

# Corso di laurea in Governo, Amministrazione e Politica

Cattedra di Diritto Dell'informazione e Della Comunicazione

## Armi senzienti: il confine tra autonomia e controllo nella guerra del futuro

---

Prof. Maurizio Mensi

---

RELATORE

---

Prof. Pietro Santo Falletta

---

Luca Valentini  
Matr. 654842

---

CORRELATORE

---

CANDIDATO

## Sommario

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>1 LETAL AUTONOMOUS WEAPONS SYSTEMS .....</b>	<b>6</b>
1.1 NOZIONE .....	6
1.2 METODI DI APPLICAZIONE DELL'IA NEI SISTEMI D'ARMA: MACHINE LEARNING E DEEP LEARNING .....	10
1.3 TECNOLOGIE CHIAVE DELLE ARMI AUTONOME LETALI .....	17
<b>2 LE REGOLE .....</b>	<b>21</b>
2.1 LA CONVENZIONE SU ALCUNE ARMI CONVENZIONALE DELLE NAZIONI UNITE E LA RISOLUZIONE 79/L.77 .....	21
2.1.1 LA CONVENZIONE DI GINEVRA .....	24
2.2 CODICI DI CONDOTTA E AUTOREGOLAMENTAZIONE .....	28
2.2.1 DICHIARAZIONE DEL COMITATO INTERNAZIONALE DELLA CROCE ROSSA (CICR) .....	28
2.2.2 IL COINVOLGIMENTO DEL SETTORE TECNOLOGICO CIVILE NELLO SVILUPPO E NELLA REGOLAMENTAZIONE DEI LAWNS .....	33
2.2.3 L'INIZIATIVA "CAMPAIGN TO STOP KILLER ROBOTS" .....	37
2.3 SFIDE E LIMITI DELLA REGOLAMENTAZIONE .....	40
2.3.1 LA MANCANZA DI UN CONSENSO GLOBALE .....	40
2.3.2 IL DILEMMA DEL CONTROLLO UMANO E LA RESPONSABILITÀ GIURIDICA .....	47
2.3.3 IMPLICAZIONI ETICHE .....	53
<b>3 LE APPLICAZIONI MILITARI .....</b>	<b>58</b>
3.1 I SISTEMI D'ARMA RAVVICINATA O A CORTO RAGGIO (CIWS) .....	58
3.2 GLI AEREI DA COMBATTIMENTO SENZA EQUIPAGGIO (UAV) .....	63
3.3 LE MUNIZIONI CIRCUITANTI .....	68
3.4 LA TERZA ETÀ DEI DRONI .....	73
<b>CONCLUSIONE .....</b>	<b>77</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>80</b>

# INTRODUZIONE

L’evoluzione esponenziale dell’intelligenza artificiale ha innescato una profonda trasformazione nel settore militare, aprendo nuovi scenari nello sviluppo e nella diffusione di sistemi d’arma dotati di un’autonomia sempre più sofisticata. Al centro di questa evoluzione, e tra le innovazioni più controverse nel diritto internazionale dei conflitti armati, si trovano i sistemi d’arma letali autonomi (LAWS). I LAWS rappresentano il centro di questa evoluzione e uno delle innovazioni, la quale applicazione, è una delle controversie più dibattute attualmente, il Comitato Internazionale della Croce Rossa li definisce come strumenti in grado di selezionare e attaccare un bersaglio senza alcun intervento umano diretto nelle loro funzioni cruciali. Lo spettro di una crescente sperimentazione in contesti operativi, pone necessariamente, in capo ai LAWS, interrogativi etici e giuridici. La complessità del fenomeno è ulteriormente accentuata dall’assenza di una definizione chiara e condivisa di cosa sia un LAWS e, più in generale, di cosa significhi “autonomia” in questo contesto. Gli Stati e le organizzazioni internazionali forniscono prospettive diverse, ma convergono nell’ identificare tre elementi chiave: il grado di autonomia, che può essere decisionale, legato alla capacità di prendere decisioni indipendenti, o operativo, connesso a processi algoritmici complessi; il processo di selezione del bersaglio, che può avvenire su parametri più o meno ampi, sollevando dubbi sulla prevedibilità e sull’affidabilità dei risultati; e il livello di controllo umano. Proprio quest’ultimo aspetto è al centro del principio di “controllo umano significativo” (*Meaningful Human Control*), considerato da molti un requisito essenziale per garantire la conformità al diritto internazionale e colmare il cosiddetto “*responsibility gap*”. Senza un controllo diretto, infatti, diventa complesso attribuire responsabilità in caso di violazioni: la questione riguarda tanto i singoli individui, come comandanti e operatori, quanto gli Stati, ed è per questo che diverse organizzazioni hanno proposto classificazioni che distinguono tra sistemi “*human-in-the-loop*”, “*human-on-the-loop*” e “*human-out-of-the-loop*”.

Il primo capitolo è dedicato all’analisi delle varie definizioni, alle differenze che esse presentano e che ostacolano la regolamentazione di tali sistemi d’arma. All’esame dei

meccanismi di *machine learning* e *deep learning*, alla base dei processi di apprendimento delle reti neurali e quindi fondamentali per l'automazione degli Hardware militari. Sono poi descritti i diversi sensori necessari al corretto funzionamento dei sistemi d'arma come quelli ottici o termici, ma anche radar e LIDAR, ponendo attenzione sui problemi intrinseci di tali tecnologie, i quali rappresentano, in parte, le preoccupazioni su cui si basa il dibattito giuridico.

Il secondo capitolo, e parte centrale della tesi, è dedicato all'analisi del quadro regolatorio, alle sue lacune e al dibattito che ne scaturisce. Viene trattato l'operato della Convenzione sulle Armi Convenzionali e del Gruppo di esperti governativi, ma anche il contenuto della Risoluzione dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite 79/L.77, il quale sembra aprire alla partecipazione sui lavori per una regolamentazione condivisa anche attori esterni alla Convenzione. Sono esaminate poi le Convenzioni di Ginevra e i relativi protocolli aggiuntivi, con particolare attenzione all'art.36 del Protocollo I, nel quali si obbligano gli stati a fornire un controllo preventivo di compatibilità delle armi con i principi di distinzione, proporzionalità e precauzione sanciti dal diritto internazionale umanitario. Sono illustrate altresì le posizioni di Stati come gli Stati Uniti, il Regno Unito e la Russia, che insistono sull'efficacia del diritto umanitario già esistente, ed altri, come l'Austria o alcuni Paesi del Sud globale, che chiedono un divieto totale o regolamentazioni più severe, ma anche le posizioni di attori istituzionali come il Comitato Internazionale della Croce Rossa, schierato a favore di una regolamentazione in vista del rischio di una sempre maggiore perdita di controllo umano e di diluizione delle responsabilità e di organizzazioni non governative come la *Campaign to Stop Killer Robots*, che auspicano una completa messa al bando di tali tecnologie. Non può poi essere trascurato il ruolo delle aziende Tech, fondamentali per l'avanzamento di tali tecnologie, protagoniste del processo produttivo ma anche attente, attraverso regolamenti interni e slogan, a attenuare la pressione dell'opinione pubblica.

Nel terzo capitolo sono illustrati esempi concreti di apparati militari dotati di tali tecnologie come i CIWS e *l'Irone Dome* o munizioni circuitanti come *Kargu-2*, *Switchblade* e *Harpy* e i più comuni droni armati, i quali, in seguito all'evoluzione

dell'intelligenza artificiale, stanno attraversando una “terza età dei droni” caratterizzata dall'utilizzo di sciami perfettamente coordinati e autonomi.

L'obiettivo finale è fornire una comprensione ampia e articolata delle sfide poste da queste tecnologie emergenti, sottolineando l'urgenza di un approccio multidisciplinare e coordinato capace di bilanciare progresso tecnologico, sicurezza operativa, principi etici e rispetto del diritto internazionale umanitario.

# 1 LETHAL AUTONOMOUS WEAPONS SYSTEMS

## 1.1 NOZIONE

L'evoluzione tecnologica del settore militare ha condotto allo sviluppo di sistemi d'arma con livelli di autonomia sempre più avanzati, generando un acceso dibattito in ambito giuridico. In particolare, i *Lethal autonomous weapon systems* (LAWS) costituiscono una delle innovazioni più controverse nel diritto internazionale dei conflitti armati, sollevando interrogativi sulla loro compatibilità con le norme vigenti in materia di diritto umanitario internazionale e responsabilità penale internazionale. La loro progressiva diffusione e sperimentazione impongono una riflessione approfondita sulla delimitazione giuridica di tali sistemi, nonché sulla necessità di una disciplina normativa idonea a regolarne l'uso e la loro eventuale proibizione. L'assenza di una definizione univoca e condivisa complica notevolmente la possibilità di disciplinare i LAWS all'interno del diritto internazionale, rendendo necessaria una maggiore convergenza tra gli Stati per stabilire criteri chiari e vincolanti<sup>1</sup>.

Il Comitato Internazionale della Croce Rossa (CICR) definisce i LAWS come "qualsiasi sistema d'arma con autonomia nelle sue funzioni critiche, ovvero un sistema che può selezionare e attaccare un bersaglio senza l'intervento umano". Tuttavia, queste formulazioni lasciano spazio a differenti interpretazioni su quale livello di autonomia sia compatibile con il diritto internazionale, chiarendo la necessità di trovare una definizione universalmente accettata così da favorire il processo regolatorio dei sistemi d'arma autonomi<sup>2</sup>. La definizione giuridica dei LAWS deve articolarsi su tre elementi chiave: il grado di autonomia del sistema, il processo di selezione dell'obiettivo e il livello di controllo umano. Tuttavia, ciascun aspetto è soggetto a interpretazioni differenti a seconda della prospettiva adottata dagli Stati, dalle organizzazioni internazionali e dagli attori della società civile. Il concetto di autonomia nei LAWS può essere inteso in due modi distinti. Da un lato, può riferirsi alla capacità di un sistema d'arma di prendere decisioni indipendenti senza l'intervento umano e si parla di autonomia decisionale. Dall'altro, può riguardare il processo decisionale che

---

<sup>1</sup> Crootof, R. (2014). The killer robots are here: legal and policy implications. *Cardozo L. Rev.*, 36, 1837.

<sup>2</sup> Davison, N. (2018). A legal perspective: Autonomous weapon systems under international humanitarian law.

guida le azioni del sistema sulla base di parametri predefiniti e di algoritmi complessi e viene definita autonomia operativa<sup>3</sup>.

Il secondo elemento critico da considerare per una corretta classificazione dei sistemi d'arma autonomi riguarda la modalità di selezione degli obiettivi. Un LAWS può essere programmato per individuare e ingaggiare un singolo bersaglio o un insieme di bersagli sulla base di criteri predefiniti. Questo aspetto apre un dibattito sulla prevedibilità e affidabilità delle operazioni condotte, in particolare rispetto ai principi di distinzione, proporzionalità e precauzione sanciti dal diritto internazionale umanitario. La questione è particolarmente controversa, poiché un'arma autonoma potrebbe identificare erroneamente un bersaglio civile come un obiettivo legittimo, violando così il principio di distinzione. Inoltre, poiché questi sistemi operano sulla base di preimpostazioni programmate e intelligenza artificiale, risulta difficile garantire che possano adattarsi a contesti mutevoli e complessi in cui sono chiamati a operare.

Il grado di intervento umano nelle decisioni operative di un LAWS è uno degli aspetti più dibattuti a livello internazionale. Il principio di controllo umano significativo (*Meaningful Human Control*) è considerato da molti studiosi e organizzazioni internazionali come un requisito imprescindibile affinché l'uso dei sistemi d'arma autonomi sia compatibile con il diritto internazionale. L'assenza di un controllo umano diretto pone problemi in termini di responsabilità giuridica, generando il fenomeno del "*responsibility gap*", ovvero la difficoltà di attribuire la responsabilità in caso di violazioni del diritto internazionale<sup>4</sup>. In assenza di un operatore umano diretto, rimane aperto il quesito su chi debba rispondere per eventuali crimini di guerra o violazioni del diritto umanitario. Il tema della responsabilità giuridica può essere affrontato sotto due profili principali. Da un lato, vi è la responsabilità individuale, che ricade sui singoli decisori, come i comandanti militari o gli operatori che hanno supervisionato l'impiego dell'arma. Dall'altro, vi è la responsabilità statale, in base alla quale lo Stato che impiega un'arma autonoma in violazione del diritto internazionale può essere ritenuto

---

<sup>3</sup> Ronzitti, N. (2018). *Uso e sviluppo delle armi autonome. Prospettive per un controllo a livello internazionale*. Senato della Repubblica, Camera dei Deputati, Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale. Istituto Affari Internazionali (IAI)

<sup>4</sup> Simpson, T. W., & Müller, V. C. (2016). Just war and robots' killings. *The Philosophical Quarterly*, 66(263), 302-322.

responsabile di un illecito internazionale e soggetto a sanzioni o obblighi di riparazione.

Per colmare questa lacuna, alcune organizzazioni internazionali e istituzioni giuridiche propongono una suddivisione dei sistemi d'arma in base al livello di controllo umano. *Human Rights Watch*, ad esempio, distingue tre categorie principali. La prima categoria, denominata *Human-in-the-loop*, comprende quei sistemi che richiedono un intervento umano diretto per la selezione e l'ingaggio del bersaglio. La seconda categoria, nota come *Human-on-the-loop*, si riferisce a sistemi che possono selezionare e attaccare obiettivi autonomamente, ma operano sotto supervisione umana con possibilità di intervento. Infine, la terza categoria, chiamata *Human-out-of-the-loop*, comprende i sistemi completamente autonomi, privi di qualsiasi controllo umano nel processo decisionale<sup>5</sup>. Dal punto di vista giuridico, questa distinzione è determinante per stabilire la responsabilità dell'uso della forza e per valutare se i LAWS siano compatibili con le norme internazionali in materia di conflitti armati, soprattutto per quanto riguarda i principi fondamentali del DIU, come il principio di distinzione tra combattenti e civili e il principio di proporzionalità nell'uso della forza.

La necessità di regolare questi sistemi d'arma è oggetto di un intenso dibattito nell'ambito della Convenzione sulle Armi Convenzionali (CCW), il principale strumento giuridico internazionale deputato alla regolamentazione dei sistemi d'arma emergenti. Alcuni Stati membri della CCW sostengono la necessità di una regolamentazione stringente e di un divieto generalizzato, mentre altri, come Stati Uniti, Russia e Cina, si oppongono a restrizioni che possano limitare lo sviluppo tecnologico e l'efficienza operativa di tali sistemi<sup>6</sup>. Questa divisione riflette una tensione tra la volontà di preservare il controllo umano sulle decisioni letali e l'interesse strategico di potenziare le capacità militari attraverso l'intelligenza artificiale applicata agli armamenti.

---

<sup>5</sup> Ronzitti, N. (2018). *Uso e sviluppo delle armi autonome. Prospettive per un controllo a livello internazionale*. Senato della Repubblica, Camera dei Deputati, Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale. Istituto Affari Internazionali (IAI)

<sup>6</sup> Jackson, J. (2023). Mapping the lethal autonomous weapons debate: an introduction. *Ethics & International Affairs*, 37(3), 254-260.

L’articolo 36 del I protocollo aggiuntivo alle Convenzioni di Ginevra stabilisce che gli Stati devono valutare la conformità di qualsiasi nuova arma con le norme del diritto internazionale. Tuttavia, nel caso dei LAWS, la capacità di rispettare questi principi dipende dalla qualità degli algoritmi e dalla capacità del sistema di adattarsi a situazioni impreviste<sup>7</sup>. Alcuni Stati ritengono che i LAWS possano persino migliorare il rispetto del diritto umanitario, riducendo gli errori umani nelle operazioni militari e garantendo un impiego più mirato della forza. Al contrario, altri Stati e organizzazioni internazionali sollevano preoccupazioni sulla capacità di tali sistemi di operare in maniera conforme alle norme umanitarie e sulla possibilità che l’assenza di supervisione umana possa portare a violazioni gravi dei diritti umani.

Il futuro dei lavori per una regolamentazione condivisa dipenderà dalla capacità della comunità internazionale di trovare un equilibrio tra il progresso tecnologico e la necessità di preservare il controllo umano sulle decisioni letali. La disciplina dovrà necessariamente basarsi su un approccio multidisciplinare che coinvolga esperti di diritto, tecnologia e etica, al fine di garantire il rispetto dei principi fondamentali del diritto internazionale umanitario e la tutela della sicurezza globale. La mancanza di un consenso internazionale sulla loro definizione e regolamentazione dimostra la complessità della questione e la necessità di ulteriori negoziati affinché si possano stabilire criteri vincolanti che prevengano i rischi connessi all’uso indiscriminato di tali armi nei conflitti futuri.

---

<sup>7</sup> Ronzitti, N. (2018). *Uso e sviluppo delle armi autonome. Prospettive per un controllo a livello internazionale*. Senato della Repubblica, Camera dei Deputati, Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale. Istituto Affari Internazionali (IAI)

## 1.2 METODI DI APPLICAZIONE DELL'IA NEI SISTEMI D'ARMA: MACHINE LEARNING E DEEP LEARNING

L'evoluzione dell'intelligenza artificiale ha portato a un crescente utilizzo delle tecniche di *machine learning* (ML) e *deep learning* nel settore della difesa, consentendo ai sistemi d'arma autonomi di migliorare l'analisi dei dati, l'identificazione degli obiettivi e le capacità decisionali. Il successo del ML è in gran parte dovuto alla disponibilità di grandi quantità di dati e alla crescente potenza di calcolo che consente di addestrare modelli sempre più complessi. L'integrazione dell'IA nei sistemi d'arma autonomi si basa sulla capacità di raccogliere e analizzare enormi volumi di dati, un processo reso possibile dall'evoluzione di sensori avanzati, dispositivi *Internet of Things* (IoT)<sup>8</sup> e infrastrutture digitali. I sensori ottici, termici, radar e *LIDAR*<sup>9</sup> permettono ai sistemi d'arma di acquisire informazioni ambientali in tempo reale, migliorando la capacità di rilevamento e classificazione degli obiettivi. Parallelamente, i dispositivi IoT, come droni, satelliti e veicoli autonomi, creano una rete di raccolta e scambio continuo di dati, consentendo agli algoritmi di *machine learning* di ottimizzare le decisioni operative.

Le infrastrutture digitali avanzate, basate su reti di comunicazione sicure, facilitano l'elaborazione di queste informazioni, consentendo agli algoritmi di ML di identificare pattern e correlazioni che migliorano la precisione delle operazioni belliche. Il *deep learning*, attraverso reti neurali profonde, sfrutta questi dati per affinare continuamente i modelli decisionali, riducendo i margini di errore e aumentando l'autonomia dei sistemi d'arma. Esempi pratici includono i droni da riconoscione, che utilizzano immagini satellitari per il riconoscimento di bersagli, e i sistemi di difesa aerea, che analizzano dati radar per l'intercettazione di minacce. Questo ecosistema tecnologico consente ai sistemi autonomi di adattarsi dinamicamente alle condizioni operative, trasformando radicalmente la conduzione delle operazioni militari<sup>10</sup>.

---

<sup>8</sup> si riferisce a una rete di dispositivi fisici interconnessi, dotati di sensori, software e altre tecnologie che consentono di raccogliere e scambiare dati in tempo reale tramite internet o reti dedicate. In ambito militare, l'IoT viene utilizzato per migliorare la sorveglianza, la comunicazione e il coordinamento operativo, integrando droni, veicoli autonomi, sistemi di difesa e sensori distribuiti sul campo.

<sup>9</sup> è una tecnologia di telerilevamento che utilizza impulsi laser per misurare con estrema precisione distanze e creare mappe tridimensionali dell'ambiente circostante.

<sup>10</sup> Surma, J. (2024). Deep learning in military applications. *Safety & Defense*, 10(1), 1-7.

Il *machine learning* rappresenta un approccio alternativo rispetto all'informatica tradizionale e alla cosiddetta *Good old-fashioned artificial intelligence*<sup>11</sup> (GOFAI), che si basa su regole logiche e algoritmi esplicitamente programmati. A differenza della GOFAI, il ML si focalizza sulla capacità dei sistemi di apprendere autonomamente dai dati e di migliorare le proprie prestazioni attraverso l'esperienza. Questo paradigma consente di affrontare problemi complessi, come il riconoscimento di immagini e il linguaggio naturale, che non possono essere facilmente descritti mediante regole logiche rigide<sup>12</sup>.

Il ML integra concetti derivati dall'informatica, dalla statistica e dall'algebra lineare, combinandoli con elementi delle neuroscienze per simulare processi cognitivi avanzati. La caratteristica principale delle tecniche di ML è che il computer non viene programmato direttamente per risolvere un problema, ma viene addestrato a imparare dai dati e dall'esperienza<sup>13</sup>.

Le fasi di una tipica procedura di ML nei sistemi d'arma autonomi comprendono:

1. Programmazione e progettazione: definizione di un algoritmo capace di apprendere da un insieme di dati di addestramento.
2. Training del modello: esecuzione dell'algoritmo su dati etichettati o non etichettati per ottimizzare i parametri del sistema.
3. Testing e validazione: valutazione del modello su nuovi dati per verificarne l'affidabilità.
4. Implementazione operativa: utilizzo del sistema in scenari reali, con eventuali fasi di riaddestramento in tempo reale<sup>14</sup>.

A seconda dell'approccio utilizzato, il ML può essere classificato in apprendimento supervisionato, non supervisionato e per rinforzo, ciascuno con applicazioni specifiche nei sistemi militari.

---

<sup>11</sup> è un approccio tradizionale all'intelligenza artificiale in cui la conoscenza viene esplicitamente programmata piuttosto che appresa dai dati.

<sup>12</sup> Simoncelli, M., Battistelli, F., Iaria, A., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD Review. Studi sulla pace e sui conflitti, 07-08/2020. Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo (IRIAD).

<sup>13</sup> Surma, J. (2024). Deep learning in military applications. *Safety & Defense*, 10(1), 1-7.

<sup>14</sup> Surma, J. (2024). Deep learning in military applications. *Safety & Defense*, 10(1), 1-7.

L'apprendimento supervisionato è una tecnica di *machine learning* (ML) in cui un sistema viene addestrato utilizzando dataset etichettati, ovvero insiemi di dati in cui ogni input (ad esempio, un'immagine, un segnale radar o un tracciato termico) è associato a una risposta corretta, determinata da operatori umani o da modelli preesistenti. Questo significa che il sistema apprende dalle informazioni fornite in fase di addestramento e, una volta addestrato, può applicare tali conoscenze a nuovi dati per prendere decisioni in modo autonomo.

Nel contesto militare, questa metodologia viene ampiamente utilizzata per il riconoscimento e la classificazione delle minacce. Ad esempio, nei droni autonomi o nei sistemi di difesa aerea, il *supervised learning* consente di analizzare immagini aeree e identificare con precisione veicoli, infrastrutture militari, armamenti o persone sospette. Un sistema addestrato su migliaia di immagini di carri armati, ad esempio, sarà in grado di distinguere un veicolo da combattimento da un'automobile civile, riducendo il rischio di attacchi accidentali.

Inoltre, l'apprendimento supervisionato migliora la capacità di distinzione tra bersagli legittimi e civili, contribuendo al rispetto del principio di distinzione, sancito dal diritto internazionale umanitario. Attraverso la raccolta di dati di addestramento diversificati e rappresentativi, i sistemi autonomi possono minimizzare gli errori di classificazione, evitando attacchi indiscriminati o erronei. Tuttavia, il successo di questi modelli dipende dalla qualità del dataset, poiché errori o bias nei dati di addestramento possono portare a decisioni errate con conseguenze potenzialmente gravi sul piano operativo ed etico<sup>15</sup>.

L'apprendimento non supervisionato viene utilizzato, invece, quando il sistema deve analizzare dati senza etichette predefinite, individuando pattern e correlazioni autonomamente. Questo metodo è impiegato principalmente nei sistemi di sorveglianza avanzata per monitorare movimenti nemici e intercettare comunicazioni sospette<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> Simoncelli, M., Battistelli, F., Iaria, A., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD Review. Studi sulla pace e sui conflitti, 07-08/2020. Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo (IRIAD).

