinger et al., *Air Force per un periodo di grande Competition*, Washington, Center for Strategic e valutazioni di bilancio (CSBA), 2019, <https://csbaonline.org/ricerca/pubblicazioni/un-air-force-per-un-era-di-grande-potere-concorso/pubblicazione/1>

Jeff Harrigan e Max Marosko, "Quinta generazione di combattimento aereo: Mantenere il vantaggio Joint Force", in *Il Forum Mitchell*, No. 6 (luglio 2016), <http://www.mitchellaerospacepower.org/single-post/2016/06/07/Fifth-Generation-AirCombat-Maintaining-the-Joint-Force-Advantage>

Gilmary Michael Hostage e Larry R. Broadwell, "Resilient Comando e Controllo: la necessità di Distributed Control", in *Joint Force Quarterly*, No. 74 (luglio 2014), p. 38-43, <https://ndupress.ndu.edu/JFQ/Joint-Force-Quarterly-74/Article/577526>

Ministero della Difesa italiano, *Rapporto annuale SGD / DNA 2007 / SGD / DNA Annual Report 2007*, Roma, Ministero della Difesa, gennaio 2008, http://web.archive.org/web/20170621224706/https://www.difesa.it/Content/Pubblicistica/Documenti/8377_art5.pdf

Andrew D. James, "Tecnologie emergenti e la capacità militare", in Richard A. Bitzinger (ed.), *Emerging Technologies critiche e la sicurezza nella regione Asia-Pacifico*, Basingstoke / New York, Palgrave Macmillan, 2016, p. 6-21

VeraLinn Jamieson e Maurizio Calabrese, "Un ISR prospettiva su Fusion Warfare", in *Il Forum Mitchell*, No. 1 (ottobre 2015), <http://www.mitchellaerospacepower.org/singolo-post/2015/10/22/An-ISR-prospettiva-on-Fusion-bellici>

Joint Air Power Competence Center (JAPCC), *Air-to-Air Refuelling Piano di volo: una valutazione*, Kalkar, JAPCC, Febbraio 2011, <https://www.japcc.org/portfolio/airto-air-refuelling-flight-plan>

Joint Air Power Competence Center (JAPCC), *Air Warfare comunicazioni in un ambiente di rete: un'analisi interdisciplinare*, Kalkar, JAPCC, Luglio 2017, <https://www.japcc.org/portfolio/air-warfare-communication-in-a-networkedenvironment>

Dan Katz, "Il 'Magic' Dietro radar-assorbenti Materiali per furtivo Aircraft", in *Aviation Week & Space Technology*, 28 Ottobre 2016

Gregory D. Knepper, "Accesso assicurato: Affrontare Air Power Reach, persistenza e alimentando Limitazioni per Permissive impugnata e Air Operations", in *Rapporti Brookings*, Settembre 2014, <http://brook.gs/2bk4COv>

Carlo Kopp, "Valutare le capacità Joint Strike Fighter Difesa Penetrazione", in *Air Power in Australia analisi*, No. 2009-01 (7 gennaio 2009), <https://www.ausairpower.net/Net-APA-2009-01.html>

Robbin F. Laird, "A 21 ° secolo Concetto dell'Aria e delle operazioni militari", in *Difesa Horizons*, No. 66 (marzo 2009), <https://ndupress.ndu.edu/Media/News/articolo/1.006.309>

Robbin F. Laird, "Embrace la rivoluzione Air-Power", in *Defense News*, 21 febbraio 2011, <https://sldinfo.com/2011/02/embrace-the-air-power-revolution>

Robbin F. Laird, "una chiave Foundational Elemento per il 'Re-Norming': L'F-35 Combat System Enterprise", in seconda linea di difesa, "*Re-Norming*" *Air Operations*, Arlington, SLD, 2012, p. 60-62, <https://www.sldinfo.com/wp-content/uploads/2011/02/Re-Norming-Air-Operations.pdf>

Robbin F. Laird e Edward T. Timperlake, "L'F-35 e il futuro del potere di proiezione", in *Joint Force Quarterly*, No. 66 (luglio 2012), p. 85-93, https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/jfq/jfq-66/jfq-66_85-93_Laird-Timperlake.pdf