<sup>16</sup> Surma, J. (2024). Deep learning in military applications. *Safety & Defense*, 10(1), 1-7.

Nel *cyber-intelligence*, gli algoritmi di *clustering*, come il *k-means*<sup>17</sup>, sono utilizzati per analizzare grandi volumi di dati provenienti da reti di comunicazione nemiche, identificando connessioni tra diversi nodi e possibili minacce emergenti. I modelli di *autoencoder* neurali permettono inoltre di rilevare attività anomale nei flussi di dati, migliorando la capacità di prevenzione degli attacchi informatici.

Un'altra applicazione riguarda la sorveglianza satellitare, in cui il ML non supervisionato aiuta a individuare spostamenti insoliti di unità militari o la costruzione di infrastrutture strategiche nemiche, ottimizzando le operazioni di intelligence<sup>18</sup>.

Il *deep learning* (DL) rappresenta un'evoluzione del ML, basata su reti neurali artificiali multilivello in grado di analizzare enormi quantità di dati in tempo reale. Questa tecnologia è particolarmente efficace per il riconoscimento di immagini, il tracciamento di bersagli e la classificazione delle minacce, rendendo possibile l'individuazione automatica di obiettivi in scenari bellici complessi.

Le principali architetture di DL applicate ai sistemi d'arma includono:

- *Convolutional neural networks* (CNNs): utilizzate per il riconoscimento e la classificazione delle immagini satellitari e dei bersagli aerei e terrestri. Le CNNs permettono di analizzare immagini multispettrali per individuare strutture nemiche con estrema precisione.
- *Long short-term memory networks* (LSTMs) e reti neurali ricorrenti (RNNs): impiegate per l'analisi delle sequenze temporali, come la previsione dei movimenti dei veicoli nemici e l'elaborazione delle comunicazioni criptate<sup>19</sup>.

Un ulteriore sviluppo nel campo del DL è rappresentato dal *Deep Reinforcement Learning* (DRL), l'apprendimento per rinforzo è una tecnica in cui un agente artificiale interagisce con l'ambiente e apprende attraverso prove ed errori, ottimizzando le decisioni in base a un sistema di ricompense e penalità. Questo metodo è fondamentale per i veicoli autonomi da combattimento, che devono reagire dinamicamente alle minacce sul campo.

---

<sup>17</sup> Il k-means è un metodo usato nell'intelligenza artificiale per raggruppare automaticamente i dati simili tra loro in un certo numero di gruppi (k gruppi). L'algoritmo prende un insieme di dati, trova dei punti centrali (detti centroidi) e assegna ogni dato al gruppo con il centroide più vicino.

<sup>18</sup> Surma, J. (2024). Deep learning in military applications. *Safety & Defense*, 10(1), 1-7.

<sup>19</sup> Surma, J. (2024). Deep learning in military applications. *Safety & Defense*, 10(1), 1-7.

I droni da ricognizione utilizzano il DRL per ottimizzare la navigazione, evitando ostacoli, radar e missili nemici, mentre gli sciami di droni da attacco impiegano *Q-learning* e *policy gradient* per prendere decisioni strategiche senza intervento umano diretto. Il *Q-learning*<sup>20</sup> permette ai droni di analizzare e scegliere il percorso più sicuro in tempo reale, apprendendo dagli errori e adattando le traiettorie in base alle minacce nemiche, mentre il *policy gradient* consente loro di modificare dinamicamente la strategia di attacco o difesa, migliorando la coordinazione tra i droni all'interno dello sciame. Questi sistemi avanzati rendono i droni più efficaci in scenari complessi e mutevoli, aumentando la loro capacità di eseguire missioni offensive in modo autonomo e riducendo il margine di errore nelle operazioni militari<sup>21</sup>.

L'implementazione del ML e del DL nei sistemi d'arma autonomi non è priva di problematiche tecniche e operative. Tra le principali sfide si evidenziano: L'affidabilità e l'interpretabilità degli algoritmi di Intelligenza Artificiale applicati ai sistemi d'arma autonomi rappresentano una delle principali sfide per il loro utilizzo in ambito militare.

I processi decisionali basati su reti neurali profonde risultano spesso opachi, generando il cosiddetto *black-box problem*, una problematica che rende difficile comprendere e spiegare le decisioni assunte dai sistemi autonomi. La mancanza di trasparenza nell'analisi dei dati e nei criteri di selezione degli obiettivi può compromettere l'affidabilità operativa e sollevare questioni giuridiche, in particolare in relazione alla conformità con il diritto internazionale umanitario. Questo limite è particolarmente rilevante in contesti bellici in cui l'errore nell'identificazione di un bersaglio può avere conseguenze irreversibili<sup>22</sup>.

Un altro aspetto critico riguarda la presenza di bias nei dati di addestramento, che possono portare a decisioni errate nell'identificazione delle minacce e nell'analisi dei bersagli. Se i dataset utilizzati per l'addestramento degli algoritmi non sono rappresentativi della realtà operativa o presentano distorsioni intrinseche, il sistema

---

<sup>20</sup> Il Q-learning è un algoritmo di apprendimento per rinforzo che consente a un agente di apprendere il miglior comportamento da adottare in un ambiente, basandosi su un sistema di ricompense e penalità. Attraverso un processo iterativo, il sistema costruisce una tabella di valori (Q-table) che associa ogni possibile azione a un punteggio, rappresentando il beneficio atteso di quella scelta. In ambito militare, il Q-learning è utilizzato nei droni autonomi e nei sistemi di difesa automatizzati per ottimizzare la navigazione, l'evitamento delle minacce e la selezione delle strategie di attacco senza intervento umano diretto.

<sup>21</sup> Surma, J. (2024). Deep learning in military applications. *Safety & Defense*, 10(1), 1-7

<sup>22</sup> Simoncelli, M., Battistelli, F., Iaria, A., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburrini, G. (2020). *La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD Review. Studi sulla pace e sui conflitti, 07-08/2020. Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo (IRIAD).

può sviluppare pregiudizi sistematici, con il rischio di colpire obiettivi errati. In ambito militare, questo fenomeno è amplificato dalla difficoltà di ottenere dati di addestramento privi di distorsioni, specialmente in situazioni di conflitto in cui le informazioni sono limitate o manipolate da attori ostili. Alcuni studi hanno dimostrato come gli algoritmi di ML possano ereditare discriminazioni presenti nei dati storici, compromettendo la loro imparzialità e minando la loro efficacia nel garantire un uso etico della forza<sup>23</sup>.

Infine, una delle minacce più insidiose per i sistemi basati su IA è rappresentata dagli attacchi informatici, in particolare dalle tecniche di *adversarial attacks*, che mirano a ingannare gli algoritmi di riconoscimento inducendoli a classificare erroneamente un bersaglio. Questi attacchi possono essere realizzati modificando impercettibilmente i dati di input, come immagini o segnali radar, in modo da confondere il sistema e portarlo a identificare erroneamente un bersaglio civile come una minaccia o viceversa. Questo tipo di vulnerabilità è particolarmente critico nei sistemi di difesa autonomi, in cui un errore di classificazione può tradursi in attacchi non autorizzati o nell'incapacità di rispondere a una minaccia reale. La sicurezza cibernetica dei sistemi di IA militari è quindi una questione di primaria importanza, richiedendo lo sviluppo di tecniche avanzate di protezione contro le manipolazioni intenzionali dei dati<sup>24</sup>. Test sperimentali hanno dimostrato che piccole modifiche alle immagini possono ingannare i sistemi di DL, facendo sì che un sistema classifichi un veicolo civile come una minaccia, sollevando questioni critiche sulla sicurezza di questi algoritmi nei teatri di guerra.

L'adozione del *machine learning* e del *deep learning* nei sistemi d'arma autonomi ridefinisce il concetto di guerra moderna, migliorando la precisione delle operazioni e la capacità di adattamento alle minacce. Tuttavia, queste tecnologie pongono sfide significative in termini di affidabilità, sicurezza informatica e interpretabilità delle decisioni. Il continuo sviluppo di algoritmi più robusti e trasparenti sarà fondamentale

---

<sup>23</sup> Simoncelli, M., Battistelli, F., Iaria, A., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD Review. Studi sulla pace e sui conflitti, 07-08/2020. Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo (IRIAD).

<sup>24</sup> Surma, J. (2024). Deep learning in military applications. *Safety & Defense*, 10(1), 1-7

per garantire che l'IA nei sistemi militari rimanga uno strumento efficace e sicuro, riducendo al minimo i rischi operativi e le incertezze giuridiche.

## 1.3 TECNOLOGIE CHIAVE DELLE ARMI AUTONOME LETALI

L'efficacia dei sistemi d'arma autonomi dipende dall'integrazione avanzata di sensori, reti di comunicazione sicure e armi di precisione, nonché dal ruolo centrale dell'intelligenza artificiale. In tal senso il rapido progresso delle reti neurali e dell'apprendimento automatico ha migliorato notevolmente le capacità di riconoscimento e reazione di questi sistemi<sup>25</sup>.

Una caratteristica imprescindibile per il funzionamento dei sistemi d'arma autonomi è la loro capacità di percepire l'ambiente circostante e identificare con precisione e certezza gli obiettivi. I sensori radar rappresentano una componente fondamentale nei sistemi di armi autonome, in particolare per la loro capacità di rilevare e tracciare obiettivi a lunga distanza, anche in condizioni meteorologiche avverse. Una delle tecnologie più avanzate in questo ambito è il radar a scansione elettronica attiva (*active electronically scanned array, AESA*), che consente una scansione rapida e adattiva dell'ambiente circostante, migliorando la precisione nel riconoscimento e la rapidità di risposta del sistema d'arma. Rispetto ai radar convenzionali, la tecnologia AESA fornisce un'elevata resistenza alle contromisure elettroniche, aumentando l'affidabilità del rilevamento anche in scenari di guerra elettronica<sup>26</sup>.

Accanto ai radar, il Lidar (*light detection and ranging*) gioca un ruolo essenziale nella mappatura tridimensionale dell'ambiente, grazie all'utilizzo di impulsi laser che permettono una rappresentazione dettagliata degli ostacoli e della conformazione del terreno. Questo sistema è particolarmente efficace negli scenari urbani e nelle operazioni in ambienti ad alta densità, dove la precisione è fondamentale per evitare danni collaterali<sup>27</sup>. Queste tecnologie combinate permettono di creare sistemi di sorveglianza e targeting altamente precisi, capaci di operare in condizioni ambientali complesse e di rispondere in tempo reale alle variazioni del contesto operativo.

---

<sup>25</sup> Contin, S. (2022). *Armi autonome, nuove sfide per l'umanità - Introduction about autonomous weapon*. Università di Verona.

<sup>26</sup> Simoncelli, M., Battistelli, F., Iaria, A., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD Review. Studi sulla pace e sui conflitti, 07-08/2020. Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo (IRIAD).

<sup>27</sup> Li, S., Duo, B., Di Renzo, M., Tao, M., & Yuan, X. (2021). Robust secure UAV communications with the aid of reconfigurable intelligent surfaces. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 20(10), 6402-6417.

Altra tipologia di sensori, necessari per il corretto funzionamento e l'affidabilità dei sistemi d'arma autonomi, sono quelli ottici e di visione artificiale. Le telecamere multispettrali e i sistemi di riconoscimento basati su reti neurali convoluzionali (CNNs) consentono di identificare in modo autonomo veicoli, strutture e persone. Tuttavia, recenti studi hanno dimostrato che le CNN possono essere vulnerabili a fenomeni di *adversarial testing*, ovvero manipolazioni intenzionali delle immagini che possono ingannare il sistema. Questo problema è stato evidenziato in test in cui piccoli cambiamenti nei dati di input hanno portato le reti neurali a classificare erroneamente oggetti del tutto diversi, come scambiare un autobus per un veicolo militare o una tartaruga per un fucile automatico<sup>28</sup>.

Un ulteriore elemento fondamentale per le armi autonome è rappresentato dai sistemi di comunicazione sicura. La trasmissione dei dati tra unità operative e centri di comando deve essere resiliente agli attacchi informatici e alle interferenze elettroniche. Le armi autonome si integrano in reti militari protette, che consentono la condivisione in tempo reale di informazioni tattiche. Un esempio è il protocollo di comunicazione Link 16, utilizzato dalla NATO, è un sistema crittografato che consente la trasmissione sicura di dati tra unità operative, migliorando la coordinazione e la resilienza delle reti di comunicazione militari. Tuttavia, le armi autonome che dipendono dal GPS militare (M-Code) per la navigazione autonoma affrontano vulnerabilità significative, poiché avanzate tecniche di guerra elettronica, come *spoofing* e *jamming*<sup>29</sup>, possono alterare o disturbare il segnale GPS, compromettendo la precisione operativa<sup>30</sup>.

Per mitigare questi rischi, molte armi autonome integrano sistemi di navigazione inerziale (INS) che, a differenza del GPS, non dipendono da segnali esterni e quindi risultano più resistenti alle interferenze. Gli INS utilizzano accelerometri e giroscopi per determinare la posizione e l'orientamento del veicolo in tempo reale, anche in assenza di segnale GPS. Ma sono soggetti a deriva accumulativa, il che significa che

---

<sup>28</sup> Simoncelli, M., Battistelli, F., Iaria, A., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD Review. Studi sulla pace e sui conflitti, 07-08/2020. Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo (IRIAD).

<sup>29</sup> Lo spoofing è un attacco che trasmette segnali GPS falsi per ingannare i sistemi di navigazione, deviando armi autonome dalla loro traiettoria originale. Il jamming, invece, sovraccarica le frequenze GPS o di comunicazione con interferenze, impedendo la ricezione di dati affidabili.

<sup>30</sup> Li, S., Duo, B., Di Renzo, M., Tao, M., & Yuan, X. (2021). *Robust secure UAV communications with the aid of reconfigurable intelligent surfaces*.

piccoli errori di misurazione si amplificano nel tempo, riducendo progressivamente l'accuratezza della navigazione<sup>31</sup>.

Per contrastare questa limitazione, vengono impiegati algoritmi di machine learning che consentono la fusione dei dati tra GPS, INS e altre fonti, come i sensori ottici e i radar, per correggere automaticamente eventuali errori di localizzazione. In particolare, l'uso di superfici intelligenti riconfigurabili (RIS) può migliorare la qualità delle comunicazioni UAV e la sicurezza dei dati trasmessi, riducendo il rischio di intercettazione da parte di attori ostili.

Gli sciami di droni autonomi rappresentano un'innovazione tecnologica avanzata, basata su principi di *swarm intelligence*, che consente a gruppi di droni di operare in modo coordinato senza un singolo leader. Questa tecnologia permette una distribuzione efficiente dei compiti tra le unità, garantendo scalabilità, adattabilità e resilienza nelle operazioni militari. Un elemento distintivo è la capacità di auto-organizzazione attraverso protocolli di comunicazione interni. Gli sciami più avanzati utilizzano algoritmi di machine learning per adattarsi dinamicamente all'ambiente operativo, ottimizzando le traiettorie e le strategie d'azione in tempo reale. Inoltre, la loro autonomia decisionale consente operazioni in ambienti con comunicazioni limitate o disturbate, riducendo la dipendenza da operatori remoti<sup>32</sup>.

Le armi autonome stanno trasformando il panorama della guerra moderna, offrendo capacità operative avanzate ma anche sollevando nuove sfide. Tra queste, la vulnerabilità a cyber-attacchi, le difficoltà nel riconoscimento affidabile degli obiettivi, specialmente in ambienti complessi, e le implicazioni etiche e giuridiche legate all'uso di armi completamente autonome senza supervisione umana. Il dibattito su questi temi è ancora aperto, con la necessità di bilanciare il progresso tecnologico con le esigenze di sicurezza e conformità alle normative internazionali<sup>33</sup>.

---

<sup>31</sup>Li, S., Duo, B., Di Renzo, M., Tao, M., & Yuan, X. (2021). *Robust secure UAV communications with the aid of reconfigurable intelligent surfaces*.

<sup>32</sup>Verbruggen, M. (2019). *The Question of Swarms Control: Challenges to Ensuring Human Control over Military Swarms*. EU Non-Proliferation and Disarmament Consortium.

<sup>33</sup>Simoncelli, M., Battistelli, F., Iaria, A., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburrini, G. (2020). *La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD Review. Studi sulla pace e sui conflitti, 07-08/2020. Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo (IRIAD).

L'integrazione di sensori avanzati, comunicazioni sicure e armi di precisione continuerà a essere oggetto di ricerca, con l'obiettivo di migliorare la precisione operativa e mitigare i rischi associati. Tuttavia, la strada verso un impiego responsabile delle armi autonome richiede uno sforzo coordinato da parte di scienziati, esperti di sicurezza informatica e legislatori per garantire che queste tecnologie siano utilizzate in modo etico e sicuro.

## 2 LE REGOLE

### 2.1 LA CONVENZIONE SU ALCUNE ARMI CONVENZIONALE DELLE NAZIONI UNITE E LA RISOLUZIONE 79/L.77

La Convenzione su alcune Armi Convenzionali (*Convention on certain Conventional Weapons*) costituisce uno degli strumenti più rilevanti del diritto internazionale umanitario volti a limitare gli effetti dei conflitti armati. Aperta alla firma presso la sede delle Nazioni Unite a New York il 10 aprile 1981, la Convenzione è entrata in vigore nel 1983, al raggiungimento delle venti ratifiche richieste<sup>34</sup>. Ad oggi, essa conta 128 Stati parte, includendo tra i firmatari i principali attori militari a livello globale. Il principio cardine del CCW si basa su quello dello *ius in bello* secondo cui la libertà delle parti in conflitto nella scelta dei mezzi e dei metodi di guerra non è illimitata, ma incontra vincoli giuridici derivanti dalle consuetudini internazionali e dalle convenzioni pattizie. In particolare, la Convenzione richiama i principi di umanità e i dettami della coscienza pubblica, affermando il divieto di impiegare armi o metodi di guerra suscettibili di causare sofferenze inutili o danni indiscriminati<sup>35</sup>.

La Convenzione su alcune Armi Convenzionali (CCW) presenta una struttura articolata su due sezioni: una parte generale e cinque protocolli aggiuntivi, ciascuno destinato a disciplinare specifiche categorie di armamenti ritenuti particolarmente dannosi o caratterizzati da effetti indiscriminati. Il corpus normativo concepito all'origine nel 1980 prevedeva esclusivamente i primi tre protocolli: il Protocollo I vietava l'impiego di armi pensate per ferire mediante frammenti non rilevabili nei tessuti umani tramite raggi X; il Protocollo II regolava l'uso di mine, trappole esplosive e dispositivi analoghi<sup>36</sup>; il Protocollo III limitava l'utilizzo delle armi incendiarie<sup>37</sup> e protegge la popolazione civile, vietando il targeting indiscriminato e l'uso aereo di armi

---

<sup>34</sup> Convenzione su alcune armi convenzionali (CCW), New York, 10 aprile 1981.

<sup>35</sup> Convenzione su alcune armi convenzionali (CCW), New York, 10 aprile 1981.

<sup>36</sup> International Committee of the Red Cross. (2017). *Report on the Convention on Certain Conventional Weapons (CCW)*. Geneva: ICRC.

<sup>37</sup> International Committee of the Red Cross. (1981). *Convention on prohibitions or restrictions on the use of certain conventional weapons which may be deemed to be excessively injurious or to have indiscriminate effects: Commentary on the Convention on Certain Conventional Weapons*. Geneva: ICRC.

incendiarie in aree civili<sup>38</sup>. Successivamente nel 1995, con l'evolvere delle esigenze operative ed umanitarie, viene adottato il Protocollo IV che imponeva restrizioni sull'utilizzo e la fabbricazione di laser progettati per causare cecità permanente. Seguito nel 2003 dal Protocollo V, che attribuisce responsabilità agli stati, dopo la cessazione dei conflitti, per quanto riguarda la bonifica dei residui bellici inesplosi<sup>39</sup>. Nonostante la doppia struttura che caratterizza la CCW consenta un sostanziale adattamento alle mutazioni del contesto bellico, questa non ha specifica sanzioni internazionali o meccanismi di enforcement. Il Protocollo II all'art.14 prevede delle sanzioni interne ai singoli stati, delegando ad essi la traduzione delle norme della CCW nel proprio diritto penale nazionale e prevedere eventuali sanzioni in caso di violazione. Secondo aspetto di grande debolezza della convenzione è la mancanza di un tribunale a livello internazionale preposto a far rispettare il contenuto della convenzione stessa e punire eventuali trasgressioni.

Nonostante le debolezze della convenzione, il suo ruolo principale è stato quello di portare al centro del dibattito politico il costante evolversi del contesto militare. Nel 2019, infatti, durante la quinta conferenza di revisione sul CCW, viene istituito il Gruppo di esperti governativi, con il principale scopo di studiare le frontiere dell'industria bellica e più nello specifico i sistemi di arma autonomi. Tuttavia, il suo operato è vincolato al principio del consenso, secondo cui ogni decisione o raccomandazione deve essere approvata da tutti gli Stati partecipanti. Tale regola procedurale, se da un lato assicura l'inclusività delle decisioni, dall'altro ha finora determinato un frequente stallo negoziale, impedendo l'adozione di misure normative sostanziali e vincolanti<sup>40</sup>. La recente adozione della Risoluzione 79/L.77, votata il 2 dicembre 2024, dalla Assemblea Generale delle Nazioni unite, con 166 stati favorevoli, 3 contrari (Bielorussia, Corea del Nord e Russia) e 15 astenuti segna un momento di svolta. Poiché introduce un canale alternativo di confronto al di fuori della stretta cornice della CCW, apre lo spazio di discussione a una platea più ampia di

---

<sup>38</sup> U.S. Department of State. (2008). *Convention on Certain Conventional Weapons (CCW): Texts of the conventions and protocols*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

<sup>39</sup> International Committee of the Red Cross. (1981). *Convention on prohibitions or restrictions on the use of certain conventional weapons which may be deemed to be excessively injurious or to have indiscriminate effects: Commentary on the Convention on Certain Conventional Weapons*. Geneva: ICRC.

<sup>40</sup> United Nations Office for Disarmament Affairs. (2024). *General Assembly First Committee – Seventy-ninth session: Explanation of vote on Lethal Autonomous Weapons Systems (LAWS), resolution A/RES/79/L.77*. New York: UNODA.

attori<sup>41</sup>, inclusi Stati non firmatari, organizzazioni internazionali, società civile e comunità scientifica. Cercando così di fare un passo verso una governance più trasparente e partecipativa, importante per trattare questioni etiche e tecnologiche complesse e di superare il limite del principio di consenso e dare nuovo slancio ai lavori per una regolamentazione forte, internazionale e condivisa<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> Article 36. (2024, December 7). *Opportunities after the UNGA resolution on autonomous weapons: Moving toward a new treaty*.

<sup>42</sup> Perrin, B. (2025, January 24). *Lethal Autonomous Weapons Systems & International Law: Growing Momentum Towards a New International Treaty*. ASIL Insights, 29(1). American Society of International Law.

## 2.1.1 LA CONVENZIONE DI GINEVRA

La Convenzione di Ginevra, o più correttamente, le Convenzioni di Ginevra, sono il fondamento del diritto internazionale umanitario e hanno come difficile scopo quello di “umanizzare la guerra”<sup>43</sup>, cercando di regolare i rapporti tra i belligeranti e garantire il più alto grado di sicurezza per i non combattenti.

La prima Convenzione viene adottata nel 1864 su iniziativa di Henry Dunant sancendo per la prima volta la neutralità delle persone e dei luoghi di cura. A quella del 1864 poi seguirono le revisioni del 1906 e 1929 e infine quella del 1949, anno in cui vennero adottate le quattro convenzioni tutt'ora vigenti che ratificano: la prima la tutela dei feriti e dei malati delle forze armate in campagna, la seconda estende tale protezione ai feriti, malati e naufraghi delle forze armate in mare, la terza disciplina in maniera organica il trattamento dei prigionieri di guerra, mentre la quarta si concentra sulla protezione delle persone civili in tempo di guerra. Nel loro insieme, queste Convenzioni fissano diritti minimi inderogabili che costituiscono i principi fondamentali dello *ius in bello*, tra cui il divieto di torture, di trattamenti inumani o degradanti, e la tutela dei civili e dei combattenti *hors de combat*, ossia coloro che si trovano fuori combattimento.

Il corpus normativo è stato successivamente integrato dai Protocolli aggiuntivi del 1977, i quali hanno rafforzato e modernizzato il regime di tutela previsto dalle Convenzioni: il Protocollo I estende le protezioni alle vittime dei conflitti armati internazionali e codifica principi fondamentali quali la distinzione tra civili e combattenti, la proporzionalità nell'uso della forza e la necessità militare, il Protocollo II introduce per la prima volta una disciplina organica dei conflitti armati non internazionali, ampliando le garanzie umanitarie nei contesti di guerre civili e insurrezioni. A questi si è aggiunto, nel 2005, il Protocollo III, volto a introdurre un nuovo segno distintivo, il Cristallo Rosso, accanto alla Croce Rossa e alla Mezzaluna

---

<sup>43</sup> Brizio, C. (s.d.). *La Convenzione di Ginevra del 1949: Per il miglioramento delle condizioni dei feriti e malati delle Forze Armate in campagna* (p. 40). In L. Catani (Ed.)

Rossa, a testimonianza della continua evoluzione e adattabilità delle Convenzioni alle esigenze della comunità internazionale<sup>4445</sup>.

Nonostante in precedenza il diritto di Ginevra era rimasto ben separato da quello militare, con la ratifica dei Protocolli aggiuntivi parte della dottrina ha intravisto un inesorabile avvicinamento tra i due diritti. Alcuni autori, infatti, come Marco Sassòli, hanno sostenuto che i Protocolli aggiuntivi del 1977 abbiano sancito l'inevitabile superamento della distinzione tradizionale tra il diritto di Ginevra (incentrato sulla protezione delle vittime di guerra) e il diritto dell'Aia (focalizzato sulla condotta delle ostilità). In questa prospettiva, l'evoluzione normativa avrebbe progressivamente condotto verso un corpus unitario del diritto internazionale umanitario<sup>46</sup>. Al contrario, parte della dottrina continua a sottolineare la persistenza di differenze concettuali e funzionali tra i due rami, sostenendo che il diritto dell'Aia resti maggiormente legato alla tecnica militare delle operazioni, mentre il diritto di Ginevra mantenga la sua vocazione umanitaria<sup>4748</sup>.

Nonostante le Convenzioni di Ginevra, e quindi il diritto internazionale umanitario, non trattino espressamente dei LAWS, essi rappresentano un tema centrale nell'adattamento del diritto all'evoluzione degli scenari bellici.

Per prima cosa è doveroso sottoporre a valutazione l'art.36 del Protocollo I del 1977 nel quale si obbligano gli Stati contraenti a valutare la conformità di nuovi mezzi o metodi di guerra, con qualsiasi norma del Diritto internazionale<sup>49</sup>.

In tale prospettiva, la compatibilità dei sistemi d'arma letali autonomi con i principi fondamentali del diritto internazionale umanitario appare fortemente problematica. In primo luogo, il principio di distinzione, cardine del diritto dei conflitti armati, impone la costante differenziazione tra civili e combattenti e tra beni di carattere civile e obiettivi militari (art. 48, Protocollo I del 1977). Tale regola presuppone una consapevolezza situazionale e la capacità di formulare giudizi qualitativi che risultano strettamente

---

<sup>44</sup> International Committee of the Red Cross. (1987). *Commentary on the Additional Protocols of 8 June 1977 to the Geneva Conventions of 12 August 1949*. Geneva: ICRC.

<sup>45</sup> Swiss Federal Department of Foreign Affairs. (2014). *ABC del diritto internazionale umanitario*. Berna: FDFA.

<sup>46</sup> Sassòli, M. (2019). *International Humanitarian Law: Rules, Controversies, and Solutions to Problems Arising in Warfare*. Edward Elgar.

<sup>47</sup> Dinstein, Y. (2016). *The Conduct of Hostilities under the Law of International Armed Conflict* (3rd ed.). Cambridge University Press.

<sup>48</sup> Verri, P. (1998). *Dictionary of the International Law of Armed Conflict*. International Committee of the Red Cross.

<sup>49</sup> United Nations. (1977). *Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949, and relating to the Protection of Victims of International Armed Conflicts (Protocol I)*, 8 June 1977, 1125 U.N.T.S. 3.

connessi alle facoltà umane di interpretazione del contesto. La natura dinamica e mutevole degli obiettivi militari rende infatti difficile immaginare che un algoritmo possa sostituire efficacemente lo scrutinio discrezionale richiesto in tali circostanze<sup>50</sup>. Particolarmente complessa è poi l'applicazione del principio di proporzionalità, che esige di valutare se il danno collaterale prevedibile risulti eccessivo rispetto al vantaggio militare concreto e diretto atteso (art. 51(5)(b), Protocollo I). Si tratta di una valutazione qualitativa, profondamente dipendente dal contesto operativo e dalle condizioni contingenti, che la dottrina riconosce come intrinsecamente umana<sup>51</sup>. I LAWS, riducendo tali parametri a meri dati numerici, non sembrano in grado di svolgere questo tipo di bilanciamento con il necessario grado di affidabilità.

Il principio di precauzione, sancito dall'art. 57 del Protocollo I, impone ai belligeranti di adottare tutte le misure possibili per ridurre al minimo le perdite civili e i danni ai beni di carattere civile, fino alla sospensione o all'annullamento dell'attacco qualora emergano dubbi sulla sua legittimità o proporzionalità. Anche in questo caso, la decisione implica un giudizio contestuale e discrezionale che solo l'essere umano è in grado di effettuare con sufficiente ragionevolezza<sup>52</sup>.

Infine, il principio di necessità militare esige che gli attacchi siano limitati a ciò che è indispensabile per conseguire un obiettivo militare legittimo e che venga riconosciuto lo status di *hors de combat* o la resa del nemico. Secondo il CICR, la capacità di riconoscere le intenzioni e le manifestazioni di volontà dell'avversario, come nel caso della resa, è un atto eminentemente umano che non può essere surrogato da un sistema algoritmico<sup>53</sup>.

Alla luce di queste criticità, gran parte della dottrina e il CICR stesso sottolineano la necessità di mantenere un controllo umano significativo sui LAWS. Questo concetto, emerso con forza nei negoziati della CCW, rappresenta il livello minimo di supervisione indispensabile per garantire il rispetto del diritto internazionale umanitario, prevenire vuoti di responsabilità e salvaguardare la dignità umana. Tale

<sup>50</sup> Chesini, F. (2020). «“Terminator Scenario”? Intelligenza artificiale nel conflitto armato: Lethal Autonomous Weapons Systems e le risposte del diritto internazionale umanitario». *BioLaw Journal – Rivista di BioDiritto*, 3, 441–471.

<sup>51</sup> Dinstein, Y. (2016). *The Conduct of Hostilities under the Law of International Armed Conflict* (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>52</sup> Sassòli, M. (2019). *International Humanitarian Law: Rules, Controversies, and Solutions to Problems Arising in Warfare*. Cheltenham: Edward Elgar.

<sup>53</sup> International Committee of the Red Cross (ICRC). (2021). *Autonomous Weapon Systems: ICRC Position and Background Paper*. Geneva.

controllo deve essere effettivo, concreto ed estendersi fino alla fase di selezione e ingaggio degli obiettivi, comprendendo un potere di voto nei confronti dei sistemi offensivi. Solo in tal modo è possibile conciliare l'innovazione tecnologica con i principi inderogabili di umanità che permeano il diritto dei conflitti armati.

## 2.2 CODICI DI CONDOTTA E AUTOREGOLAMENTAZIONE

### 2.2.1 DICHIARAZIONE DEL COMITATO INTERNAZIONALE DELLA CROCE ROSSA (CICR)

Il Comitato Internazionale della Croce Rossa (CICR) nasce a Ginevra nel 1863 per iniziativa di cinque cittadini svizzeri, tra cui Henry Dunant, ispirato dall'esperienza della battaglia di Solferino. Nel 1864 promuove la Prima Convenzione di Ginevra, che sancisce la neutralità del personale sanitario e introduce le basi del diritto internazionale umanitario (DIU)<sup>54</sup>.

Durante la Prima guerra mondiale il CICR si trasforma da piccola associazione filantropica a organizzazione di massa, creando l'Agenzia Internazionale dei Prigionieri di Guerra e avviando le prime delegazioni. La sua azione si estende a nuove categorie di vittime, come civili in territori occupati e rifugiati<sup>55</sup>.

Con la Seconda guerra mondiale l'organizzazione raggiunge dimensioni senza precedenti, gestendo milioni di dossier di prigionieri di guerra e adottando tecnologie innovative. Tuttavia, dopo il conflitto subisce critiche per non aver denunciato con decisione le atrocità, in particolare l'Olocausto<sup>56</sup>.

Il periodo successivo vede una modernizzazione strutturale e finanziaria, con l'adozione delle quattro Convenzioni di Ginevra del 1949 e l'espansione delle sue delegazioni in Africa, Medio Oriente e Asia. Crisi come la Guerra dei Sei Giorni<sup>57</sup> e la guerra del Biafra<sup>58</sup> consolidano un approccio operativo più proattivo.

---

<sup>54</sup> Cfr. D. Palmieri, *An institution standing the test of time? A review of 150 years of the history of the International Committee of the Red Cross*, in *International Review of the Red Cross*, vol. 94, n. 888, 2012, p. 1275.

<sup>55</sup> Cfr. D. Palmieri, *An institution standing the test of time? A review of 150 years of the history of the International Committee of the Red Cross*, in *International Review of the Red Cross*, vol. 94, n. 888, 2012, p. 1277.

<sup>56</sup> Cfr. D. Palmieri, *An institution standing the test of time? A review of 150 years of the history of the International Committee of the Red Cross*, in *International Review of the Red Cross*, vol. 94, n. 888, 2012, p. 1284.

<sup>57</sup> «La cosiddetta Guerra dei Sei Giorni, combattuta tra il 5 e il 10 giugno 1967, oppose Israele a Egitto, Siria e Giordania. L'offensiva israeliana, iniziata con un attacco preventivo contro le forze aeree egiziane, portò a una rapida vittoria e al controllo della Striscia di Gaza, della Penisola del Sinai, della Cisgiordania con Gerusalemme Est e delle Alture del Golan, ridisegnando in maniera duratura gli equilibri geopolitici della regione» (Cfr. Encyclopaedia Britannica, «Six-Day War», disponibile su: <https://www.britannica.com/event/Six-Day-War>).

<sup>58</sup> «La Guerra del Biafra (1967-1970), o guerra civile nigeriana, ebbe origine dalla secessione della regione sud-orientale del Paese, autoproprietaria Repubblica del Biafra. Il conflitto contrappose le forze secessioniste all'esercito federale e si concluse con la reintegrazione forzata del territorio. Provocò circa un milione di vittime, soprattutto per fame e malattie dovute al blocco imposto dal governo centrale» (Cfr. Encyclopaedia Britannica, voce Nigerian Civil War, disponibile su: <https://www.britannica.com/topic/Nigerian-civil-war>).

A partire dagli anni '90, con la fine della Guerra Fredda, il CICR entra nell'era dell'impresa umanitaria: cresce in maniera esponenziale in termini di budget e personale, affronta conflitti complessi (Somalia, ex-Jugoslavia, Ruanda, Iraq) e si adatta a un contesto sempre più competitivo, assumendo linguaggi e strumenti tipici del settore privato.

La longevità del CICR si spiega grazie a due fattori principali: la sua specificità organizzativa, caratterizzata da neutralità e coesione interna, e la sua capacità innovativa, che gli ha consentito di rispondere tempestivamente ai bisogni umanitari e di anticipare sviluppi normativi nel diritto internazionale<sup>59</sup>.

Il Comitato Internazionale della Croce Rossa ha affrontato la questione degli AWS sin dal 2011, intensificando dal 2015 le proprie richieste per l'introduzione di limiti concordati a livello internazionale. Secondo la definizione proposta dal CICR, gli AWS sono sistemi d'arma in grado di selezionare e applicare la forza a un obiettivo senza un intervento umano diretto. In altre parole, una volta attivati da una persona, tali sistemi possono innescare autonomamente un attacco in base alle informazioni ambientali rilevate dai sensori e a un profilo di obiettivo predeterminato<sup>60</sup>. L'elemento distintivo risiede dunque nel fatto che non sia l'operatore umano a scegliere il bersaglio specifico, né il momento o il luogo esatto dell'attacco. Il CICR, inoltre, preferisce l'uso della sigla "AWS" piuttosto che "LAWS" (*Lethal Autonomous Weapon Systems*), ritenendo l'aggettivo "letale" superfluo e fuorviante, in quanto la letalità non deriva dal design del sistema, bensì dall'impiego dell'arma<sup>61</sup>. Alla luce di questa definizione, alcuni sistemi già in uso, come il *Phalanx Close-In Weapon System*, il C-RAM, l'*Iron Dome* israeliano, l'*NBS Mantis* tedesco o il *Samsung SGR-1*, rientrano nella categoria di AWS, pur avendo prevalentemente funzioni difensive e un impiego limitato in contesti relativamente prevedibili<sup>62</sup>.

Le preoccupazioni espresse dal CICR sono molteplici e riguardano tanto la dimensione umanitaria, quanto quella legale ed etica. Una prima questione cruciale

---

<sup>59</sup> Cfr. D. Palmieri, *An institution standing the test of time? A review of 150 years of the history of the International Committee of the Red Cross*, in *International Review of the Red Cross*, vol. 94, n. 888, 2012, p. 1296.

<sup>60</sup> International Committee of the Red Cross. (2021). *ICRC position on autonomous weapon systems: ICRC position and background paper*. Geneva: ICRC.

<sup>61</sup> Boulainin, V., Bruun, L., & Goussac, N. (2021). *Autonomous weapon systems and international humanitarian law: Identifying limits and the required type and degree of human-machine interaction*. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI).

<sup>62</sup> Chesini, F. (2020). «"Terminator Scenario"? Intelligenza artificiale nel conflitto armato: Lethal Autonomous Weapons Systems e le risposte del diritto internazionale umanitario». *BioLaw Journal – Rivista di BioDiritto*, 3, 441–471.

concerne la perdita di controllo e giudizio umano sull'uso della forza. Delegare a una macchina la capacità di decidere chi e quando colpire solleva interrogativi di grande rilievo in merito alla protezione dei civili, all'escalation dei conflitti e, più in generale, alla compatibilità di tali armi con il diritto internazionale umanitario. Il rischio maggiore è che l'uso degli AWS comporti violazioni sistematiche dei principi cardine del DIU, in particolare quelli di distinzione, proporzionalità e precauzione<sup>63</sup>. Se già nei conflitti moderni, caratterizzati da scenari urbani congestionati e fluidi, l'applicazione di tali principi risulta complessa per gli operatori umani, l'affidamento a processi algoritmici riduce ulteriormente la possibilità di effettuare valutazioni contestuali e discrezionali, che sono tipicamente umane.

Alle problematiche giuridiche si aggiungono poi questioni etiche fondamentali. Il CICR ha sottolineato come l'uso di AWS, soprattutto se progettati per colpire direttamente esseri umani, rischi di ridurre la vita a meri dati sensoriali elaborati da un algoritmo, trasformando l'atto di uccidere in una procedura meccanica priva di valutazione morale<sup>64</sup>. Si parla in questo senso di una possibile “morte per algoritmo”<sup>65</sup>, che mina il principio di dignità umana e dissolve la connessione tra agenzia morale e responsabilità individuale. È infatti l'essere umano, e non la macchina, a possedere coscienza, discernimento ed esperienza necessari per prendere decisioni di vita o di morte.

Un ulteriore nodo riguarda il tema della responsabilità. L'autonomia degli AWS, unita alla complessità dei processi di sviluppo e impiego, rischia di produrre un effetto di “diluizione” della responsabilità, il cosiddetto problema delle *many hands*: diversi attori – programmati, produttori, comandanti e utilizzatori – concorrono alla catena causale, ma nessuno risulta individuabile come unico responsabile. Ciò si pone in evidente tensione con il principio secondo cui solo le persone fisiche possono essere chiamate a rispondere penalmente per violazioni del DIU<sup>66</sup><sup>67</sup>.

---

<sup>63</sup> International Committee of the Red Cross. (2021). *International Committee of the Red Cross (ICRC) position on autonomous weapon systems: ICRC position and background paper*.

<sup>64</sup> International Committee of the Red Cross. (2021). *International Committee of the Red Cross (ICRC) position on autonomous weapon systems: ICRC position and background paper*.

<sup>65</sup> Khalil, A., & Krishna Raj, S. A. (2024). Deployment of autonomous weapon systems in the warfare: Addressing accountability gaps and reformulating international criminal law. *Balkan Social Science Review*, 23, 261–285.

<sup>66</sup> Scherer, M. U. (2016). Regulating artificial intelligence systems: Risks, challenges, competencies, and strategies. *Harvard Journal of Law & Technology*, 29(2), 353–400.

<sup>67</sup> Sparrow, R. (2007). Killer robots. *Journal of Applied Philosophy*, 24(1), 62–77.

Alla luce di queste problematiche, il CICR ha ribadito la necessità di nuove norme giuridicamente vincolanti che vadano oltre l'attuale quadro normativo, ritenuto insufficiente. Le proposte principali includono il divieto degli AWS imprevedibili, a causa dei loro effetti intrinsecamente indiscriminati, e l'esclusione di quelli anti-personale, per motivi sia etici che giuridici<sup>68</sup>. Come precedenti, si richiama il bando delle mine antiuomo, che ha già riconosciuto l'inaccettabilità di strumenti che sottraggono all'uomo il controllo diretto dell'uso della forza. Per gli altri sistemi non proibiti, il CICR auspica una regolamentazione stringente che stabilisca limiti sui tipi di obiettivo, sulla durata e sull'ambito geografico delle operazioni, oltre a requisiti precisi per garantire un'effettiva supervisione umana e la possibilità di intervento o disattivazione in tempo reale<sup>69</sup>.

Nei forum internazionali, e in particolare nell'ambito del Gruppo di esperti governativi della CCW, il CICR ha svolto un ruolo centrale nel promuovere il concetto di Controllo umano significativo (*Meaningful Human Control, MHC*). Questo rappresenta, nelle parole del Comitato, il livello minimo di supervisione richiesto per garantire che l'uso degli AWS resti conforme al DIU<sup>70</sup>. Il MHC deve essere esercitato non solo nella fase di progettazione o programmazione, ma anche, e soprattutto, nel targeting e nell'esecuzione delle operazioni, poiché è in questi momenti che emergono i dilemmi di distinzione e proporzionalità<sup>71</sup>. Un controllo significativo richiede, pertanto, consapevolezza situazionale da parte dell'operatore, informazioni in tempo reale, collegamenti affidabili uomo-macchina e la possibilità concreta di annullare o modificare l'attacco<sup>72</sup>.

In questo quadro si inserisce anche il richiamo alla *clausola Martens*, che sancisce la permanenza dei “principi di umanità” e dei “dettami della coscienza pubblica” anche in assenza di norme specifiche. Tale clausola, più volte citata dal CICR e da altri

---

<sup>68</sup> International Committee of the Red Cross. (2021). *ICRC position on autonomous weapon systems: ICRC position and background paper*. *International Review of the Red Cross*, 102(915), 1335–1349.

<sup>69</sup> Boulainin, V., Bruun, L., & Goussac, N. (2021). *Autonomous weapon systems and international humanitarian law: Identifying limits and the required type and degree of human-machine interaction*. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI).

<sup>70</sup> International Committee of the Red Cross. (2021). *ICRC position on autonomous weapon systems: ICRC position and background paper*. *International Review of the Red Cross*, 102(915), 1335–1349.

<sup>71</sup> Boulainin, V., Bruun, L., & Goussac, N. (2021). *Autonomous weapon systems and international humanitarian law: Identifying limits and the required type and degree of human-machine interaction*. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI).

<sup>72</sup> Moyes, R., Nash, T., & Robinson, I. (2016). *Meaningful human control: The use of weapons in the twenty-first century*. Article 36.

studiosi, offre una base giuridico-etica su cui fondare l'inaccettabilità di un processo decisionale completamente sottratto al giudizio umano<sup>73</sup>.

---

<sup>73</sup> Sassòli, M. (2019). *International humanitarian law: Rules, controversies, and solutions to problems arising in warfare*. Edward Elgar Publishing.

## 2.2.2 IL COINVOLGIMENTO DEL SETTORE TECNOLOGICO CIVILE NELLO SVILUPPO E NELLA REGOLAMENTAZIONE DEI LAWS

Il settore tecnologico civile ha assunto negli ultimi decenni un ruolo di primo piano nello sviluppo e nel dibattito regolatorio sui sistemi d'arma letali autonomi. L'intelligenza artificiale, tecnologia cardine dei LAWS, è infatti un'innovazione a duplice uso, capace di generare applicazioni tanto nel campo civile quanto in quello militare<sup>74</sup>. Ne consegue che le imprese private, in particolare le grandi aziende tecnologiche, abbiano progressivamente acquisito una posizione strategica all'interno del complesso militare-industriale, condizionando non soltanto lo sviluppo tecnico ma anche le modalità di governance e regolamentazione internazionale<sup>75</sup>.

Il progresso dell'AI applicata ai sistemi d'arma è reso possibile in larga parte dal settore civile, che controlla l'intero "stack" tecnologico dell'intelligenza artificiale: dalla ricerca di base fino alle infrastrutture cloud necessarie a supportare reti neurali e processi di calcolo avanzati. Le imprese di *Big Tech*, oltre a possedere data center e competenze di ricerca senza pari, hanno investito in *start-up* dedicate ad applicazioni militari. Il risultato è che componenti *hardware* e *software* inizialmente pensati per applicazioni commerciali, come droni o veicoli autonomi, diventano sempre più facilmente adattabili all'impiego militare<sup>76</sup>.

Esemplare è il caso di *Project Maven*, programma del Dipartimento della Difesa statunitense per l'analisi di filmati di droni tramite algoritmi di riconoscimento visivo. Google, inizialmente coinvolta nello sviluppo, decise di non rinnovare il contratto a seguito delle proteste interne dei dipendenti, che contestavano il coinvolgimento diretto dell'azienda nel "business della guerra". Dopo il ritiro di Google, altre società come Amazon e Microsoft si sono inserite nel programma, ottenendo contratti analoghi nel campo della sorveglianza con droni<sup>77</sup>. Il legame tra *Big Tech* e difesa è

---

<sup>74</sup> Vincent, N. M. (2023). *In Corporate We Trust: The Reluctant Powers of the Civilian Tech Sector Around Autonomous Weapons Systems* [Master's thesis, Central European University].

<sup>75</sup> Maaser, L., & Verlaan, S. (2022, November). *Big Tech Goes to War: Uncovering the growing role of US and European technology firms in the military-industrial complex* (Studien 5/2022). Rosa-Luxemburg-Stiftung.

<sup>76</sup> González, R. J. (2023). *Militarising Big Tech: The rise of Silicon Valley's digital defence industry*. Transnational Institute

<sup>77</sup> Maaser, L., & Verlaan, S. (2022, November). *Big Tech Goes to War: Uncovering the growing role of US and European technology firms in the military-industrial complex* (Studien 5/2022). Rosa-Luxemburg-Stiftung.

emerso anche con progetti di più ampia portata, come il *Joint Enterprise Defense Infrastructure* (JEDI), un'iniziativa volta a creare un'infrastruttura di *cloud computing* su larga scala per le forze armate americane. Dopo una lunga disputa legale, il contratto fu assegnato a Microsoft, ma venne successivamente cancellato e sostituito con il *Joint Warfighting Cloud Capability* (JWCC), che ha coinvolto in modo congiunto Microsoft, Amazon, Oracle e Google Cloud<sup>78</sup>. Questi programmi testimoniano il ruolo strategico delle piattaforme di *cloud computing* nella modernizzazione dei sistemi di comando e comunicazione militari.