Robbin F. Laird et al., "Abilitazione Tre Guerrieri Dimensional", in *Tre Guerrieri dimensionali. I ruoli del Osprey e l'F-35B*, Arlington, seconda linea di difesa, 2009, p. 36-49

Peter Layton, "quinta generazione Air Warfare", in *Australiano Defence Force Journal*, No. 204 (2018), p. 23-32, https://defence.gov.au/ADC/ADFJ/Documents/issue_204/ADFJournal204_web.pdf

Greg Limoni et al., *F-35 Mission Systems Design, sviluppo, e verifica*, paper presentato alla Aviation Technology 2018, l'integrazione, e la Conferenza Operations, Atlanta, 25-29 giugno 2018

Jack S. Levy, "Case Studies: tipi, disegni, e le logiche di inferenza", in *Gestione dei conflitti e della Scienza della Pace*, Vol. 25, No. 1 (marzo 2008), p. 1-18

Lockheed Martin, *F-35 Lightning II Programma di stato e di fatti veloci*, 17 aprile 2019, <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/aero/documents/F-35/F-35%20Fast%20Facts%20April%202019.pdf>

Mark A. Lorell, Julia F. Lowell e Obaid Younossi, *Evolutionary acquisizione Problemi di attuazione per la Difesa Spazio programmi*, Santa Monica, RAND, 2006 <https://www.rand.org/pubs/monographs/MG431.html>

J. Michael McQuade e Richard M. Murray (a cura di), *Software non è mai fatto. Refactoring del codice di acquisizione per un vantaggio competitivo*, Washington, Difesa Innovazione Consiglio 3 maggio 2019, <https://innovation.defense.gov/software>

Aaron Mehta, "Boeing Posizioni F-15 come F-22 Supplement", in *Defense News*, 15 settembre 2015, <https://www.defensenews.com/digital-show-dailies/afa-airspace/2015/09/15/boeing-positions-f-15-as-f-22-supplement>

Michele Nones e Alessandro Marrone (eds), *La trasformazione delle Forze Armate: il NEC Programma di Forza*, Roma, Nuova Cultura, 2012, <https://www.iai.it/it/node/1387>

Robert C. Owen, "Distributed Stovl operazioni e Air-Mobility Support: Affrontare la mancata corrispondenza tra le esigenze e capacità", in *Naval War College Review*, Vol. 69, No. 4 (autunno 2016), p. 31-48, <https://digital-commons.usnwc.edu/nwc-review/vol69/iss4/6>

Michael Peck, "L'F-35 appena diventato un Carrier Missile", in *The Buzz*, 7 maggio 2019, <https://nationalinterest.org/node/56267>

Garrett Reim, "Analisi: F-35 di Successivo motore di raggiungere Per una maggior portata", in *Flightglobal*, 6 agosto 2019, <https://www.flightglobal.com/analysis/analysis-f35s-next-engine-to-reach-for-more-range/133651.article>

Andrew L. Ross, "On Military Innovazione: verso un quadro analitico", in *SITC Policy Briefs*, No. 1 (settembre 2010), <https://escholarship.org/uc/item/3d0795p8>

Seconda linea di difesa (SLD), "L'F-35 di bassa osservabilità: sostenibilità permanente", in *"Re-Norming" Air Operations*, Arlington, seconda linea di difesa, 2012, p. 66-71, <https://www.sldinfo.com/wp-content/uploads/2011/02/Re-Norming-AirOperations.pdf>

Guido Tatone, *La Recente Evoluzione del Settore del appalti pubblici della difesa: i Vantaggi della Costituzione di un Mercato Unico Europeo nel Settore degli Armamenti*, Roma, Centro Militare di Studi Strategici (CeMiSS), 2018, p. 117-119, http://www.difesa.it/SMD_/CASD/IM/CeMiSS/Pubblicazioni/Ricerche/Pagine/Ricerca_Tatone.aspx