Accanto a tali progetti infrastrutturali, non mancano iniziative volte ad aumentare direttamente l'efficacia operativa delle forze armate. Microsoft, ad esempio, ha partecipato allo sviluppo di strumenti digitali destinati a potenziare la letalità e la consapevolezza situazionale dei soldati<sup>79</sup>. Sul piano internazionale, si registrano inoltre sistemi già operativi o in fase avanzata di sviluppo: tra questi, il drone *Harpy* dell'*Israeli Aerospace Industries*, progettato per colpire autonomamente i radar nemici, e il programma ATLAS (*Advanced Targeting and Lethality Automated System*) dell'esercito statunitense, che mira a dotare i veicoli da combattimento di capacità di identificazione e ingaggio di bersagli con una rapidità fino a tre volte superiore rispetto a quella di un operatore umano<sup>80</sup>.

Il ruolo delle grandi imprese tecnologiche nello sviluppo e nella regolamentazione dei sistemi d'arma letali autonomi non si esaurisce nella fornitura di strumenti e infrastrutture, ma si estende all'intera pianificazione dell'innovazione. Aziende come Google, Microsoft e Amazon controllano ormai l'intera “pila” dell'intelligenza artificiale, dallo sviluppo della ricerca di base fino alla gestione delle infrastrutture *cloud*, e si configurano come attori centrali del complesso militare-industriale contemporaneo<sup>81</sup>.

A rafforzare questa posizione concorrono figure di rilievo provenienti dal settore tecnologico, che hanno assunto un ruolo diretto nel dibattito e nella definizione delle

---

<sup>78</sup> Vincent, N. M. (2023). *In Corporate We Trust: The Reluctant Powers of the Civilian Tech Sector Around Autonomous Weapons Systems* [Master's thesis, Central European University].

<sup>79</sup> Smith, B. (2023). *Governing AI: A Blueprint for the Future*. Microsoft.

<sup>80</sup> Maaser, L., & Verlaan, S. (2022, November). *Big Tech Goes to War: Uncovering the growing role of US and European technology firms in the military-industrial complex* (Studien 5/2022). Rosa-Luxemburg-Stiftung.

<sup>81</sup> González, R. J. (2023). *Militarising Big Tech: The rise of Silicon Valley's digital defence industry*. Transnational Institute

strategie di sicurezza nazionale. Personalità come Elon Musk hanno contribuito a sensibilizzare l'opinione pubblica con prese di posizione critiche sui rischi delle armi autonome, firmando lettere aperte indirizzate alla comunità internazionale. Allo stesso tempo, Eric Schmidt, ex CEO di Google, ha assunto incarichi istituzionali di rilievo, presiedendo la *National Security Commission on Artificial Intelligence* (NSCAI). In tale veste ha promosso raccomandazioni al Dipartimento della Difesa e alla comunità d'intelligence statunitense per rendere le forze armate “*AI-ready*” entro il 2025, sollecitando nuovi investimenti in ricerca e sviluppo, partnership con università e imprese, e un rafforzamento della protezione dei diritti di proprietà intellettuale<sup>82</sup>. Questo processo segna una vera e propria inversione di ruolo rispetto al passato. Se nel XX secolo lo Stato di sicurezza nazionale statunitense era il principale pianificatore dell'innovazione militare, basti pensare al Progetto Manhattan o al sostegno ai semiconduttori durante la Guerra Fredda, oggi la guida dell'innovazione è passata alle grandi aziende tecnologiche private<sup>83</sup>. Queste ultime hanno colmato il vuoto lasciato dal progressivo calo degli investimenti pubblici in ricerca militare a lungo termine, imponendosi come protagoniste della pianificazione dell'IA e orientando di fatto l'evoluzione delle capacità belliche<sup>84</sup>. Grazie al controllo dei processi di innovazione continua e al possesso delle infrastrutture essenziali, le *Big Tech* hanno assunto un potere di indirizzo che, pur generando valore, tende anche a concentrarlo, limitando la diffusione della conoscenza e rafforzando le proprie posizioni di mercato<sup>85</sup>. Parallelamente, le aziende tecnologiche hanno sviluppato una fitta rete di partnership e acceleratori di difesa, sostenendo startup focalizzate sull'intelligenza artificiale applicata al settore militare e incentivando l'adozione dei propri servizi cloud da parte del comparto bellico<sup>86</sup>. Questa dinamica non solo consolida l'integrazione tra settore

---

<sup>82</sup> Rikap, C. (2024). *The US national security state and Big Tech: frenemy relations and innovation planning in turbulent times*. Institute for Innovation and Public Purpose, University College London; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>83</sup> Rikap, C. (2024). *The US national security state and Big Tech: frenemy relations and innovation planning in turbulent times*. Institute for Innovation and Public Purpose, University College London; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>84</sup> Vincent, N. M. (2023). *In Corporate We Trust: The Reluctant Powers of the Civilian Tech Sector Around Autonomous Weapons Systems* [Master's thesis, Central European University].

<sup>85</sup> González, R. J. (2023). *Militarising Big Tech: The rise of Silicon Valley's digital defence industry*. Transnational Institute

<sup>86</sup> Maaser, L., & Verlaan, S. (2022, November). *Big Tech Goes to War: Uncovering the growing role of US and European technology firms in the military-industrial complex* (Studien 5/2022). Rosa-Luxemburg-Stiftung.

civile e militare, ma conferisce alle imprese private un potere strutturale che influenza direttamente le politiche di difesa.

Il coinvolgimento delle società tecnologiche non si limita però alla sfera dello sviluppo: esse sono attori di rilievo anche nei dibattiti sulla regolamentazione dei LAWS. Negli ultimi anni, oltre 70 nazioni e numerose organizzazioni umanitarie hanno chiesto un divieto o comunque una regolamentazione vincolante dei sistemi d'arma autonomi<sup>87</sup>. A questa pressione si contrappongono le principali potenze militari, tra cui Stati Uniti, Regno Unito, Russia, Israele, Corea del Sud, India, Australia e Turchia, che rifiutano un bando generalizzato sostenendo, da un lato, che l'attuale diritto internazionale umanitario fornisca già un quadro normativo sufficiente, e dall'altro che i LAWS, se impiegati correttamente, potrebbero persino garantire una maggiore conformità ai principi del diritto bellico, riducendo errori ed emozioni umane sul campo<sup>88</sup>.

Ne emerge dunque un quadro nel quale le aziende private si collocano al crocevia tra innovazione tecnologica, interessi di mercato e politiche di sicurezza, esercitando un'influenza crescente tanto sullo sviluppo materiale dei LAWS quanto sulla definizione delle cornici normative che dovrebbero regolarne l'impiego<sup>8990</sup>.

---

<sup>87</sup> Roff, H. M., & Moyes, R. (2016, April). *Meaningful Human Control, Artificial Intelligence and Autonomous Weapons*. Briefing paper prepared for the Informal Meeting of Experts on Lethal Autonomous Weapons Systems, UN Convention on Certain Conventional Weapons.

<sup>88</sup> Vincent, N. M. (2023). *In Corporate We Trust: The Reluctant Powers of the Civilian Tech Sector Around Autonomous Weapons Systems* [Master's thesis, Central European University].

<sup>89</sup> Maaser, L., & Verlaan, S. (2022, November). *Big Tech Goes to War: Uncovering the growing role of US and European technology firms in the military-industrial complex* (Studien 5/2022). Rosa-Luxemburg-Stiftung.

<sup>90</sup> González, R. J. (2023). *Militarising Big Tech: The rise of Silicon Valley's digital defence industry*. Transnational Institute

## 2.2.3 L'INIZIATIVA "CAMPAIGN TO STOP KILLER ROBOTS"

La *Campaign to Stop Killer Robots* rappresenta oggi uno degli attori principali nel dibattito internazionale sui sistemi d'arma letali autonomi. Si tratta di una coalizione globale di organizzazioni non governative nata nell'ottobre 2012 e presentata pubblicamente l'anno successivo, è stata modellata sull'esperienza di precedenti campagne umanitarie di successo, come quelle per il bando delle mine antiuomo o delle munizioni a grappolo<sup>91</sup>. L'obiettivo dichiarato è l'adozione di un divieto preventivo e globale sullo sviluppo, la produzione e l'impiego di armi completamente autonome, ponendo al centro dell'argomentazione la necessità di mantenere l'essere umano nel ciclo decisionale dell'uso della forza<sup>92</sup>.

Le posizioni della KRC si articolano su tre piani principali: giuridico, etico e di sicurezza internazionale.

Sul piano giuridico, la campagna sostiene che le decisioni di vita o di morte non possano essere affidate a macchine prive di discernimento morale, in quanto solo gli esseri umani sono in grado di applicare correttamente i principi del diritto internazionale umanitario e sottolinea inoltre che le attuali capacità tecnologiche non garantiscono il rispetto dei principi di distinzione e proporzionalità, alimentando il rischio di un vero e proprio "vuoto di responsabilità" in caso di violazioni o danni ai civili<sup>93</sup>.

Sotto il profilo etico, il ricorso a sistemi capaci di colpire in maniera autonoma rappresenta una violazione della dignità umana: l'uomo rischia di essere ridotto a un semplice oggetto nelle dinamiche di selezione dei bersagli. L'assenza di empatia e compassione nei robot solleva timori sul loro impiego come strumenti di repressione o di dittatura, rafforzando l'idea che la delega della vita e della morte a un algoritmo costituisca una soglia invalicabile<sup>94</sup>.

---

<sup>91</sup> Rosert, E., & Sauer, F. (2020). How (not) to stop the killer robots: A comparative analysis of humanitarian disarmament campaign strategies. *Contemporary Security Policy*, 42(1), 4–29.

<sup>92</sup> Gubrud, M. (2014). Stopping killer robots. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 70(1), 32–42.

<sup>93</sup> Gubrud, M. (2014). Stopping killer robots. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 70(1), 32–42.

<sup>94</sup> Carpenter, C. (2016). Rethinking the political / -science- / fiction nexus: Global policy making and the campaign to stop killer robots. *American Political Science Association*, 14(1), 53–69.

Infine, in termini di sicurezza internazionale, la KRC richiama l'attenzione sui rischi di proliferazione incontrollata e di destabilizzazione strategica. L'abbassamento della soglia all'uso della forza, reso possibile dalla riduzione dei rischi per i militari coinvolti, potrebbe rendere la guerra più probabile e la crescente autonomia delle armi rischia di alimentare nuove corse agli armamenti e di accelerare i tempi di escalation in scenari di crisi<sup>95</sup>.

La KRC ha adottato un approccio multidimensionale per portare la questione all'attenzione globale. Sul piano organizzativo, ha costruito una vasta coalizione di oltre 160 ONG in 66 paesi, ottenendo il sostegno di attori istituzionali e figure di spicco: dal Relatore speciale ONU sulle esecuzioni extragiudiziali al Segretario Generale António Guterres, fino a esperti di intelligenza artificiale e leader del settore tecnologico come Elon Musk. L'ICRC, in qualità di custode del diritto umanitario, ha fornito ulteriore legittimazione normativa e diplomatica<sup>96</sup>.

Accanto al lavoro diplomatico, la campagna ha puntato molto sulla sensibilizzazione dell'opinione pubblica. Attraverso un uso intensivo dei social media, video virali come *Slaughterbots*, eventi collaterali presso i forum ONU e richiami alla cultura popolare, la KRC ha cercato di trasformare una questione altamente tecnica in un dibattito accessibile e emotivamente coinvolgente. I sondaggi d'opinione condotti in diversi paesi mostrano in effetti una crescente opposizione all'uso di armi completamente autonome<sup>97</sup>.

Sul piano comunicativo, la campagna ha fatto ricorso a un preciso lavoro di framing: l'uso del termine “*robot killer*” ha semplificato e reso immediato il messaggio, pur con il rischio di esporlo a critiche per eccesso di “fantascienza”<sup>98</sup>. Per contrastare questa percezione, la KRC ha adottato una strategia di “*de-scienza-fictionalizzazione*”, insistendo sulla realtà concreta delle armi già esistenti e su esempi di tecnologie in fase avanzata di sviluppo<sup>99</sup>.

---

<sup>95</sup> Gubrud, M. (2014). Stopping killer robots. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 70(1), 32–42.

<sup>96</sup> Rosert, E., & Sauer, F. (2020). How (not) to stop the killer robots: A comparative analysis of humanitarian disarmament campaign strategies. *Contemporary Security Policy*, 42(1), 4–29.

<sup>97</sup> Carpenter, C. (2016). Rethinking the political / -science- / fiction nexus: Global policy making and the campaign to stop killer robots. *American Political Science Association*, 14(1), 53–69.

<sup>98</sup> Rosert, E., & Sauer, F. (2020). How (not) to stop the killer robots: A comparative analysis of humanitarian disarmament campaign strategies. *Contemporary Security Policy*, 42(1), 4–29.

<sup>99</sup> Carpenter, C. (2016). Rethinking the political / -science- / fiction nexus: Global policy making and the campaign to stop killer robots. *American Political Science Association*, 14(1), 53–69.

Il principale spazio di discussione sulla regolamentazione dei LAWS è rappresentato dalla Convenzione ONU su Certe armi convenzionali (CCW) di Ginevra, che dal 2014 ha istituito un Gruppo di esperti governativi dedicato alla questione. Nonostante ciò, i progressi sono stati limitati: il principio del consenso che governa il CCW rende difficile adottare decisioni rapide e vincolanti, mentre le potenze militari più influenti si oppongono a un bando totale<sup>100</sup>.

La KRC ha espresso più volte frustrazione per la lentezza del processo e ha iniziato a valutare percorsi alternativi al di fuori delle Nazioni Unite, pur riconoscendo che al momento mancano le condizioni politiche per un'iniziativa autonoma. In tale contesto, la campagna ha proposto di spostare l'attenzione da un divieto assoluto, difficile da realizzare, alla codificazione del principio di “controllo umano significativo” come requisito normativo vincolante<sup>101</sup>.

Non mancano, tuttavia, critiche alla strategia della coalizione. L'aver modellato la campagna su precedenti come il bando delle mine antiuomo o delle munizioni a grappolo rischia di essere fuorviante: i LAWS sono tecnologie molto più astratte e difficili da stigmatizzare, prive di impatti tangibili e immagini iconiche capaci di suscitare immediata indignazione. Inoltre, il ricorso a metafore fortemente allarmanti, come l'assimilazione ai “*Terminator*”, se da un lato attira l'attenzione, dall'altro può minare la credibilità del messaggio presso decisori e opinione pubblica più scettici<sup>102</sup>.

---

<sup>100</sup> Rosert, E., & Sauer, F. (2020). How (not) to stop the killer robots: A comparative analysis of humanitarian disarmament campaign strategies. *Contemporary Security Policy*, 42(1), 4–29.

<sup>101</sup> Solovyeva, A., & Hynek, N. (2023). When stigmatization does not work: over-securitization in efforts of the Campaign to Stop Killer Robots. *AI & Society*, 38, 2547–2569.

<sup>102</sup> Solovyeva, A., & Hynek, N. (2023). When stigmatization does not work: over-securitization in efforts of the Campaign to Stop Killer Robots. *AI & Society*, 38, 2547–2569.

## 2.3 SFIDE E LIMITI DELLA REGOLAMENTAZIONE

### 2.3.1 LA MANCANZA DI UN CONSENSO GLOBALE

Il dibattito internazionale sui sistemi d'arma letali autonomi (LAWS) rappresenta oggi uno dei campi più complessi del diritto e delle relazioni internazionali, caratterizzato da divisioni profonde e da progressi molto lenti verso un consenso effettivo in grado di dare vita a una regolamentazione condivisa<sup>103</sup>. La questione fondamentale, che emerge con forza sin dalle prime discussioni, riguarda l'assenza di una definizione universalmente accettata di cosa debba intendersi per LAWS e, più in generale, di cosa significhi “autonomia” in questo contesto. Tale mancanza costituisce uno degli ostacoli principali all'avanzamento dei negoziati, poiché gli Stati e le organizzazioni internazionali tendono ad adottare definizioni che pongono l'accento su aspetti diversi della tecnologia. Questa pluralità di approcci, unita al rapido sviluppo dell'intelligenza artificiale e della robotica, rende estremamente complessa la possibilità di raggiungere una comprensione comune<sup>104</sup>. Non è un caso che alcuni Stati sviluppatori abbiano mostrato interesse a rallentare i lavori in sede CCW insistendo sulla necessità di giungere preliminarmente a una definizione precisa, evitando in tal modo di aprire subito il confronto sulla possibilità di adottare norme vincolanti<sup>105</sup>.

Le definizioni elaborate dai diversi attori internazionali mostrano chiaramente questa frammentazione. Gli Stati Uniti definiscono un sistema d'arma autonomo come un dispositivo che, una volta attivato, è in grado di selezionare e colpire un bersaglio senza ulteriore intervento umano. Tale definizione comprende anche i sistemi supervisionati da operatori che conservano la possibilità di annullare l'azione, pur lasciando che il processo di selezione e ingaggio si sviluppi senza ulteriori input. Questo approccio ha portato all'introduzione della nota distinzione tra armi “*in-the-loop*”, “*on-the-loop*” e “*out-of-the-loop*”, a seconda del grado di coinvolgimento

---

<sup>103</sup> Boulanin, V., Bruun, L., & Goussac, N. (2021). *Autonomous Weapon Systems and International Humanitarian Law: Identifying Limits and the Required Type and Degree of Human-Machine Interaction*. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI).

<sup>104</sup> Amoroso, D., & Tamburrini, G. (2018). Le implicazioni etico-giuridiche delle nuove tecnologie robotiche ed informatiche in campo militare tra Lex Lata e Lex Ferenda. *In Circolo*, (6), 109-118.

<sup>105</sup> Chesini, F. (n.d.). «Terminator Scenario?» Intelligenza artificiale nel conflitto armato: Lethal Autonomous Weapons Systems e le risposte del diritto internazionale umanitario. *AI & Law*, 441-471.

umano nel processo decisionale<sup>106</sup>. Il Regno Unito, invece, insiste su una definizione che valorizza le capacità cognitive del sistema, descrivendo come autonomo quello in grado di comprendere intenzioni e direttive di alto livello e di agire in conseguenza della percezione dell’ambiente per raggiungere uno stato desiderato. Tale prospettiva è stata criticata per il rischio di “definire via” le difficoltà, introducendo elementi di comprensione e intenzionalità difficilmente verificabili. La Francia, assumendo una posizione restrittiva, considera i LAWS come sistemi futuri che ancora non esistono, scelta che di fatto esclude dall’attuale dibattito giuridico ed etico i sistemi già in fase di sviluppo. La NATO propone una definizione ampia e generica, secondo cui un AWS è un sistema che decide e agisce per raggiungere obiettivi predefiniti basandosi su conoscenze acquisite e su una consapevolezza situazionale in evoluzione, seguendo un percorso d’azione ritenuto ottimale ma al tempo stesso potenzialmente imprevedibile. Anche questa impostazione è stata criticata perché troppo vaga per costituire un punto di riferimento operativo. Più aderente alla realtà tecnologica è invece la proposta del Comitato Internazionale della Croce Rossa, che identifica come LAWS i sistemi dotati di autonomia nelle cosiddette funzioni critiche, cioè nella capacità di selezionare e attaccare un obiettivo senza alcun intervento umano<sup>107</sup>. La Svizzera ha proposto una definizione affine, concentrandosi sulle capacità di svolgere compiti regolati dal diritto internazionale umanitario nel ciclo di targeting, in sostituzione totale o parziale dell’uomo, pur ammettendo la necessità di ulteriori precisazioni. La Cina ha sostenuto il divieto d’uso di armi pienamente autonome ma non del loro sviluppo, considerando autonome soltanto le armi capaci di svolgere in completa indipendenza tutte le fasi del ciclo d’impiego, incluse le funzioni critiche di selezione e attacco. La Germania ha definito i LAWS come sistemi che escludono completamente il fattore umano dalle decisioni sul loro impiego, distinguendoli dalle tecnologie emergenti, come l’intelligenza artificiale e l’autonomia in senso lato, che possono comunque essere impiegate in conformità al diritto internazionale. La Russia, infine, ha chiesto che la definizione sia sufficientemente dettagliata da descrivere le tipologie di armi, le condizioni di produzione, test e impiego, tenendo

---

<sup>106</sup> Reeves, S. R., Alcala, R. T. P., & McCarthy, A. (n.d.). Challenges in Regulating Lethal Autonomous Weapons Under International Law. (Pagine 101-118)

<sup>107</sup> International Committee of the Red Cross. (2021). *ICRC position on autonomous weapon systems*.

conto degli sviluppi futuri, restando universale per la comunità di esperti e, al tempo stesso, evitando di frenare il progresso tecnologico pacifico<sup>108</sup>. Il problema, dunque, non riguarda soltanto la varietà delle definizioni ma anche la natura stessa dell'autonomia, che a differenza delle armi tradizionali si presenta come una funzione flessibile, graduabile e aggiuntiva. Ciò rende difficile individuare e categorizzare con precisione i LAWS sulla base di caratteristiche esteriori e ostacola il processo di stigmatizzazione che invece è stato possibile in passato per le mine antiuomo o per i laser accecanti<sup>109</sup>.

In parallelo alla questione definitoria, si sviluppa il confronto politico sulla necessità di nuove leggi o sulla sufficienza del diritto internazionale umanitario vigente. Stati come Stati Uniti, Regno Unito e Russia hanno sempre respinto l'ipotesi di aprire negoziati per un trattato dedicato, giudicandolo prematuro e non necessario. A loro avviso, le norme già esistenti sul conflitto armato sono idonee a regolare anche i sistemi autonomi. Washington ha addirittura sostenuto che l'impiego di LAWS potrebbe migliorare la conformità alle leggi di guerra grazie a una maggiore precisione nella selezione dei bersagli e a una riduzione delle vittime civili<sup>110</sup>. La posizione di questi paesi riflette una consolidata riluttanza a sottoscrivere strumenti troppo restrittivi che possano incidere negativamente sulle proprie capacità militari, soprattutto in scenari dove gli avversari continuano a sviluppare la tecnologia<sup>111</sup>. Accanto a queste posizioni si collocano Stati che, pur riconoscendo l'esigenza di mantenere un controllo umano sull'uso della forza, sottolineano che tale controllo non deve compromettere la missione. La Finlandia ha segnalato che, pur ammettendo un potere di annullamento da parte dell'operatore, questo potrebbe incontrare limiti reali e portare a un “punto di non ritorno”. La Polonia ha chiarito che il controllo umano deve essere mantenuto “nella misura in cui sia possibile senza compromettere la missione”, poiché un eccesso di supervisione rischia di ridurne l'efficacia. Altri paesi,

---

<sup>108</sup> Goussac, N., & Pacholska, M. (2024). *The Interpretation and Application of International Humanitarian Law in Relation to Lethal Autonomous Weapon Systems: Background paper on the views of States, scholars and other experts*. United Nations Institute for Disarmament Research (UNIDIR)

<sup>109</sup> Chesini, F. (n.d.). «Terminator Scenario?» Intelligenza artificiale nel conflitto armato: Lethal Autonomous Weapons Systems e le risposte del diritto internazionale umanitario. *AI & Law*, 441-471.

<sup>110</sup> Reeves, S. R., Alcala, R. T. P., & McCarthy, A. (n.d.). Challenges in Regulating Lethal Autonomous Weapons Under International Law. (Pagine 101-118)

<sup>111</sup> Bode, I., & Huelss, H. (2018). Autonomous weapons systems and changing norms in international relations. *Review of International Studies*, 44(3), 393–413.

infine, hanno proposto di adottare dichiarazioni politiche o strumenti non vincolanti per riaffermare l'importanza del controllo umano e guidare l'uso della tecnologia nel rispetto dei principi del diritto bellico<sup>112</sup>. Sul versante opposto, un ampio gruppo di Stati, sostenuto da organizzazioni non governative e da alcune imprese, ha espresso la necessità di un divieto preventivo delle armi completamente autonome. Almeno ventisei paesi hanno formalmente richiesto tale divieto. La Cina, pur mantenendo la sua posizione intermedia, ha sostenuto la proibizione dell'uso ma non dello sviluppo. Un gruppo di circa trenta Stati, perlopiù appartenenti al Sud globale, con l'Austria come unica eccezione nell'Unione Europea, ha chiesto l'apertura immediata di negoziati per uno strumento giuridicamente vincolante che imponga il mantenimento di un controllo umano significativo. Anche il movimento dei Paesi non allineati ha sottolineato la necessità di una regolamentazione<sup>113</sup>. Il punto critico rimane il fatto che, sebbene il diritto internazionale umanitario si applichi pienamente ai LAWS, il concetto di controllo umano significativo non è ancora un principio legalmente vincolante. Da ciò discende l'argomento, avanzato dai sostenitori di un divieto, secondo cui l'attuale quadro normativo non è sufficiente a regolare i sistemi autonomi<sup>114</sup>.

Il nodo degli interessi nazionali pesa in modo decisivo. I LAWS sono infatti percepiti come in grado di garantire vantaggi operativi considerevoli. Essi promettono una maggiore precisione nell'individuazione dei bersagli, con la possibilità di ridurre le vittime civili e i danni collaterali, migliorando così non solo la conformità al diritto ma anche l'accettabilità politica e sociale delle operazioni. A questo si aggiungono efficienza, riduzione dei costi nel lungo periodo e, soprattutto, la drastica diminuzione delle perdite umane nelle proprie forze armate, da sempre obiettivo centrale nella dottrina militare. I sistemi autonomi, inoltre, consentono di superare i limiti umani legati ai tempi di reazione, alle emozioni o alla disobbedienza, permettendo operazioni più rapide, prevedibili e continuative. La capacità di operare in ambienti pericolosi o

---

<sup>112</sup> Roff, H. M., & Moyes, R. (2016). *Meaningful Human Control, Artificial Intelligence and Autonomous Weapons*. Briefing paper prepared for the Informal Meeting of Experts on Lethal Autonomous Weapons Systems, UN Convention on Certain Conventional Weapons.

<sup>113</sup> Rosert, E., & Sauer, F. (2020). How (not) to stop the killer robots: A comparative analysis of humanitarian disarmament campaign strategies. *Contemporary Security Policy*, 42(1), 4–29.

<sup>114</sup> Boulain, V., Bruun, L., & Goussac, N. (2021). *Autonomous Weapon Systems and International Humanitarian Law: Identifying Limits and the Required Type and Degree of Human–Machine Interaction*. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI).

inaccessibili agli uomini rappresenta un ulteriore incentivo. In un contesto di crescente competizione tra grandi potenze, in particolare tra Stati Uniti e Cina, si rafforza la convinzione che i LAWS possano assicurare un vantaggio strategico decisivo. Ciò riduce l'interesse a sostenere strumenti di controllo, che storicamente vengono presi in considerazione solo dopo che le principali potenze hanno già consolidato il dominio su nuove tecnologie, come avvenne nel caso dell'energia nucleare<sup>115</sup>. Lo sviluppo dei sistemi autonomi, inoltre, è spesso protetto dalla riservatezza, rendendo difficile valutare con precisione le reali capacità dei vari paesi<sup>116</sup>.

Alcuni esempi mostrano come i LAWS siano già in uso o in fase di sviluppo. Sul piano difensivo, sistemi come il *Phalanx CIWS* della Marina statunitense, il *C-RAM* impiegato in Afghanistan, l'*Iron Dome* israeliano, l'*NBS Mantis* tedesco e il *Samsung SGR-1* sudcoreano rappresentano applicazioni già operative e generalmente accettate, poiché supervisionate da operatori umani e finalizzate a contrastare minacce in arrivo. Anche la munizione circuitante *Harpy*, sviluppata in Israele, è un esempio di arma autonoma già utilizzata. Sul piano offensivo, si collocano invece prototipi come l'*X-47B* statunitense e il *Taranis* britannico, droni progettati per attacchi autonomi ma ancora soggetti a un'autorizzazione umana, e il programma *ATLAS* dell'esercito USA, destinato a sviluppare veicoli capaci di acquisire, identificare e colpire obiettivi con una velocità tripla rispetto ai processi manuali. Anche il gruppo *Kalashnikov* ha annunciato lo sviluppo di armi pienamente autonome basate su reti neurali.

L'inerzia istituzionale costituisce un ulteriore fattore di complessità. Dal 2017 il Gruppo di esperti governativi della CCW ha affrontato in modo ricorrente le questioni tecniche, giuridiche ed etiche relative ai LAWS, ma senza giungere a un consenso sulle questioni centrali. Il Segretario Generale delle Nazioni Unite, António Guterres, ha più volte richiamato gli Stati alla necessità di compromesso, creatività e volontà politica, sottolineando l'urgenza di decisioni concrete, ma la comunità internazionale non è riuscita a convergere su una regolamentazione significativa. La regola del consenso

---

<sup>115</sup> Bruun, L. (2024). *Towards a Two-Tiered Approach to Regulation of Autonomous Weapon Systems: Identifying Pathways and Possible Elements*. SIPRI.

<sup>116</sup> Chesini, F. (n.d.). «Terminator Scenario?» Intelligenza artificiale nel conflitto armato: Lethal Autonomous Weapons Systems e le risposte del diritto internazionale umanitario. *AI & Law*, 441-471.

che governa la CCW rappresenta un ostacolo strutturale: la necessità dell'unanimità permette a pochi Stati contrari di bloccare l'adozione di strumenti vincolanti. A ciò si aggiunge la diversità di prospettive politiche e giuridiche tra i partecipanti, che rende difficile costruire una comprensione comune. Non sorprende che alcune ONG abbiano criticato il processo del GGE definendolo lento e poco ambizioso<sup>117</sup>. Le discussioni alla CCW hanno spesso sofferto per la mancanza di un consenso concettuale sull'autonomia, anche se negli ultimi anni si è registrato uno spostamento da concezioni filosofiche e antropomorfe a un'attenzione più concreta alle dinamiche dell'interazione uomo-macchina<sup>118</sup>. La storia dimostra che, in presenza di stalli prolungati, Stati e ONG hanno talvolta scelto di agire al di fuori del quadro ONU, come accadde con il Processo di Ottawa, che portò al divieto delle mine antiuomo dopo il fallimento della Conferenza di revisione della CCW del 1996, e con il Processo di Oslo, che sfociò nella Convenzione sulle munizioni a grappolo del 2008. Entrambe le esperienze furono caratterizzate da maggiore trasparenza, inclusività e possibilità di decisioni a maggioranza qualificata. Tuttavia, nel caso dei LAWS, le condizioni per uno spostamento del processo in altra sede non sembrano ancora mature: manca uno "stato campione" disposto a farsi promotore e non si è ancora formata una massa critica di Stati favorevoli al divieto. Nonostante ciò, il dibattito ha prodotto alcuni elementi incoraggianti, come il crescente consenso intorno all'idea che il quadro normativo e operativo che governa i LAWS debba essere sviluppato ulteriormente e che un approccio a due livelli, con divieti per alcune categorie o usi e limiti stringenti per altri, possa rappresentare una via percorribile<sup>119</sup>. È in questo contesto che si è affermato il principio del controllo umano significativo, visto come elemento imprescindibile per mantenere l'essere umano al centro delle decisioni sull'uso della forza<sup>120</sup>. La sua codificazione come requisito fondamentale nel diritto internazionale

---

<sup>117</sup> Carpenter, C. (n.d.). Rethinking the Political Science-Fiction Nexus: Global Policy Making and the Campaign to Stop Killer Robots.

<sup>118</sup> Goussac, N., & Pacholska, M. (2024). The Interpretation and Application of International Humanitarian Law in Relation to Lethal Autonomous Weapon Systems: Background paper on the views of States, scholars and other experts. United Nations Institute for Disarmament Research (UNIDIR)

<sup>119</sup> Bruun, L. (2024). Towards a Two-Tiered Approach to Regulation of Autonomous Weapon Systems: Identifying Pathways and Possible Elements. SIPRI.

<sup>120</sup> Roff, H. M., & Moyes, R. (2016). Meaningful Human Control, Artificial Intelligence and Autonomous Weapons. Briefing paper prepared for the Informal Meeting of Experts on Lethal Autonomous Weapons Systems, UN Convention on Certain Conventional Weapons.

umanitario è sempre più considerata una raccomandazione necessaria per evitare che l'autonomia prenda il sopravvento senza limiti né responsabilità<sup>121</sup>.

---

<sup>121</sup> Amoroso, D., & Tamburrini, G. (2018). Le implicazioni etico-giuridiche delle nuove tecnologie robotiche ed informatiche in campo militare tra Lex Lata e Lex Ferenda. InCircolo, (6), 109-118.

### 2.3.2 IL DILEMMA DEL CONTROLLO UMANO E LA RESPONSABILITÀ GIURIDICA

La discussione sulla responsabilità e sul controllo dei sistemi d'arma autonomi si articola lungo due direttive strettamente connesse: da un lato la responsabilità giuridica per gli effetti prodotti da tali sistemi, dall'altro il dilemma del controllo umano significativo sulle loro funzioni critiche. Poiché una macchina non può essere titolare di colpa o responsabilità penale, l'onere di rispondere delle violazioni del diritto internazionale umanitario resta in capo alle persone; la questione diventa allora come configurare regole, processi e interfacce tali da preservare un effettivo nesso tra decisione umana e uso della forza<sup>122</sup>.

Nel quadro della responsabilità internazionale dello Stato, ogni violazione attribuibile ad esso può emergere in diverse fasi del ciclo di vita di un sistema autonomo, inclusi sviluppo, acquisizione e impiego operativo. L'angolo visuale resta quello dei principi cardine del DIU, distinzione, proporzionalità, precauzione e necessità militare, che gli LAWS mettono sotto pressione in modi specifici<sup>123</sup>. Il principio di distinzione impone di separare in ogni momento civili e beni civili da combattenti e obiettivi militari: tradurlo in regole computabili incontra il limite della mancanza, nei sistemi attuali, di buon senso, comprensione contestuale e capacità di cogliere intenzioni e stati mentali (per esempio la partecipazione diretta alle ostilità o lo stato di *hors de combat*). La natura asimmetrica di molti conflitti contemporanei, con combattenti che operano tra i civili, accresce questa difficoltà. È stato osservato che macchine non soggette a paura o collera potrebbero attendere più a lungo prima di ingaggiare, ma resta il problema del riconoscimento di segnali umani (resa, panico, ambiguità) che sfuggono ai modelli. Ancora più impegnativo è il principio di proporzionalità, che richiede un giudizio *ex ante*, qualitativo e contestuale sulla non eccessività del danno collaterale rispetto al vantaggio militare atteso: una valutazione che non si riduce a calcoli numerici, perché confronta grandezze eterogenee (vita umana e vantaggio operativo). Se alcuni

---

<sup>122</sup> Bo, M., Bruun, L., & Boularin, V. (2022, October). *Retaining human responsibility in the development and use of autonomous weapon systems: On accountability for violations of international humanitarian law involving AWS* (Report). Stockholm International Peace Research Institute.

<sup>123</sup> Chengeta, T. (2017). Defining the emerging notion of “meaningful human control” in weapon systems. *International Law and Politics*, 49, 833–889.

strumenti possono stimare il danno materiale (si pensi a calcolatori del danno collaterale come il CDEM), il valore militare resta refrattario a standardizzazioni; in più, il rischio di bias algoritmici può introdurre distorsioni nei pesi assegnati a soggetti o categorie diverse<sup>124</sup>. Il principio di precauzione, che impone “costante attenzione” per minimizzare i danni ai civili, comprende obblighi di scelta dei mezzi e metodi, di allertamento e, se necessario, di sospensione o cancellazione dell’attacco quando mutano le condizioni: richiede dunque capacità di percepire variazioni di contesto e di anticiparne gli esiti, un campo in cui gli attuali approcci di apprendimento automatico mostrano opacità e imprevedibilità. È vero che sistemi non soggetti all’istinto di autoconservazione possono, in astratto, tollerare maggior rischio per sé e aumentare le cautele verso i civili; ma la condizione è che restino davvero controllabili. Infine, il principio di necessità militare, nella sua componente restrittiva, esige di astenersi da violenze non necessarie e di riconoscere la resa: capacità che l’AI non possiede, con la conseguenza che l’impiego legittimo degli LAWS appare oggi confinato a contesti “macchina contro macchina” o contro piattaforme telecomandate; anche l’idea di segnali elettronici di resa presenta incognite pratiche.

A queste coordinate sostanziali si somma l’obbligo procedurale di revisione giuridica ex articolo 36 del Protocollo aggiuntivo I, volto a stabilire se una nuova arma, un mezzo o un metodo di guerra siano vietati o soggetti a condizioni; nell’ecosistema autonomo, però, la tradizionale distinzione tra caratteristiche intrinseche dell’arma (oggetto della revisione) e modo d’impiego (oggetto della consulenza legale operativa) si confonde, perché l’autonomia intreccia design, dati, addestramento e contesto d’uso<sup>125</sup>. Sul terreno della responsabilità, proprio l’imprevedibilità residua e la distribuzione delle scelte lungo catene decisionali complesse alimentano il noto problema delle “molte mani”: programmatore, collaudatore, comandanti, operatori concorrono causalmente, ma nessuno appare come unico responsabile. Tra le soluzioni discusse figurano l’estensione della responsabilità di comando, una responsabilità dei produttori (con chiari limiti e possibili effetti disincentivanti), la teoria della *joint criminal enterprise*, o

---

<sup>124</sup> Walker-Munro, B., & Assaad, Z. (2023). *The guilty (silicon) mind: Blameworthiness and liability in human-machine teaming*

<sup>125</sup> Bo, M., Bruun, L., & Boulainin, V. (2022, October). *Retaining human responsibility in the development and use of autonomous weapon systems: On accountability for violations of international humanitarian law involving AWS* (Report). Stockholm International Peace Research Institute.

il ricorso alla responsabilità internazionale dello Stato anche per omissioni facilitanti (mancate revisioni, difetti organizzativi). Proposte come la responsabilità oggettiva o l'attribuzione di personalità giuridica alle macchine vengono per lo più respinte perché in tensione con i principi di colpevolezza e con la funzione preventiva della sanzione. Il dibattito intercetta un profilo ulteriore, quello della dignità: delegare a un algoritmo la decisione di vita o di morte è percepito come oltrepassamento di una soglia etico-giuridica, poiché priva la vittima della possibilità di appellarsi all'umanità del nemico<sup>126</sup>. Da qui i frequenti richiami alla *clausola Martens*, che, in assenza di norme specifiche, mantiene in campo i principi di umanità e i dettami della coscienza pubblica e viene invocata come possibile base per escludere impieghi “out-of-the-loop”.

Su questo sfondo prende forma la nozione di controllo umano significativo, che molti considerano la via maestra per conciliare l'impiego di capacità autonome con l'esigenza di responsabilità e conformità giuridica<sup>127</sup>. Non basta inserire una figura umana “nel ciclo” in modo rituale: serve un potere di intervento effettivo, informazione adeguata sul funzionamento del sistema e sul contesto, canali affidabili per esercitare un voto tempestivo, e consapevolezza dei limiti del sistema e dei rischi cognitivi, come il bias da automazione, che possono portare l'operatore ad assumere acriticamente la proposta della macchina<sup>128</sup>. L'MHC non può restare confinato alle fasi di progettazione o acquisizione: deve estendersi al targeting e alla condotta delle operazioni, proprio perché il campo di battaglia è dinamico e gli obblighi di distinzione, proporzionalità e precauzione non si lasciano ridurre a codici statici. Resta controverso che l'MHC sia già imposto dal diritto vigente, le regole dell'DIU dettano standard di diligenza e risultati, non necessariamente mezzi, ma il consenso politico-diplomatico si sta orientando verso l'esigenza di preservare un ruolo umano sostanziale, modulando il grado di autonomia anche in ragione del contesto (maggiore, ad esempio, in sistemi difensivi a ingaggio ravvicinato).

---

<sup>126</sup> Roff, H. M. (2016, December). *Meaningful Human Control or Appropriate Human Judgment? The Necessary Limits on Autonomous Weapons* (Briefing paper prepared for the Review Conference of the Convention on Conventional Weapons).

<sup>127</sup> Roff, H. M., & Moyes, R. (2016, April). *Meaningful Human Control, Artificial Intelligence and Lethal Autonomous Weapons* (Briefing paper prepared for the Informal Meeting of Experts on Lethal Autonomous Weapons Systems, UN Convention on Certain Conventional Weapons).

<sup>128</sup> Chengeta, T. (2017). Defining the emerging notion of “meaningful human control” in weapon systems. *International Law and Politics*, 49, 833–889.

Una difficoltà peculiare emerge nella gestione dei sistemi a sciame: l'elevata complessità, le dinamiche emergenti tra i nodi, le interruzioni di comunicazione e il carico cognitivo per gli operatori rendono arduo mantenere un quadro mentale dello stato dello sciame e prevederne le risposte; ne derivano rischi di escalation non voluta, fratricidio o ingaggi impropri, con una diffusa sensazione di responsabilità diluita<sup>129</sup>. Per ridurre tali rischi, è stata proposta l'adozione di "direttive di controllo avanzate": strumenti contrattuali e procedurali che consentono ai comandanti di "uscire dal tempo reale" fissando in anticipo missioni autorizzate, contesti d'impiego, livelli di rischio, soglie di sicurezza, funzioni di registrazione e *audit*, in modo non dissimile dalle direttive anticipate in ambito sanitario<sup>130</sup>. La fase preparatoria, addestramento, simulazione, esercitazioni, diventa così parte integrante della responsabilità, perché crea conoscenza condivisa e tracciabilità. In parallelo, meccanismi tecnici di *logging* e *audit* sono essenziali per l'accertamento *ex post*: un sistema che impedisce un'indagine efficace sarebbe incompatibile con gli obblighi del DIU.

Il profilo penale individuale solleva questioni specifiche. Gli elementi oggettivi e soggettivi dei crimini di guerra devono essere provati al di là di ogni ragionevole dubbio, ma l'“opacità” dei modelli di apprendimento rende difficile dimostrare causalità e *mens rea*<sup>131</sup>. Sul piano oggettivo, il Protocollo aggiuntivo I collega talune fattispecie all'esito lesivo (morte o ferimento di civili), mentre lo Statuto di Roma incrimina la condotta a prescindere dall'esito, ma in entrambi i casi l'attribuzione del nesso tra decisione e danno è complicata quando il comportamento del sistema è non trasparente. Quanto all'elemento soggettivo, l'oscillazione tra standard che includono l'imprudenza (il “volontariamente” del Protocollo aggiuntivo I) e standard che richiedono intenzione (lo “intenzionalmente” nel senso ristretto frequentemente adottato nello Statuto di Roma) crea margini di incertezza; concetti come il *dolus eventualis*, accanto alla colpa cosciente, potrebbero teoricamente coprire condotte a rischio, ma la prova della consapevolezza dei rischi in un ambiente tecnico opaco non

---

<sup>129</sup> Verbruggen, M. (2019, December). *The question of swarms control* (EU Non-Proliferation and Disarmament Paper No. 65). EU Non-Proliferation and Disarmament Consortium.

<sup>130</sup> Devitt, S. K. (2023). *5 Meaningful Human Command: Advance Control Directives as a Method to Enable Moral and Legal Responsibility for Autonomous Weapons Systems*

<sup>131</sup> Walker-Munro, B., & Assaad, Z. (2023). *The guilty (silicon) mind: Blameworthiness and liability in human-machine teaming*

è agevole. La negligenza, non essendo in sé elemento del crimine di guerra nello Statuto di Roma, resta affidata a eventuali tipizzazioni nazionali; e bias di automazione, interfacce mal progettate, o “compiacenza” verso sistemi automatici possono complicare la dimostrazione di condotte colpose rilevanti. Ne segue che la responsabilità di comando diventa centrale: i comandanti rispondono se “sapevano o avrebbero dovuto sapere” che si stavano per commettere crimini e non hanno adottato le misure necessarie per prevenirli o punirli; qui il tema è se e come qualificare un LAWS come “subordinato” e, in ogni caso, come valutare il “controllo effettivo” sul suo comportamento tramite regole d’ingaggio, parametri, possibilità di *override*<sup>132</sup>. Gli sviluppatori potrebbero rispondere per complicità quando il loro contributo abbia avuto un “effetto sostanziale” sul crimine, ma la distanza spazio-temporale dal teatro operativo e la prova dello scopo di facilitare il reato rendono elevata la soglia probatoria. Anche sul piano della responsabilità statale interagiscono profili di attribuzione complessi: la condotta di sviluppatori privati è imputabile allo Stato solo in presenza di istruzioni, direzione o controllo, ovvero di adozione successiva; restano però attivi gli obblighi di prevenzione e di revisione (compresa la consulenza legale), la cui violazione può fondare la responsabilità<sup>133</sup>. Sul versante dei rapporti tra Stati, l’assistenza nella commissione di violazioni mediante trasferimento o supporto tecnico attiva l’articolo 16 degli ARSIWA, mentre l’obbligo di “far rispettare” il DIU sancito dall’articolo 1 comune alle Convenzioni di Ginevra esprime una dimensione esterna di *due diligence*.

Un’ultima notazione riguarda la prospettiva operativa. Storicamente il controllo umano ha accompagnato l’uso delle armi come presupposto normativo e culturale; la delega alle macchine di funzioni non critiche è cresciuta in nome della sicurezza e dell’efficacia, ma il cuore resta la “*kill decision*”. La presenza simbolica dell’umano non basta, perché gli esseri umani possono essere catturati dalla raccomandazione automatica; occorre quindi progettare sistemi e procedure che consentano, se

---

<sup>132</sup> Bo, M., Bruun, L., & Boulain, V. (2022, October). *Retaining human responsibility in the development and use of autonomous weapon systems: On accountability for violations of international humanitarian law involving AWS* (Report). Stockholm International Peace Research Institute.

<sup>133</sup> Goussac, N., & Pacholska, M. (2024). *The interpretation and application of international humanitarian law in relation to lethal autonomous weapon systems: Background paper on the views of States, scholars and other experts*. United Nations Institute for Disarmament Research (UNIDIR).

necessario, di rallentare le macchine per restituire spazio al giudizio umano. Non esiste, del resto, un obbligo giuridico di “richiamare un proiettile già sparato”: la vera garanzia sta a monte, nella capacità di decidere se sparare, quando e a quali condizioni<sup>134</sup>. La regolazione degli LAWS deve dunque vigilare perché la velocità, la scala e l’opacità dell’automazione non erodano la possibilità, e l’obbligo, di un controllo umano autentico, capace di tenere insieme efficacia militare, responsabilità giuridica e rispetto dei limiti umanitari.

---

<sup>134</sup> Roff, H. M. (2016, December). *Meaningful Human Control or Appropriate Human Judgment? The Necessary Limits on Autonomous Weapons* (Briefing paper prepared for the Review Conference of the Convention on Conventional Weapons).

### 2.3.3 IMPLICAZIONI ETICHE

Come abbiamo precedentemente scritto, il dibattito sui sistemi d'arma autonomi si colloca oggi tra i temi più controversi del diritto internazionale e delle relazioni internazionali, ma le implicazioni più radicali riguardano senza dubbio la dimensione etica. La questione centrale non si esaurisce infatti nella conformità di tali sistemi alle norme esistenti, ma tocca principi di fondo come la dignità umana, la responsabilità morale e il rapporto tra uomo e tecnologia nell'uso della forza<sup>135</sup><sup>136</sup>. In altri termini, il problema non è soltanto se i LAWS siano compatibili con le regole tecniche del diritto internazionale umanitario, ma se sia accettabile, da un punto di vista etico e politico, che decisioni di vita o di morte vengano affidate a processi algoritmici, privi di coscienza, empatia e discernimento.