Segretario della Difesa statunitense, *Selezionata Rapporto Acquisition (SAR): F-35 Lightning II Joint Strike Fighter (JSF) Programma (F-35)*, Dicembre 2018 https://www.esd.whs.mil/Portali/54/Documents/FOID/1%20Room/Selected_Acquisition_Rapporti/19-F-1098_DOC_33_F-35_SAR_Dec_2018.pdf

Martin van Creveld, "si avvicina la fine?", In Giovanni Andreas Olsen (ed.), *Potere aereo europeo. Sfide e opportunità*, Lincoln, Potomac Books, 2014, p. 201-215

Michael W. Wynne, "'Re-norming' il vantaggio asimmetrico in Air Dominance: andare in guerra con l'Air Force che hai", in *Seconda linea di difesa relazioni speciali*, Ottobre 2010 <https://sldinfo.com/wp-content/uploads/2010/11/WynneSpecial-Report.pdf>

Nick Zazulia, "F-35: E 'la Trillion Dollar-Fighter Infine vale la pena?", In *Avionics internazionale*, Agosto-Settembre 2018, <http://interactive.aviationtoday.com/avionicsmagazine/Agosto-Settembre-2018/f-35-è-il-trilioni-di-dollari-fighterfinally-worth-it>

Konstantinos Zikidis, Alessio Skondras e Charisios Tokas, "Principi basso osservabili, Cautela aeromobili e Anti-Stealth Technologies", nel *Journal of I calcoli e modellazione*, Vol. 4, No. 1 (2014), p. 129-165, <https://www.sciencpress.com/download.asp?ID=1040>

Istituto Affari Internazionali (IAI)

L'Istituto Affari Internazionali (IAI) è un think tank privato indipendente senza scopo di lucro, fondata nel 1965 su iniziativa di Altiero Spinelli. IAI mira a promuovere la conoscenza della politica internazionale e di contribuire al progresso di integrazione europea e la cooperazione multilaterale. Il suo obiettivo abbraccia temi di rilevanza strategica come l'integrazione europea, la sicurezza e la difesa, economia internazionale e la governance globale, l'energia, il clima e la politica estera italiana; così come le dinamiche di cooperazione e conflitto nelle principali regioni geografiche come il Mediterraneo e il Medio Oriente, l'Asia, l'Eurasia, Africa e nelle Americhe. IAI pubblica una trimestrale in lingua inglese (*The International Spectator*),

un webzine online (*AffariInternazionali*), tre serie di libri (*Della politica globale e la sicurezza*, *Quaderni IAI* e *Studi di ricerca IAI*) e la serie alcune carte relative a progetti di ricerca IAI (*Documenti IAI*, *IAI Papers*, eccetera.).

Via Angelo Brunetti, 9 - I-00186 Roma, Italia T +39 06
3.224.360 F + 39 06 3.224.363

iai@iai.it

www.iai.it

Ultimi IAI CARTE

Direttore: Riccardo Alcaro (r.alcaro@iai.it)

- 20 | 01** Niccolò Petrelli, *Innovazione militari e di difesa di acquisizione: Lezioni dal programma F-35*
- 19 | 27** Sophia KALANTZAKOS, *La geopolitica di Critical Minerals*
- 19 | 26** Lisa Viscidi, *Turmoil in Sud America e l'impatto sulla Mercati energetici*
- 19 | 25** Nathalie Tocci, *Sulla potenza europea*
- 19 | 24** Sinan Ulgen, *A lungo termine Prospettiva sulla NATO e Ordinare Multinational*
- 19 | 23** Chris Alden, *Emerging Powers e Africa: dallo sviluppo alla geopolitica*
- 19 | 22** Nicola Bilotta e Fabrizio Botti, *Bilancia e gli altri: il Future of Digital denaro*
- 19 | 21** Nicolò Sartori e Margherita Bianchi, *Energia nel Mediterraneo e Il Ruolo del Settore privato*
- 19 | 20** Mustafa Ergün Olgun, *Idrocarburi determinerà le Futuro politico di Cipro*
- 19 | 19** Maria Giulia Amadio Viceré, *Il futuro è di nuovo: l'UE, la Russia e la disputa del Kosovo-Serbia*