Il Comitato Internazionale della Croce Rossa ha posto la questione in termini inequivocabili, domandandosi se i principi di umanità e i dettami della coscienza pubblica possano tollerare che la decisione di ricorrere alla forza letale venga sottratta all'essere umano per essere rimessa a un sistema automatizzato<sup>137</sup>. Si tratta di un interrogativo che va al cuore della filosofia morale e politica della guerra, perché mette in discussione la possibilità stessa di mantenere l'uomo al centro delle decisioni belliche.

La prima grande area di preoccupazione riguarda la perdita dell'*agency* umana. Ogni atto di violenza armata, specialmente quando implica l'uccisione di persone, deve poter essere ricondotto a una volontà e a un'intenzione umana. Se questo nesso si spezza e la decisione viene di fatto delegata a una macchina, la responsabilità morale si dissolve e le vittime perdono la possibilità di appellarsi all'umanità del loro aggressore. Il problema, in altri termini, non è solo chi venga colpito, ma come e da chi venga presa la decisione di colpire. Una morte inflitta da un algoritmo appare qualitativamente diversa da quella decisa da un essere umano, perché priva di un

---

<sup>135</sup> Guo, J. (2025). The ethical legitimacy of autonomous Weapons systems: reconfiguring war accountability in the age of artificial Intelligence. *Ethics & Global Politics*.

<sup>136</sup> Kahn, L. (2022). Lethal autonomous weapon systems and respect for human dignity. *Frontiers in Big Data*, 5.

<sup>137</sup> International Committee of the Red Cross. (2018). *Ethics and autonomous weapon systems: An ethical basis for human control?* Ginevra.

giudizio etico, di compassione e di consapevolezza<sup>138</sup>. Diversi autori hanno sottolineato che ridurre l'uomo a un bersaglio numerico in un processo digitale significa violare in radice la sua dignità, trasformandolo in un oggetto tra altri oggetti<sup>139</sup>. A ciò si lega strettamente la questione della dignità umana. Lasciare che una macchina determini quando e dove impiegare la forza letale equivale a ridurre la vita a una variabile tecnica, sottraendola alla valutazione morale. Se la guerra, pur con le sue atrocità, è stata storicamente regolata da norme e valori che presuppongono il giudizio umano, la completa delega alle macchine rappresenta una rottura epistemologica e morale senza precedenti. È stato osservato che questa riduzione dell'essere umano a oggetto non è molto diversa dal modo in cui un automa industriale tratta gli elementi di una catena di montaggio: il problema non è solo la distruzione fisica, ma l'assenza totale di riconoscimento della dignità della persona colpita<sup>140</sup>.

Il tema della coscienza pubblica entra qui in gioco con forza. La già menzionata *clausola Martens*, inserita nei Protocolli aggiuntivi alle Convenzioni di Ginevra, stabilisce che anche in assenza di regole esplicite gli Stati e i belligeranti restano vincolati ai principi di umanità e ai dettami della coscienza pubblica. Questa clausola, invocata più volte nei dibattiti sugli LAWS, offre un fondamento giuridico ma soprattutto etico per rifiutare l'idea che decisioni di vita e di morte possano essere interamente affidate a processi non umani. A conferma di ciò, i sondaggi condotti negli ultimi anni mostrano una netta opposizione dell'opinione pubblica all'uso di armi completamente autonome: gran parte delle persone ritiene inaccettabile che un sistema privo di coscienza possa decidere di uccidere<sup>141</sup>.

Un altro nodo etico fondamentale riguarda l'imprevedibilità e l'inaffidabilità di questi sistemi. Gli algoritmi di apprendimento automatico, che costituiscono il cuore tecnologico dei LAWS, sono spesso descritti come “scatole nere”: si conoscono gli input e gli output, ma non è trasparente il processo con cui il sistema giunge a

---

<sup>138</sup> Moreira, J. M. (n.d.). *Lethal Autonomous Weapons Systems and Artificial Intelligence: Ethical and Legal Challenges from an International Perspective*.

<sup>139</sup> Kahn, L. (2022). Lethal autonomous weapon systems and respect for human dignity. *Frontiers in Big Data*, 5.

<sup>140</sup> Guo, J. (2025). The ethical legitimacy of autonomous Weapons systems: reconfiguring war accountability in the age of artificial Intelligence. *Ethics & Global Politics*.

<sup>141</sup> O'Connell, M. E. (2023). Banning Autonomous Weapons: A Legal and Ethical Mandate. *Ethics & International Affairs*, 37(3), 287–298.

determinate decisioni. Questo rende difficile, se non impossibile, prevedere con certezza quando, dove e perché un sistema d'arma autonomo deciderà di colpire<sup>142</sup>. Tale opacità mina la possibilità di garantire un controllo umano effettivo e di attribuire responsabilità morali e giuridiche. Inoltre, l'imprevedibilità aumenta i rischi per i civili, specialmente nei contesti di guerra asimmetrica in cui combattenti e non combattenti si mescolano.

La diffusione dell'intelligenza artificiale basata sul *deep learning* rende la situazione ancora più complessa. A differenza di software tradizionali, i sistemi di apprendimento profondo modificano i propri parametri in base ai dati ricevuti, sviluppando modalità di funzionamento che nemmeno i programmatori possono prevedere del tutto. Questo significa che un LAWS, operando in un contesto dinamico e caotico come un campo di battaglia, potrebbe adottare decisioni che sfuggono alla comprensione umana. La conseguenza etica è evidente: se non possiamo spiegare come e perché un sistema prende determinate decisioni, diventa impossibile attribuire responsabilità e garantire un controllo effettivo<sup>143</sup>.

Gli argomenti avanzati dai sostenitori degli LAWS non appaiono in grado di sciogliere queste criticità. Si sostiene spesso che i sistemi autonomi, grazie alla loro velocità e precisione, potrebbero ridurre le vittime civili e rispettare più fedelmente le norme umanitarie rispetto agli esseri umani, che agiscono sotto stress o emozioni. Tuttavia, questa affermazione è controversa e priva di riscontri concreti. Anzi, diversi studi mostrano che la rapidità con cui operano gli algoritmi tende a privilegiare l'efficienza tecnica a scapito della prudenza e della valutazione etica, con il rischio di aumentare le vittime collaterali<sup>144</sup>. Inoltre, affidare alle macchine il potere di decidere può abbassare la soglia psicologica per il ricorso alla forza, perché elimina il sacrificio umano e l'assunzione di responsabilità diretta. La guerra rischia così di diventare più "facile", meno gravosa per chi la intraprende, e quindi più frequente<sup>145</sup>.

---

<sup>142</sup> Christie, E. H., Ertan, A., Adomaitis, L., & Klaus, M. (2024). Regulating lethal autonomous weapon systems: exploring the challenges of explainability and traceability. *AI and Ethics*, 4, 229–245.

<sup>143</sup> Englert, M., Siebert, S., & Ziegler, M. (n.d.). *Logical Limitations to Machine Ethics\* with Consequences to Lethal Autonomous Weapons*. IANUS, Technische Universität Darmstadt.

<sup>144</sup> Christie, E. H., Ertan, A., Adomaitis, L., & Klaus, M. (2024). Regulating lethal autonomous weapon systems: exploring the challenges of explainability and traceability. *AI and Ethics*, 4, 229–245.

<sup>145</sup> O'Connell, M. E. (2023). Banning Autonomous Weapons: A Legal and Ethical Mandate. *Ethics & International Affairs*, 37(3), 287–298.

Un ulteriore aspetto riguarda l'impatto sul ruolo e sull'etica militare. La professione delle armi è stata tradizionalmente legata a valori come il coraggio, la disciplina e il giudizio morale. Sostituire tali virtù con algoritmi significa svuotare il senso stesso del professionalismo militare. La saggezza pratica del comandante, maturata con l'esperienza e fondata su un giudizio umano, non può essere replicata da un software. Questo non solo impoverisce il ruolo dei militari, ma mina la stessa legittimità etica dell'uso della forza<sup>146</sup>.

Le percezioni sociali e militari convergono su questo punto. Non è solo l'opinione pubblica a opporsi ai LAWS: anche diversi membri delle forze armate hanno espresso preoccupazioni, sottolineando che l'autonomia completa delle armi rischia di compromettere la dignità umana<sup>147</sup>. Ciò mostra come la questione etica non sia solo teorica, ma venga percepita concretamente da coloro che sono più vicini alle operazioni militari.

Da questo quadro emerge con forza l'esigenza di stabilire limiti chiari. Il concetto di "controllo umano significativo" rappresenta oggi il principale strumento proposto per mantenere un nesso tra decisione umana e uso della forza. Non basta, infatti, che un operatore sia formalmente "nel ciclo": serve un controllo effettivo, basato su informazione adeguata, possibilità concreta di intervento e trasparenza delle decisioni del sistema<sup>148</sup>. Molti autori sostengono che il controllo umano debba estendersi non solo alle fasi di progettazione e addestramento, ma anche alle operazioni di targeting e alla condotta concreta delle missioni.

Alcuni sostengono la necessità di un divieto assoluto delle armi autonome letali, ritenendo che la delega totale di decisioni di vita o di morte sia inaccettabile. Altri ritengono più realistico puntare a una regolamentazione stringente, che stabilisca vincoli tecnici e operativi precisi<sup>149</sup>. In entrambe le prospettive, però, l'elemento umano resta considerato insostituibile. La ragione di fondo è che la guerra, pur

---

<sup>146</sup> Moreira, J. M. (n.d.). *Lethal Autonomous Weapons Systems and Artificial Intelligence: Ethical and Legal Challenges from an International Perspective*.

<sup>147</sup> Guo, J. (2025). The ethical legitimacy of autonomous Weapons systems: reconfiguring war accountability in the age of artificial Intelligence. *Ethics & Global Politics*.

<sup>148</sup> International Committee of the Red Cross. (2018). *Ethics and autonomous weapon systems: An ethical basis for human control?* Ginevra.

<sup>149</sup> O'Connell, M. E. (2023). Banning Autonomous Weapons: A Legal and Ethical Mandate. *Ethics & International Affairs*, 37(3), 287–298.

essendo il regno della violenza, deve rimanere regolata da un principio etico minimo: la vita e la morte non possono essere decise da una macchina<sup>150</sup>.

---

<sup>150</sup> Kahn, L. (2022). Lethal autonomous weapon systems and respect for human dignity. *Frontiers in Big Data*, 5.

## 3 LE APPLICAZIONI MILITARI

### 3.1 I SISTEMI D'ARMA RAVVICINATA O A CORTO RAGGIO (CIWS)

I sistemi d'arma ravvicinata (*close-in weapon systems*, CIWS) sono da anni una componente difensiva centrale negli arsenali di molti stati e funzionano come ultima barriera contro diverse tipologie di minacce. L'idea di una difesa a corto raggio ha radici nel novecento, basti ricordare il *Mark 56* della Seconda guerra mondiale, ma sono i CIWS contemporanei ad avere segnato il vero salto di qualità, adattandosi a scenari operativi sempre più densi e variabili. Il loro alto livello di automazione li pone in una posizione particolare nel dibattito sui sistemi d'arma letali autonomi: da un lato permettono di valutare in concreto prevedibilità, affidabilità tecnica e forme di controllo umano; dall'altro offrono un caso reale con cui interrogarsi sulla tenuta etica e giuridica dell'autonomia nell'uso della forza<sup>151</sup>.

Nel loro impiego tipico, i CIWS proteggono le unità navali da minacce aeree e missilistiche in avvicinamento. Nati negli Stati Uniti negli anni Settanta nella configurazione iniziale “*Block 0*”, pensata per contrastare in particolare missili antinave a bassa quota, hanno via via ampliato il raggio d'azione verso i litorali e verso insiemi di minacce più articolati. La loro funzione principale è rilevare, tracciare, dare priorità e ingaggiare i bersagli più rapidamente e con maggiore precisione di quanto sia possibile all'essere umano. Alla base vi è una mitragliera *M-61A1 Gatling* ad altissima cadenza, fino a 4.500 colpi al minuto, integrata con sensori e calcolo dedicato, così da consentire, entro parametri stabiliti, individuazione, inseguimento e fuoco in modo autonomo. La stessa logica è stata portata a terra nei sistemi contro razzi, artiglieria e mortai (C-RAM), che rilevano e neutralizzano proiettili in arrivo e forniscono allerta precoce<sup>152</sup>.

---

<sup>151</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD – Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

<sup>152</sup> Congressional Research Service. (n.d.). *Navy lasers, railgun, and gun-launched guided projectile—Background and issues for Congress*. U.S. Congress.

L’evoluzione “a blocchi” mostra bene il percorso tecnologico. Con il *Block 1A* (1995) è stato introdotto un nuovo computer con linguaggio ad alto livello e maggiore potenza di calcolo, insieme ad algoritmi di tiro più efficaci contro bersagli manovranti, funzioni di coordinamento con altre armi e test *end-to-end*. Il *Block 1B* (1997) ha aggiunto un sensore elettro-ottico a infrarossi (FLIR) montato lateralmente, che ha abilitato l’ingaggio di velivoli lenti, a bassa quota o stazionari e di piccole unità di superficie; il pacchetto, con tracciamento video automatico e stabilizzazione, ha migliorato anche la risposta contro i missili antinave, garantendo capacità di tracciamento giorno/notte. La *Baseline 2C* (1999) ha integrato davvero il sistema in reti multi-arma, con un comando in grado di orchestrare sensori, report sui bersagli, modalità d’impiego e regole di ingaggio<sup>153</sup>.

Sul piano della disponibilità operativa e del supporto, le prestazioni non sono state sempre uniformi. Tra il 2003 e il 2019 si è diffusa, soprattutto in ambito navale, l’idea di un sistema costoso, complesso e non sempre affidabile sul versante manutentivo. Una verifica più recente sul biennio 2017-2018 ha però rilevato sui cacciatorpediniere lanciamissili della *US Navy* una disponibilità media dell’86%, superiore alle stime ufficiali (70-74%). L’analisi delle cause di fermo ha inoltre individuato cinque componenti con impatto sproporzionato sulla disponibilità complessiva, la cui gestione mirata potrebbe recuperare fino a un ulteriore 3%: l’imager termico a infrarossi, soggetto a guasti costosi quando usato fuori specifica; la scheda ricevente IF aggiornata, che ha triplicato il raggio di ricerca e ridotto la manutenzione; il motore pneumatico; l’*exit unit*, esposta a forte usura se impiegata in modo non conforme al progetto; e l’unità di azionamento della scansione. Resta il fatto che la qualità dei dati di campo può risentire di terminologie non uniformi, della pratica del “cannibalismo” di parti tra sistemi e di errori di inserimento, elementi che complicano sia le analisi sia la programmazione del supporto<sup>154</sup>.

A livello internazionale, i CIWS sono molto diffusi: ottantanove paesi ne possiedono e sessantatré schierano varianti operative, con Stati Uniti e Russia tra i principali produttori. Il *Phalanx (MK15)* è l’esempio più noto nella *US Navy*, pensato per la difesa

---

<sup>153</sup> Close-in Weapon System (CIWS) – SeaRAM Variant. (n.d.). [Estratti da un rapporto annuale].

<sup>154</sup> Arca, E. F., Carroll, M., & Hughes, J. H. (2019). *An analysis of critical material failures of the Close-In Weapon System onboard U.S. Guided Missile Destroyers* (Master’s thesis, Naval Postgraduate School). Monterey, CA.

antimissile antinave con canna da 20 mm e, secondo alcune ricostruzioni, sperimentato in ruoli offensivi già nei primi anni Ottanta. La versione terrestre *Centurion C-RAM*, sviluppata anche con Northrop Grumman per proteggere basi, usa munizioni a autodistruzione per ridurre i danni collaterali in ambiente urbano ed è stata impiegata in Iraq nel 2005. In Israele, *l'Iron Dome*, sviluppato da Rafael, usa intercettori *Tamir* per neutralizzare razzi e proiettili a corto-medio raggio fino a circa 70 chilometri, con tassi di successo dichiarati oltre l'80%. La Germania ha schierato in Afghanistan *l'NBS MANTIS*, progettato da Rheinmetall, che combina un sistema di controllo a terra, due sensori elettro-ottici e sei cannoni *Oerlikon Millennium* da 35 mm altamente automatizzati per la protezione di installazioni sensibili. Il *Goalkeeper SGE30*, nato dalla collaborazione fra Signaal e General Electric (oggi Thales), è un CIWS navale che sorveglia, rileva e traccia fino a trenta obiettivi, selezionando e neutralizzando in automatico i quattro più pericolosi. A questi sistemi si aggiungono integrazioni con tecnologie affini, come il *Laser weapon system*, pensato come “*adjunct*” al CIWS: l'ottica direzionale del laser estende la capacità di identificare e tracciare a maggior distanza, aiuta a valutare l'intento e fornisce un avvertimento visibile ai potenziali minaccianti<sup>155</sup>.

Il confronto fra CIWS e LAWS è utile perché consente di valutare, su una tecnologia già matura, come l'automazione incida su criteri giuridici ed etici. I CIWS a vocazione difensiva, *Iron Dome*, *Goalkeeper*, *MANTIS*, sono generalmente considerati meno problematici, grazie alla natura reattiva e alla prevedibilità del loro comportamento. Operano entro volumi d'ingaggio ben definiti e reagiscono a intrusioni nello spazio aereo con azioni immediate e circoscritte, progettate per avere esiti ampiamente anticipabili. Nella classificazione corrente rientrano tra i sistemi “automatici”, non tra quelli “pienamente autonomi” più controversi: sono installati su navi o rimorchi e ingaggiano bersagli inanimati seguendo sequenze preprogrammate, in tempi stretti e in ambienti strutturati. Questo li differenzia dai LAWS più complessi che operano in contesti dinamici e incerti, come le munizioni circuitanti, dove l'introduzione di moduli

---

<sup>155</sup> Staton, R., & Pawlak, R. (2012). *Laser Weapon System (LaWS) Adjunct to the Close-In Weapon System (CIWS)*. Naval Surface Warfare Center, Dahlgren Division.

di intelligenza artificiale e apprendimento automatico può generare errori di riconoscimento inattesi, con potenziali ricadute legali gravi<sup>156</sup>.

La prevedibilità è il fulcro che sostiene l'accettabilità giuridica dei CIWS. Un operatore può ragionevolmente aspettarsi quali saranno gli esiti del loro intervento e collocarli entro i principi del diritto internazionale umanitario. Sotto il profilo della distinzione, l'ingaggio è rivolto a minacce che per natura sono obiettivi militari, con firme sensoristiche definite e in contesti dove il rischio di confusione con persone o beni civili è contenuto; la proporzionalità è favorita dalla finalità strettamente difensiva e dall'azione limitata a neutralizzare una minaccia imminente, secondo regole d'ingaggio predefinite; le precauzioni si riflettono nella progettazione, nelle procedure di armamento e nelle verifiche preliminari pensate per ridurre il danno collaterale. Il diritto umanitario esige valutazioni contestuali e prudenziali, non applicazioni meccaniche di regole, ma proprio l'elevato determinismo del comportamento dei CIWS consente di mantenere centrale l'intenzione umana e, con essa, la responsabilità morale, perché l'azione del sistema discende da programmazione e attivazione umane in un contesto compreso<sup>157</sup>.

In questo quadro, il controllo umano significativo può essere mantenuto senza annullare l'autonomia dello strumento nelle funzioni critiche di selezione e ingaggio. Ciò avviene attraverso verifiche periodiche, in pianificazione e durante l'operazione, per accertare l'assenza di persone o beni protetti nel campo d'azione, e tramite livelli modulati di controllo che, nei sistemi a reazione rapidissima come *Iron Dome* o *MANTIS*, si traducono in una supervisione con diritto di voto. È vero che la possibilità materiale di esercitare il voto si restringe per via dei tempi macchina; ma è la prevedibilità del sistema a giustificare questo equilibrio, mentre un intervento umano continuo rallenterebbe l'intercettazione e ne snaturerebbe la funzione. Diverso è il caso di sistemi meno deterministici, come le munizioni circuitanti, per i quali un

---

<sup>156</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD – Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

<sup>157</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD – Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

controllo di sola supervisione potrebbe non bastare e servirebbero livelli più stringenti in cui la selezione del bersaglio sia in larga misura o del tutto umana<sup>158</sup>.

Infine, la prevedibilità contribuisce a ridurre il cosiddetto “gap di responsabilità” spesso richiamato con riferimento ai LAWS. Poiché le macchine non possono essere ritenute responsabili, la responsabilità deve restare in capo alle persone e allo Stato. Con i CIWS, la catena che va dalla programmazione al dispiegamento e all’impiego è chiaramente riferibile a decisioni umane: progettisti e autorità che definiscono logiche e regole d’ingaggio, comandanti che armano e attivano le modalità automatiche, consulenti legali e decisori politici che garantiscono il rispetto del diritto e delle regole operative. La tracciabilità tecnica, grazie a registri e verifiche a posteriori, rafforza questa attribuzione e limita le zone d’ombra che tendono ad ampliarsi quando l’autonomia si affida a componenti opache di apprendimento in ambienti non strutturati<sup>159</sup>.

Nel complesso, i CIWS si presentano come una famiglia di sistemi automatici che, per finalità difensiva, impiego in ambienti strutturati e alta prevedibilità, non hanno attirato le stesse obiezioni giuridiche rivolte ai sistemi più autonomi operanti in scenari fluidi. Proprio queste caratteristiche indicano come un’automazione armata possa rimanere compatibile con un controllo umano sostanziale e con i vincoli del diritto umanitario, offrendo al tempo stesso un utile termine di paragone per valutare i rischi aggiuntivi introdotti da funzioni autonome in contesti meno deterministici dell’uso della forza<sup>160</sup>.

---

<sup>158</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD – Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

<sup>159</sup> Arca, E. F., Carroll, M., & Hughes, J. H. (2019). *An analysis of critical material failures of the Close-In Weapon System onboard U.S. Guided Missile Destroyers* (Master’s thesis, Naval Postgraduate School). Monterey, CA.

<sup>160</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD – Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

## 3.2 GLI AEREI DA COMBATTIMENTO SENZA EQUIPAGGIO (UAV)

I sistemi aerei senza pilota, noti come UAV (*unmanned aerial vehicles*) o più comunemente droni, hanno modificato in maniera profonda la fisionomia della guerra contemporanea, offrendo nuove opportunità tattiche e strategiche, ma al tempo stesso introducendo questioni etiche e giuridiche di estrema complessità. Il crescente grado di autonomia che li caratterizza li colloca oggi al centro del dibattito sui sistemi d'arma letali autonomi, poiché solleva interrogativi fondamentali circa la loro compatibilità con i principi e le regole del diritto internazionale umanitario<sup>161</sup>.

Gli UAV, inizialmente sviluppati negli anni Cinquanta per scopi di ricognizione, hanno fatto la loro comparsa operativa sul campo di battaglia a partire dagli anni Ottanta e, a partire dalla fine del secolo scorso, con l'emergere della minaccia terroristica, sono stati armati e impiegati in modo sempre più esteso<sup>162</sup>. La loro evoluzione è stata rapida: dai primi modelli utilizzati esclusivamente per la sorveglianza si è passati a velivoli con capacità d'attacco sempre più sofisticate, fino a sistemi in grado di operare con gradi variabili di autonomia<sup>163</sup>. Tra le sottocategorie più rilevanti si collocano gli UCAV, progettati specificamente per missioni di attacco e che, non richiedendo un pilota a bordo, presentano dimensioni e peso inferiori rispetto agli aerei tradizionali. Queste caratteristiche comportano vantaggi sia in termini di sicurezza per il personale militare sia di flessibilità operativa, consentendo ai piloti di gestire il velivolo da postazioni remote. La loro efficienza nell'attività di ricognizione, nel targeting e negli attacchi diretti è tale da superare in alcuni casi le capacità umane in termini di velocità e precisione<sup>164</sup>.

La linea di demarcazione tra UAV e LAWS è divenuta negli ultimi anni sempre più labile. Inizialmente i droni armati, come il *Predator* o il *Reaper* utilizzati in Afghanistan,

---

<sup>161</sup> Williams, P. R., & Westlake, R. J. (2025). A Taste of Armageddon: Legal Considerations for Lethal Autonomous Weapons Systems. *Case Western Reserve Journal of International Law*, 57(1), 187–222.

<sup>162</sup> U.S. Army. (2024). Unmanned Aircraft and the Revolution in Operational Warfare Preparing the U.S. Army for the Age of Unmanned Systems. U.S. Army Training and Doctrine Command.

<sup>163</sup> Kumar, S. (n.d.). A brief review on Unmanned Combat Aerial Vehicle (U.C.A.V). Department of Computer Science and Engineering, B.M.S College of Engineering.

<sup>164</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

richiedevano l'autorizzazione di un operatore umano per ogni attacco e pertanto non rientravano tra i sistemi pienamente autonomi. Tuttavia, l'evoluzione tecnologica ha reso possibile lo sviluppo di modelli che operano senza intervento umano nella fase di selezione e ingaggio dei bersagli. Le cosiddette munizioni *loitering*, note anche come droni "kamikaze", ne sono un esempio emblematico: questi sistemi possono sorvolare un'area per lunghi periodi e, una volta individuato un obiettivo corrispondente ai parametri preimpostati, colpirlo autonomamente<sup>165</sup>. È stato proprio un drone turco *STM Kargu-2*, impiegato in Libia nel 2020, a rappresentare il primo caso documentato di possibile uso di un LAWS sul campo di battaglia. La stessa nozione di autonomia si articola in più dimensioni: riguarda il tipo di compito affidato alla macchina, il livello di relazione con l'operatore umano (*human in the loop, on the loop o out of the loop*) e il grado di sofisticazione dei processi decisionali. I sistemi completamente autonomi rientrano nella categoria "out of the loop", in cui l'essere umano attiva il sistema ma non partecipa in alcun modo alla fase operativa successiva<sup>166</sup>.

Gli esempi concreti confermano l'ampiezza della trasformazione in corso. Oltre al già citato *Kargu-2*, forniture statunitensi all'Ucraina hanno incluso droni *Switchblade* e *Phoenix Ghost*, anch'essi appartenenti alla categoria delle munizioni *loitering*. Israele, già dagli anni Novanta, aveva introdotto sistemi come *l'Harpy* e *l'Harop*, in grado di sorvolare il campo di battaglia per ore in attesa di segnali radar da colpire, configurandosi come strumenti pienamente autonomi<sup>167</sup>. Parallelamente, progetti dimostrativi come *l'X-47B* della Northrop Grumman negli Stati Uniti, il *nEUROn* della Dassault in Francia e il *Taranis* della BAE Systems nel Regno Unito hanno mostrato come i futuri UCAV potrebbero integrare capacità di combattimento autonomo con margini residui di controllo umano. La nuova frontiera è rappresentata dagli sciami di

---

<sup>165</sup> De Stercke, C. (2021). To Ban or not to Ban. Analyzing the Banning Process of Autonomous Weapon Systems. *Journal of Science Policy & Governance*, 21(1), 1–21.

<sup>166</sup> • Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

<sup>167</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

droni, capaci di azioni coordinate su larga scala, con implicazioni enormi in termini di distruzione potenziale e di rischi legati alla proliferazione incontrollata<sup>168</sup>.

Il nodo centrale resta la compatibilità degli UAV e, più in generale, dei LAWS con il diritto internazionale umanitario. Tale corpo normativo, applicabile a tutte le armi senza eccezioni<sup>169</sup>, si fonda su principi cardine quali la distinzione, la proporzionalità e le precauzioni nell'attacco, che risultano particolarmente complessi da rispettare quando le decisioni operative sono affidate a processi algoritmici<sup>170</sup>. La capacità di distinguere tra civili e combattenti, che costituisce il cuore del principio di distinzione, è ad esempio relativamente garantita nei droni tradizionali sotto diretto controllo umano (“*human in the loop*”), come *Predator* o *Reaper*, poiché l’operatore autorizza caso per caso l’attacco<sup>171</sup>. Al contrario, sistemi come le munizioni *loitering* o gli sciami di droni, che operano senza intervento umano diretto (“*human out of the loop*”), affrontano difficoltà insormontabili nel garantire questo principio<sup>172</sup>. Gli algoritmi, infatti, non possiedono la capacità di ragionamento astratto né di trasferimento flessibile dell’esperienza, e possono dunque fallire nel riconoscere situazioni delicate come la resa o lo stato di *hors de combat*. Gli studi sulla vulnerabilità dei sistemi percettivi di AI hanno mostrato risultati allarmanti: minime variazioni impercettibili all’occhio umano possono indurre classificazioni gravemente errate, come confondere un pulmino scolastico con uno struzzo o una tartaruga con un fucile. In scenari reali, errori simili potrebbero tradursi in violazioni gravissime del DIU<sup>173</sup>.

Similmente, il principio di proporzionalità richiede valutazioni qualitative e contestuali, come il bilanciamento tra vite civili messe a rischio e vantaggi militari concreti. Si tratta di giudizi che richiedono competenze percettive ed esperienziali che

---

<sup>168</sup> U.S. Army. (2024). Unmanned Aircraft and the Revolution in Operational Warfare Preparing the U.S. Army for the Age of Unmanned Systems. U.S. Army Training and Doctrine Command.

<sup>169</sup> De Stercke, C. (2021). To Ban or not to Ban. Analyzing the Banning Process of Autonomous Weapon Systems. *Journal of Science Policy & Governance*, 21(1), 1–21.

<sup>170</sup> Williams, P. R., & Westlake, R. J. (2025). A Taste of Armageddon: Legal Considerations for Lethal Autonomous Weapons Systems. *Case Western Reserve Journal of International Law*, 57(1), 187–222.

<sup>171</sup> Williams, P. R., & Westlake, R. J. (2025). A Taste of Armageddon: Legal Considerations for Lethal Autonomous Weapons Systems. *Case Western Reserve Journal of International Law*, 57(1), 187–222.

<sup>172</sup> De Stercke, C. (2021). To Ban or not to Ban. Analyzing the Banning Process of Autonomous Weapon Systems. *Journal of Science Policy & Governance*, 21(1), 1–21.

<sup>173</sup> • Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

l'intelligenza artificiale non è in grado di replicare<sup>174</sup>. Un drone *Harpy* che vaga per ore in attesa di un segnale radar, ad esempio, può vedere il contesto mutare radicalmente: civili che entrano nell'area, un ospedale che si trova nelle vicinanze, un obiettivo che cambia collocazione<sup>175</sup>. In queste circostanze, un attacco autonomo rischia di violare il principio di proporzionalità, rafforzando la necessità che la decisione ultima resti nelle mani di comandanti umani<sup>176</sup>. Anche l'obbligo di precauzioni, sancito dall'articolo 36 del Protocollo Addizionale I, impone di verificare in fase di sviluppo la compatibilità delle nuove armi con il DIU. Nel caso dei LAWS basati su algoritmi di apprendimento automatico, il “dovere di cura costante” dovrebbe estendersi già alla fase di progettazione e programmazione, ma l'imprevedibilità e le vulnerabilità intrinseche degli algoritmi ne limitano fortemente l'affidabilità<sup>177</sup>.

Un ulteriore nodo riguarda il cosiddetto “gap di responsabilità”. Le macchine non sono soggetti moralmente o legalmente responsabili, e ciò genera una frammentazione della colpa tra progettisti, programmati, comandanti e operatori, rendendo difficile stabilire con precisione responsabilità individuali<sup>178</sup>. L'opacità dei processi decisionali degli algoritmi (“scatola nera”) complica la dimostrazione del nesso causale e del *mens rea* necessario per l'attribuzione della colpa<sup>179</sup>. Inoltre, la vulnerabilità cibernetica degli UAV, esposti a fenomeni di *hacking*, *spoofing* e *data poisoning*, può indurre errori sistematici di classificazione che aggravano l'incertezza e complicano ulteriormente l'attribuzione della responsabilità<sup>180</sup>.

Per affrontare queste criticità, la comunità internazionale ha elaborato il concetto di “controllo umano significativo” (CUS), che intende garantire un legame diretto e

---

<sup>174</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

<sup>175</sup> De Stercke, C. (2021). To Ban or not to Ban. Analyzing the Banning Process of Autonomous Weapon Systems. *Journal of Science Policy & Governance*, 21(1), 1–21.

<sup>176</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

<sup>177</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo.

<sup>178</sup> Williams, P. R., & Westlake, R. J. (2025). A Taste of Armageddon: Legal Considerations for Lethal Autonomous Weapons Systems. *Case Western Reserve Journal of International Law*, 57(1), 187–222.

<sup>179</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo. (pp. 88-899

<sup>180</sup> De Stercke, C. (2021). To Ban or not to Ban. Analyzing the Banning Process of Autonomous Weapon Systems. *Journal of Science Policy & Governance*, 21(1), 1–21.

sostanziale tra la decisione umana e l'uso della forza<sup>181</sup>. I principi guida concordati dal Gruppo di esperti governativi della CCW riaffermano la necessità di mantenere la responsabilità umana e di tenere conto dell'interazione uomo-macchina<sup>182</sup>. I droni tradizionali, sotto diretto controllo remoto, sono generalmente considerati compatibili con il CUS, ma i sistemi pienamente autonomi richiedono forme più stringenti di supervisione, fino a prevedere che la selezione del bersaglio sia integralmente umana (L1) o almeno mediata da opzioni suggerite dalla macchina ma validate dall'uomo (L2)<sup>183</sup>.

---

<sup>181</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo. (38-376)

<sup>182</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo. (pp. 322-328)

<sup>183</sup> Simoncelli, M. (Coord.), Battistelli, F., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Iaria, A., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *Lethal Autonomous Weapons Systems: La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD - Istituto di Ricerche Internazionali Archivio Disarmo. (pp. 391-395)

### 3.3 LE MUNIZIONI CIRCUITANTI

L’evoluzione della guerra moderna ha portato alla diffusione di una nuova tipologia di sistemi d’arma che sta incidendo in modo profondo sulle dinamiche operative e strategiche: le munizioni circuitanti, conosciute in ambito anglosassone come *loitering munitions* e spesso denominate anche “droni suicidi” o “droni *kamikaze*”<sup>184</sup>. Questi strumenti rappresentano uno degli sviluppi più significativi della tecnologia militare senza equipaggio, frutto di investimenti crescenti e di una produzione in rapida espansione a livello globale<sup>185</sup>. La loro natura ibrida, a metà tra i missili tradizionali e i velivoli senza pilota, le rende peculiari e al tempo stesso problematiche: a differenza di un missile convenzionale, che viene lanciato contro un bersaglio noto, la munizione circuitante può restare in volo per un tempo prolungato all’interno di un’area designata, esplorandola grazie ai sensori di bordo e colpendo solo nel momento in cui rileva un obiettivo conforme ai parametri preimpostati<sup>186</sup>. Allo stesso modo, diversamente da un drone riutilizzabile, essa è concepita come monouso ed è programmata per autodistruggersi al momento dell’attacco. Questa caratteristica, unita a costi di produzione contenuti e a una relativa semplicità di impiego, ha reso tali sistemi accessibili a un numero crescente di attori statali e non statali<sup>187</sup>. La diffusione è stata rapida: già a metà del 2022 erano circa ventiquattro gli Stati che producevano munizioni circuitanti, più del doppio rispetto al 2017<sup>188</sup>, e l’impiego massiccio nei conflitti contemporanei ha mostrato con chiarezza il loro impatto. La guerra civile libica, con l’episodio controverso del drone turco *Kargu-2* nel 2020, il conflitto del Nagorno-Karabakh nel 2020, in cui l’Azerbaigian ha utilizzato in maniera estesa sistemi israeliani come *l’Harop* e *lo SkyStriker*, e la guerra in Ucraina

---

<sup>184</sup> Bode, I., & Watts, T. (2023, maggio). *Loitering munitions and unpredictability: Autonomy in weapon systems and challenges to human control*. Center for War Studies, University of Southern Denmark in collaborazione con Article 36.

<sup>185</sup> Palihawadana, G. (2024, settembre). *Wings of war: The strategic impact of drones in modern conflicts* [Articolo]. Sri Lanka Institute of Information Technology.

<sup>186</sup> Kunertova, D. (2024, agosto). *Learning from the Ukrainian battlefield: Tomorrow’s drone warfare, today’s innovation challenge* (CSS Study). Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.

<sup>187</sup> Molloy, O. (2024). *Drones in modern warfare: Lessons learnt from the war in Ukraine* (Australian Army Occasional Paper No. 29). Commonwealth of Australia.

<sup>188</sup> Bruun, L. (2024, agosto). *Towards a two-tiered approach to regulation of autonomous weapon systems: Identifying pathways and possible elements*. SIPRI (Stockholm International Peace Research Institute).

dal 2022 a oggi, che ha visto l'uso su scala senza precedenti di droni di ogni tipo, hanno rappresentato momenti decisivi di sperimentazione e consolidamento<sup>189</sup>.

L'aspetto che più distingue le munizioni circuitanti dalle altre armi senza pilota risiede nel loro livello di autonomia. Questi sistemi sono concepiti per pattugliare un'area, acquisire autonomamente un bersaglio e colpirlo, trasformando l'attacco in un processo che si compie senza che l'operatore conosca con esattezza il luogo e il tempo in cui verrà eseguito<sup>190</sup>. In teoria, i produttori presentano le loro armi come sistemi con “*human-in-the-loop*”, ovvero con l'operatore umano che mantiene la supervisione e l'autorità sulla decisione finale di impiego della forza. In realtà, le capacità tecniche incorporate in molti modelli consentono potenzialmente di individuare, tracciare e attaccare un obiettivo senza alcuna autorizzazione esterna. Le dichiarazioni di Wahid Nawabi, amministratore delegato di AeroVironment, azienda produttrice degli *Switchblade*, lo hanno evidenziato chiaramente: secondo lui, la tecnologia per rendere una missione interamente autonoma esiste già oggi. Analogamente, ufficiali ucraini hanno espresso l'idea che l'impiego di sistemi senza controllo umano diretto sia un passaggio inevitabile, necessario per affrontare le guerre contemporanee, dove la velocità di elaborazione e decisione della macchina diventa essenziale<sup>191</sup>. In alcune dichiarazioni, come quelle del Tenente Colonnello Yaroslav Honchar, si è arrivati a parlare di operazioni “completamente robotiche”, sebbene non sia stato confermato un ricorso sistematico ad attacchi privi di supervisione<sup>192</sup>.

Le funzioni che esprimono la portata di questa autonomia sono principalmente due. Da un lato, quelle legate al *targeting*, cioè all'identificazione e alla classificazione degli obiettivi: carri armati, radar, postazioni missilistiche e veicoli militari possono essere individuati e colpiti secondo profili programmati. Sistemi come l'*IAI Harpy* sono stati descritti come capaci di rilevare e distruggere radar nemici senza ulteriori valutazioni umane, mentre i più recenti *Kargu-2* e *Lancet-3* sono spesso citati come esempi di

<sup>189</sup> Konaev, M. (2023, settembre). *Tomorrow's technology in today's war: The use of AI and autonomous technologies in the war in Ukraine and implications for strategic stability* (CNA Occasional Paper). CNA Corporation.

<sup>190</sup> Bode, I., & Watts, T. (2023, maggio). *Loitering munitions and unpredictability: Autonomy in weapon systems and challenges to human control*. Center for War Studies, University of Southern Denmark in collaborazione con Article 36.

<sup>191</sup> Molloy, O. (2024). *Drones in modern warfare: Lessons learnt from the war in Ukraine* (Australian Army Occasional Paper No. 29). Commonwealth of Australia.

<sup>192</sup> Kunertova, D. (2024, agosto). *Learning from the Ukrainian battlefield: Tomorrow's drone warfare, today's innovation challenge* (CSS Study). Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.

droni con possibili integrazioni di intelligenza artificiale e algoritmi di apprendimento automatico<sup>193</sup>. Dall’altro lato vi sono le funzioni di mobilità, che spaziano dalla navigazione tramite *waypoint* alla capacità di seguire un bersaglio in movimento fino alla navigazione autonoma. Sistemi come il *Warmate* polacco e lo *SkyStriker* israeliano dichiarano di operare con modalità di volo autonome, mentre STM, produttrice del *Kargu-2*, ha sottolineato che la sua autonomia riguarda principalmente la navigazione, pur avendo pubblicizzato in passato capacità di elaborazione delle immagini basate su *deep learning*<sup>194</sup>.

Questi sviluppi pongono questioni delicate sul mantenimento di un controllo umano significativo. L’autonomia crescente, infatti, riduce il margine di giudizio situazionale dell’operatore e apre al rischio che la decisione critica venga di fatto trasferita alla macchina. L’*automation bias*, ossia la tendenza a fidarsi eccessivamente dei sistemi automatizzati, si combina con il carico cognitivo elevato e con la pressione del tempo tipica delle operazioni belliche, riducendo ulteriormente la capacità dell’uomo di prendere decisioni consapevoli e autonome<sup>195</sup>. L’introduzione degli sciami di droni, con un singolo operatore chiamato a supervisionare più unità contemporaneamente, accentua questa criticità, sollevando interrogativi sulla sostenibilità di un controllo realmente informato<sup>196</sup>.

Le implicazioni etiche e giuridiche emergono con forza proprio da questi aspetti. Le munizioni circuitanti ampliano l’incertezza temporale e spaziale dell’attacco: essendo concepite per vagare in un’area in attesa di un bersaglio, rendono meno prevedibile quando e dove la forza sarà esercitata. Ciò attenua il legame diretto tra intenzione umana e conseguenze dell’azione, un nodo cruciale per i principi del diritto internazionale umanitario<sup>197</sup>. La loro crescente diffusione in contesti urbani accresce i rischi per i civili: ambienti complessi e dinamici rendono difficile distinguere combattenti e non combattenti, e l’impiego di testate a frammentazione o

---

<sup>193</sup> Bode, I., & Watts, T. (2023, maggio). *Loitering munitions and unpredictability: Autonomy in weapon systems and challenges to human control*. Center for War Studies, University of Southern Denmark in collaborazione con Article 36.

<sup>194</sup> Molloy, O. (2024). *Drones in modern warfare: Lessons learnt from the war in Ukraine* (Australian Army Occasional Paper No. 29). Commonwealth of Australia.

<sup>195</sup> King of the hill: C2 for next generation swarm warfare

<sup>196</sup> Ditter, T., & Harvey, E. (2025, luglio). *PRC concepts for UAV swarms in future warfare* (CNA Occasional Paper). CNA Corporation.

<sup>197</sup> Bode, I., & Watts, T. (2023, maggio). *Loitering munitions and unpredictability: Autonomy in weapon systems and challenges to human control*. Center for War Studies, University of Southern Denmark in collaborazione con Article 36.

termobariche amplifica la possibilità di effetti indiscriminati e di distruzione ad ampio raggio<sup>198</sup>. Ancora più problematico è il rispetto del principio di distinzione: valutare se un individuo sia un combattente, un civile direttamente coinvolto o un *hors de combat* richiede giudizi contestuali che difficilmente possono essere tradotti in codici binari<sup>199</sup>. L'imprevedibilità degli algoritmi di intelligenza artificiale, spesso paragonati a “scatole nere”, mina inoltre la possibilità di tracciare in modo chiaro la catena di responsabilità<sup>200</sup>.

Il rischio di un “gap di responsabilità” appare concreto. Se un sistema armato autonomo colpisce un bersaglio in modo erroneo o indiscriminato, attribuire colpa e responsabilità diventa arduo: programmati, comandanti, operatori e decisi politici sono tutti coinvolti, ma nessuno sembra direttamente responsabile dell’azione finale<sup>201</sup>. Ciò solleva interrogativi sulla compatibilità di questi sistemi con il quadro normativo esistente e sulla necessità di sviluppare strumenti giuridici specifici. Non sorprende che il dibattito normativo, portato avanti in sedi come la Convenzione sulle armi convenzionali delle Nazioni Unite, proceda con lentezza. Divergenze tra Stati, con alcuni favorevoli a misure volontarie e altri apertamente contrari a vincoli giuridici, hanno finora impedito progressi sostanziali, mentre sul campo le tecnologie continuano ad avanzare<sup>202</sup>.

Proprio per questo motivo, diverse analisi sostengono la necessità urgente di regole vincolanti a livello internazionale. Le proposte si muovono lungo due direttive. Da una parte, il divieto assoluto per sistemi che operano senza controllo umano o che prevedono l’uso della forza contro esseri umani senza una supervisione significativa, includendo anche il bando di algoritmi di intelligenza artificiale opachi e imprevedibili nelle funzioni di *targeting*<sup>203</sup>. Dall’altra, la regolamentazione dettagliata per le armi che incorporano autonomie parziali: limiti sulla durata della missione e sull’area

---

<sup>198</sup> Kunertova, D. (2024, agosto). *Learning from the Ukrainian battlefield: Tomorrow’s drone warfare, today’s innovation challenge* (CSS Study). Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.

<sup>199</sup> Bruun, L. (2024, agosto). *Towards a two-tiered approach to regulation of autonomous weapon systems: Identifying pathways and possible elements*. SIPRI (Stockholm International Peace Research Institute).

<sup>200</sup> Bode, I., & Watts, T. (2023, maggio). *Loitering munitions and unpredictability: Autonomy in weapon systems and challenges to human control*. Center for War Studies, University of Southern Denmark in collaborazione con Article 36.

<sup>201</sup> Williams, P. R., & Westlake, R. J. (2025). *A Taste of Armageddon: Legal Considerations for Lethal Autonomous Weapons Systems*. Case Western Reserve Journal of International Law, 57(1), 187–222.

<sup>202</sup> Bruun, L. (2024, agosto). *Towards a two-tiered approach to regulation of autonomous weapon systems: Identifying pathways and possible elements*. SIPRI (Stockholm International Peace Research Institute).

<sup>203</sup> Bode, I., & Watts, T. (2023, maggio). *Loitering munitions and unpredictability: Autonomy in weapon systems and challenges to human control*. Center for War Studies, University of Southern Denmark in collaborazione con Article 36.

geografica di operazione, requisiti di auto-disattivazione in caso di perdita del collegamento, divieti sull'uso in aree popolate e obblighi di trasparenza tecnica e di formazione degli operatori<sup>204</sup>.

Le munizioni circuitanti appaiono così come un modello paradigmatico della transizione verso i veri e propri sistemi d'arma letali autonomi. La loro diffusione mostra come il campo di battaglia stia evolvendo verso un'automazione sempre più spinta, capace di ridurre i rischi per i combattenti ma al tempo stesso di creare nuove vulnerabilità e dilemmi morali<sup>205</sup>. I loro punti di forza, economicità, capacità di fornire vantaggi asimmetrici anche a forze meno potenti, valore per l'intelligence e la sorveglianza, non possono essere separati dalle criticità che pongono rispetto al controllo umano, alla prevedibilità, alla responsabilità giuridica e al rispetto dei principi del DIU<sup>206</sup>. Il rischio, senza un quadro normativo adeguato, è che si normalizzi progressivamente l'impiego di sistemi con autonomia crescente, lasciando sempre meno spazio all'intervento e al giudizio umano nei processi decisionali che riguardano la vita e la morte<sup>207</sup>.

---

<sup>204</sup> Bruun, L. (2024, agosto). *Towards a two-tiered approach to regulation of autonomous weapon systems: Identifying pathways and possible elements*. SIPRI (Stockholm International Peace Research Institute).

<sup>205</sup> Molloy, O. (2024). *Drones in modern warfare: Lessons learnt from the war in Ukraine* (Australian Army Occasional Paper No. 29). Commonwealth of Australia.

<sup>206</sup> Konaev, M. (2023, settembre). *Tomorrow's technology in today's war: The use of AI and autonomous technologies in the war in Ukraine and implications for strategic stability* (CNA Occasional Paper). CNA Corporation.

<sup>207</sup> Bode, I., & Watts, T. (2023, maggio). *Loitering munitions and unpredictability: Autonomy in weapon systems and challenges to human control*. Center for War Studies, University of Southern Denmark in collaborazione con Article 36.

### 3.4 LA TERZA ETÀ DEI DRONI

L'intelligenza artificiale è ormai considerata la nuova frontiera nel processo decisionale militare, un elemento che non si limita a supportare le operazioni ma che si configura come forza trasformativa, con la capacità di rimodellare in profondità il modo in cui le operazioni terrestri vengono pianificate ed eseguite<sup>208</sup>. Essa funziona come un moltiplicatore di efficacia, in quanto consente di analizzare grandi quantità di dati in tempo reale e di aumentare la reattività sul campo, migliorando l'efficienza complessiva delle forze impegnate in contesti complessi e multi-dominio<sup>209</sup>. L'integrazione dell'IA rende più solida la capacità di analisi, potenzia gli strumenti di modellazione predittiva e rafforza la consapevolezza situazionale, permettendo di mantenere un vantaggio competitivo<sup>210</sup>. Non a caso, negli ultimi anni le tecnologie basate sull'IA sono diventate essenziali per il funzionamento dei sistemi di comando e controllo (C2), per l'analisi in tempo reale dell'intelligence e per l'automazione di segmenti operativi del combattimento, assumendo un ruolo sempre più centrale nelle dottrine militari moderne<sup>211</sup>. È possibile osservare un chiaro passaggio da singole armi automatiche a vere e proprie reti coordinate, rese possibili dalla capacità dell'IA di connettere e sincronizzare diversi elementi operativi<sup>212</sup>.

Questa integrazione, in particolare nei sistemi C2, risulta cruciale per garantire efficienza, interoperabilità e rapidità nei processi decisionali<sup>213</sup>. La guerra in Ucraina è emblematica di tale transizione e viene spesso definita come la soglia di ingresso nella “terza età dei droni”, un'epoca caratterizzata da progressi tecnologici che hanno reso possibile un grado di autonomia prima impensabile, aumentando al contempo la trasparenza del campo di battaglia digitale<sup>214</sup>. L'IA ha permesso di affrontare attività

---

<sup>208</sup> Burdette, Z., Phillips, D., Heim, J. L., Geist, E., Frelinger, D. R., Heitzenrater, C., & Mueller, K. P. (2025). *An AI revolution in military affairs? How artificial intelligence could reshape future warfare* (Working Paper No. WR-A4004-1).

<sup>209</sup> Petrović, P., Dias, M. T. M., Grasso, N., Berenguer, V. V. B., & Denieul, M. (2024). *The role of AI decision-making for land-based operations*.

<sup>210</sup> Gerstein, D. M., & Leidy, E. N. (2023). *Emerging technology and risk analysis: Unmanned aerial systems intelligent swarm technology*. RAND Corporation.

<sup>211</sup> Burdette, Z., Phillips, D., Heim, J. L., Geist, E., Frelinger, D. R., Heitzenrater, C., & Mueller, K. P. (2025). *An AI revolution in military affairs? How artificial intelligence could reshape future warfare* (Working Paper No. WR-A4004-1).

<sup>212</sup> Simmons-Edler, R., Dong, J., Lushenko, P., Rajan, K., & Badman, R. P. (2025). *Military AI needs technically-informed regulation to safeguard AI research and its applications*.

<sup>213</sup> Petrović, P., Dias, M. T. M., Grasso, N., Berenguer, V. V. B., & Denieul, M. (2024). *The role of AI decision-making for land-based operations*.

<sup>214</sup> Kunertova, D. (2024). *Learning from the Ukrainian battlefield: Tomorrow's drone warfare, today's innovation challenge*. Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.

che un singolo operatore non sarebbe stato in grado di gestire, come il coordinamento simultaneo di grandi sciami di droni, e questo fenomeno è stato definito “algoritmizzazione” dello sciame, ovvero l’affidamento di enormi quantità di dati e decisioni ad algoritmi e microprocessori, che producono risultati più rapidi e precisi di quelli che potrebbe fornire un essere umano<sup>215</sup>. Gli sciami di droni rappresentano una delle applicazioni più rappresentative di questa integrazione. Essi si configurano come insiemi di velivoli senza equipaggio che operano in modo cooperativo e auto-organizzato, comunicando tra loro e reagendo agli stimoli esterni<sup>216</sup>. La loro struttura può essere modulata in base agli obiettivi: possono scomporsi e ricomporsi in unità più piccole, ognuna con funzioni specifiche come la raccolta di dati sensoriali, la guerra elettronica o l’attacco diretto. Gli sciami possono comprendere droni di diverse dimensioni e adattarsi a missioni specifiche quali la sorveglianza, la ricognizione, l’allerta precoce o l’impiego offensivo. In questo contesto, la cooperazione macchina-macchina è centrale e richiede lo sviluppo di linguaggi comuni per permettere alle unità di comunicare efficacemente, mentre l’operatore umano deve apprendere a interagire con queste logiche.

Sul piano applicativo, esempi significativi si registrano in Ucraina, dove sono stati impiegati droni russi come il *KUB-BLA* e il *Lancet*, probabilmente dotati di funzioni autonome per l’identificazione dei bersagli, mentre l’Ucraina ha sperimentato robot autonomi per sorveglianza e rifornimento e forme iniziali di *swarming* che consentono a un singolo operatore di controllare più droni contemporaneamente<sup>217</sup>. Negli Stati Uniti, la DARPA ha dimostrato nel 2022 il controllo coordinato di oltre 150 droni con un unico operatore e si prevede di poter arrivare a sciami composti da migliaia di unità entro pochi anni<sup>218</sup>. La Marina statunitense sta inoltre investendo per costruire sciami in grado di sopraffare le difese aeree avversarie. La Cina, dal canto suo, ha già effettuato test con centinaia di droni lanciati contemporaneamente e il PLA considera

---

<sup>215</sup> Gerstein, D. M., & Leidy, E. N. (2023). *Emerging technology and risk analysis: Unmanned aerial systems intelligent swarm technology*. RAND Corporation.

<sup>216</sup> Ditter, T. (2025). *PRC concepts for UAV swarms in future warfare* (DOP-2024-U-040462-1Rev). CNA Corporation.

<sup>217</sup> Kunertova, D. (2024). *Learning from the Ukrainian battlefield: Tomorrow’s drone warfare, today’s innovation challenge*. Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.

<sup>218</sup> Burdette, Z., Phillips, D., Heim, J. L., Geist, E., Frelinger, D. R., Heitzenrater, C., & Mueller, K. P. (2025). *An AI revolution in military affairs? How artificial intelligence could reshape future warfare* (Working Paper No. WR-A4004-1).

questi sistemi uno strumento fondamentale in vista di una possibile invasione di Taiwan<sup>219</sup>.

Gli sciami offrono vantaggi evidenti: possono saturare le difese nemiche, garantiscono resilienza anche quando perdono numerose unità, riducono drasticamente i tempi decisionali grazie alla velocità dell'elaborazione algoritmica e rappresentano un'opzione a basso costo rispetto ai sistemi tradizionali<sup>220</sup>. Tuttavia, accanto a tali benefici si affacciano sfide e rischi altrettanto significativi. La complessità dei sistemi e la natura opaca di molti algoritmi, spesso definiti “scatole nere”, possono condurre a errori che gli operatori umani non sono in grado di prevedere o correggere, soprattutto in ambienti imprevisti o non familiari<sup>221</sup>. La guerra è caratterizzata da imprevedibilità e disordine, mentre l'IA si fonda su schemi probabilistici e su dati di addestramento, creando così un divario pericoloso tra teoria e pratica. A ciò si aggiunge la difficoltà crescente nel mantenere un controllo umano significativo: l'automazione di fasi cruciali del ciclo decisionale può indurre i comandanti a fidarsi ciecamente degli algoritmi senza comprenderne davvero i processi interni, mentre in situazioni di alta pressione l'essere umano rischia di non avere il tempo o la capacità cognitiva per esercitare un controllo critico<sup>222</sup>.

Vi è anche un potenziale destabilizzante a livello geopolitico: l'impiego di sciami autonomi senza regole condivise può alimentare l'escalation, mentre la proliferazione incontrollata di queste tecnologie, sempre più accessibili anche a gruppi non statali, riduce le soglie di conflitto e amplifica i rischi globali<sup>223</sup>. L'uso duale dell'IA, civile e militare, rende inoltre difficile distinguere tra obiettivi legittimi e non, esponendo persino università e centri di ricerca a possibili minacce in tempo di guerra<sup>224</sup>. Non meno rilevante è la questione normativa: ad oggi manca un accordo globale o un quadro giuridico chiaro che disciplini l'impiego dell'IA in ambito militare. Studi e analisi di istituti come RAND e CNA sottolineano la necessità di strutture flessibili in

---

<sup>219</sup> Ditter, T. (2025). *PRC concepts for UAV swarms in future warfare* (DOP-2024-U-040462-1Rev). CNA Corporation.

<sup>220</sup> Gerstein, D. M., & Leidy, E. N. (2023). *Emerging technology and risk analysis: Unmanned aerial systems intelligent swarm technology*. RAND Corporation.

<sup>221</sup> Simmons-Edler, R., Dong, J., Lushenko, P., Rajan, K., & Badman, R. P. (2025). *Military AI needs technically-informed regulation to safeguard AI research and its applications*.

<sup>222</sup> Petrović, P., Dias, M. T. M., Grasso, N., Berenguer, V. V. B., & Denieul, M. (2024). *The role of AI decision-making for land-based operations*.

<sup>223</sup> Ditter, T. (2025). *PRC concepts for UAV swarms in future warfare* (DOP-2024-U-040462-1Rev). CNA Corporation.

<sup>224</sup> Simmons-Edler, R., Dong, J., Lushenko, P., Rajan, K., & Badman, R. P. (2025). *Military AI needs technically-informed regulation to safeguard AI research and its applications*.

grado di adattarsi all’evoluzione della tecnologia, ma la comunità internazionale appare impreparata a gestire la cosiddetta “terza età dei droni”<sup>225</sup><sup>226</sup>. Le principali proposte convergono su un approccio a due livelli: da un lato vietare sistemi completamente autonomi in grado di colpire esseri umani senza supervisione, dall’altro rafforzare standard e controlli, imponendo meccanismi di auto-disattivazione, limitazioni temporali e spaziali, maggiore trasparenza tecnica e formazione specifica degli operatori<sup>227</sup>. In prospettiva, la regolamentazione multilaterale dovrebbe includere anche il divieto dell’IA nella gestione diretta di arsenali nucleari, la definizione di confini chiari tra ricerca civile e militare e l’istituzione di consorzi internazionali per la supervisione dei LAWS<sup>228</sup>.

Nel complesso, l’integrazione tra intelligenza artificiale e sistemi autonomi si è ormai affermata come paradigma della guerra contemporanea. Essa offre un’enorme promessa di efficienza e capacità, ma allo stesso tempo pone rischi e dilemmi etici che non possono essere ignorati. La sfida per il futuro sarà riuscire a bilanciare l’efficacia operativa con la necessaria conformità ai principi del diritto umanitario e alla responsabilità morale, evitando che l’innovazione tecnologica, in assenza di regole, si traduca in effetti destabilizzanti e incontrollati<sup>229</sup>. Solo mantenendo il giudizio umano al centro delle decisioni che mettono a rischio vite e dignità sarà possibile garantire un uso dell’IA che sia coerente con i valori fondamentali e con la legalità internazionale.

---

<sup>225</sup> Burdette, Z., Phillips, D., Heim, J. L., Geist, E., Frelinger, D. R., Heitzenrater, C., & Mueller, K. P. (2025). *An AI revolution in military affairs? How artificial intelligence could reshape future warfare* (Working Paper No. WR-A4004-1).

<sup>226</sup> Ditter, T. (2025). *PRC concepts for UAV swarms in future warfare* (DOP-2024-U-040462-1Rev). CNA Corporation.

<sup>227</sup> Simmons-Edler, R., Dong, J., Lushenko, P., Rajan, K., & Badman, R. P. (2025). *Military AI needs technically-informed regulation to safeguard AI research and its applications*.

<sup>228</sup> Petrović, P., Dias, M. T. M., Grasso, N., Berenguer, V. V. B., & Denieul, M. (2024). *The role of AI decision-making for land-based operations*.

<sup>229</sup> Kunertova, D. (2024). *Learning from the Ukrainian battlefield: Tomorrow’s drone warfare, today’s innovation challenge*. Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.

# CONCLUSIONE

I Sistemi d'arma letali autonomi rappresentano una delle sfide più controverse e significative per la comunità internazionale. Le dinamiche di utilizzo di queste armi sono tali da ridefinire le regole belliche e aggirare i principi del diritto internazionale umanitario (DIU). L'adozione di tali armi rischia di delegare la decisione di vita o di morte, tradizionalmente affidata al giudizio umano, a processi algoritmici poco trasparenti e difficilmente prevedibili privando la guerra di quel briciolo di umanità auspicabile nella valutazione umana.

La velocità con cui l'industria bellica è stata in grado di applicare sistemi autonomi è stata di gran lunga superiore ai tempi impiegati dalle istituzioni internazionali per adeguare la giurisprudenza, questa differenza di velocità ha certamente generato un vuoto normativo che è necessariamente da riempire. Questo vuoto normativo è poi agevolato da una profonda frammentazione delle posizioni degli Stati in merito ad una regolamentazione comune. L'Unione europea, che attraverso il Parlamento si è mostrata vicina alle preoccupazioni etiche sostenute dalla società civile, al suo interno presenta comunque Paesi, come Germania e Francia, con posizioni più caute, volte a bilanciare diritti umanitari e competitività industriale e militare. Gli Stati Uniti, tra i più grandi produttori, insieme a Russia e Cina, ostacolano naturalmente la produzione di normative dedicate esplicitamente a tali sistemi d'arma. Tali Paesi sostengono che la regolamentazione già esistente sia sufficiente e che un aumento della giurisprudenza servirebbe esclusivamente a compromettere il progresso tecnologico e i vantaggi strategici che ne derivano. Altri Paesi, meno sviluppati a livello tecnologico o dove lo stato della ricerca bellica non è ai livelli delle grandi potenze del mondo, sostengono una regolamentazione comune, spaventati dal possibile aumento del gap militare con i grandi del pianeta. L'estrema eterogeneità delle posizioni degli Stati non può far altro che frenare i tentativi di creare un consenso globale e una normativa comune, al punto che con la risoluzione 79/L.77 delle Nazioni Unite si è cercato di estendere la partecipazione sui lavori anche ad attori esterni alla Convenzione su armi convenzionali, attori come ad esempio le grandi società tech. Queste realtà ricoprono un ruolo singolare, in quanto producono software per la

società civile, ma sono anche le uniche in grado di produrre tecnologie destinate al settore bellico e, alternano il sostegno agli Stati e la partecipazione allo sviluppo di sistemi d'arma con iniziative e regole interne volte a fronteggiare le pressioni dell'opinione pubblica.

Nonostante l'utilizzo di determinate armi non risulti platealmente contrario ai principi del DIU, vi sono alcuni aspetti la cui correzione risulta di particolare importanza, di cui il fenomeno del “gap di responsabilità” è sicuramente uno dei principali. La possibilità di attribuire con certezza la responsabilità di determinate azioni a soggetti specifici è fondamentale in ogni aspetto della vita, ma ancora di più in guerra, dove le scelte riguardano la vita o la morte. Ad oggi, per esempio, ai sensi del DIU sarebbe difficile attribuire la responsabilità di un crimine di guerra commesso da un LAWS. In tal caso chi sarebbe responsabile di un eventuale errore? I programmati che sviluppano il codice, i comandanti che autorizzano l'azionamento del sistema d'arma o lo Stato? I tentativi di riempire questo vuoto normativo esistono ma non sempre sono efficaci, come quello sostenuto dall'organizzazione *“Campaign to Stop Killer Robots”*, la quale auspica un divieto totale di utilizzo, obiettivo che appare totalmente improbabile, date le posizioni delle grandi potenze mondiali come Stati Uniti, Russia e Cina. Altro tentativo riguarda l'introduzione di limiti tecnici come la durata delle missioni o le restrizioni geografiche, tuttavia anche in questo caso la soluzione risulta debole e non in grado di regolare un fenomeno così complesso. È sicuramente necessario rafforzare i meccanismi di revisione previsti dall'articolo 36 del Protocollo I delle Convenzioni di Ginevra, rendendo obbligatorie valutazioni trasparenti e condivise tra Stati sulle nuove armi sviluppate.

Questa discussione non può ovviamente prescindere da valutazioni di carattere geopolitico. Un intervento di questo tipo comporterebbe un dispiegamento sensibilmente inferiore di personale militare nelle fasi più pericolose dello scontro, con il rischio di abbassare le soglie per il ricorso alla forza e facilitare l'avvento di escalation militari a livello globale. Sul piano politico, l'utilizzo di questi sistemi d'arma rischia di ridurre la responsabilità percepita dei leader che avviano o alimentano il conflitto. Poiché il ricorso a un numero minore di soldati attenua, nella coscienza dei cittadini, i timori legati alla guerra, essa finisce per apparire sempre più distante dalla

vita quotidiana dei civili nei paesi tecnologicamente avanzati e dotati di ampi arsenali. Allo stesso tempo, però, diventa una realtà drammatica e incontrollabile per la popolazione civile del paese in cui il conflitto si svolge. In caso di guerra asimmetrica infatti il dispiegamento massiccio di tali sistemi d'arma non può far altro che ridurre, se non azzerare, i rischi per il paese più avanzato, e ridurre le possibilità di quello meno sviluppato di opporsi, trovandosi a fronteggiare sostanzialmente un esercito di robot. Per questo motivo, è necessario un impegno multilaterale ampio e coraggioso, che coinvolga Stati, organizzazioni internazionali, settore privato e società civile, consapevoli che ciò che è in gioco non è solo la condotta della guerra, ma i principi fondamentali su cui si basa la comunità internazionale.

## BIBLIOGRAFIA

- Amoroso, D., & Tamburini, G. (2018). *Le implicazioni etico-giuridiche delle nuove tecnologie robotiche ed informatiche in campo militare tra Lex Lata e Lex Ferenda*. InCircolo, (6), 109–118.
- Arca, E. F., Carroll, M., & Hughes, J. H. (2019). *An analysis of critical material failures of the Close-In Weapon System onboard U.S. Guided Missile Destroyers* (Master's thesis). Naval Postgraduate School, Monterey, CA.
- Article 36. (2024, December 7). *Opportunities after the UNGA resolution on autonomous weapons: Moving toward a new treaty*.
- Bode, I., & Huelss, H. (2018). Autonomous weapons systems and changing norms in international relations. *Review of International Studies*, 44(3), 393–413.
- Bode, I., & Watts, T. (2023, maggio). *Loitering munitions and unpredictability: Autonomy in weapon systems and challenges to human control*. Center for War Studies, University of Southern Denmark, in collaborazione con Article 36.
- Bo, M., Bruun, L., & Boulain, V. (2022, October). *Retaining human responsibility in the development and use of autonomous weapon systems: On accountability for violations of international humanitarian law involving AWS*(Report). Stockholm International Peace Research Institute.
- Boulain, V., Bruun, L., & Goussac, N. (2021). *Autonomous weapon systems and international humanitarian law: Identifying limits and the required type and degree of human-machine interaction*. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI).
- Brizio, C. (s.d.). *La Convenzione di Ginevra del 1949: Per il miglioramento delle condizioni dei feriti e malati delle Forze Armate in campagna* (p. 40). In L. Catani (Ed.).
- Bruun, L. (2024, agosto). *Towards a two-tiered approach to regulation of autonomous weapon systems: Identifying pathways and possible elements*. SIPRI.

- Burdette, Z., Phillips, D., Heim, J. L., Geist, E., Frelinger, D. R., Heitzenrater, C., & Mueller, K. P. (2025). *An AI revolution in military affairs? How artificial intelligence could reshape future warfare* (Working Paper No. WR-A4004-1). RAND Corporation.
- Carpenter, C. (2016). Rethinking the political-science-fiction nexus: Global policy making and the campaign to stop killer robots. *American Political Science Association*, 14(1), 53–69.
- Chengeta, T. (2017). Defining the emerging notion of “meaningful human control” in weapon systems. *International Law and Politics*, 49, 833–889.
- Chesini, F. (2020). «“Terminator Scenario”? Intelligenza artificiale nel conflitto armato: Lethal Autonomous Weapons Systems e le risposte del diritto internazionale umanitario». *BioLaw Journal – Rivista di BioDiritto*, 3, 441–471.
- Crootof, R. (2014). The killer robots are here: legal and policy implications. *Cardozo Law Review*, 36, 1837.
- Davison, N. (2018). A legal perspective: Autonomous weapon systems under international humanitarian law.
- De Stercke, C. (2021). To Ban or not to Ban. Analyzing the banning process of autonomous weapon systems. *Journal of Science Policy & Governance*, 21(1), 1–21.
- Dinstein, Y. (2016). *The Conduct of Hostilities under the Law of International Armed Conflict* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Ditter, T. (2025, luglio). *PRC concepts for UAV swarms in future warfare* (CNA Occasional Paper). CNA Corporation.
- Englert, M., Siebert, S., & Ziegler, M. (n.d.). *Logical limitations to machine ethics with consequences to lethal autonomous weapons*. IANUS, Technische Universität Darmstadt.
- Gerstein, D. M., & Leidy, E. N. (2023). *Emerging technology and risk analysis: Unmanned aerial systems intelligent swarm technology*. RAND Corporation.
- González, R. J. (2023). *Militarising Big Tech: The rise of Silicon Valley’s digital defence industry*. Transnational Institute.

- Goussac, N., & Pacholska, M. (2024). *The interpretation and application of international humanitarian law in relation to lethal autonomous weapon systems: Background paper on the views of States, scholars and other experts*. United Nations Institute for Disarmament Research (UNIDIR).
- Guo, J. (2025). The ethical legitimacy of autonomous weapons systems: Reconfiguring war accountability in the age of artificial intelligence. *Ethics & Global Politics*.
- International Committee of the Red Cross. (1981, 1987, 2017, 2021). *Convention on Certain Conventional Weapons, Commentary on the Additional Protocols, Reports on CCW, Position on AWS*. Geneva: ICRC.
- Jackson, J. (2023). Mapping the lethal autonomous weapons debate: an introduction. *Ethics & International Affairs*, 37(3), 254–260.
- Kahn, L. (2022). Lethal autonomous weapon systems and respect for human dignity. *Frontiers in Big Data*, 5.
- Konaev, M. (2023, settembre). *Tomorrow's technology in today's war: The use of AI and autonomous technologies in the war in Ukraine and implications for strategic stability* (CNA Occasional Paper). CNA Corporation.
- Kunertova, D. (2024). *Learning from the Ukrainian battlefield: Tomorrow's drone warfare, today's innovation challenge*. Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.
- Li, S., Duo, B., Di Renzo, M., Tao, M., & Yuan, X. (2021). Robust secure UAV communications with the aid of reconfigurable intelligent surfaces. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 20(10), 6402–6417.
- Maaser, L., & Verlaan, S. (2022). *Big Tech goes to war: Uncovering the growing role of US and European technology firms in the military-industrial complex* (Studien 5/2022). Rosa-Luxemburg-Stiftung.
- Molloy, O. (2024). *Drones in modern warfare: Lessons learnt from the war in Ukraine* (Australian Army Occasional Paper No. 29). Commonwealth of Australia.
- O'Connell, M. E. (2023). Banning autonomous weapons: A legal and ethical mandate. *Ethics & International Affairs*, 37(3), 287–298.

- Palihawadana, G. (2024, settembre). *Wings of war: The strategic impact of drones in modern conflicts*. Sri Lanka Institute of Information Technology.
- Perrin, B. (2025, January 24). *Lethal Autonomous Weapons Systems & International Law: Growing momentum towards a new international treaty*. ASIL Insights, 29(1).
- Petrović, P., Dias, M. T. M., Grasso, N., Berenguer, V. V. B., & Denieul, M. (2024). *The role of AI decision-making for land-based operations*.
- Reeves, S. R., Alcala, R. T. P., & McCarthy, A. (n.d.). *Challenges in regulating lethal autonomous weapons under international law*.
- Rikap, C. (2024). *The US national security state and Big Tech: Frenemy relations and innovation planning in turbulent times*. Institute for Innovation and Public Purpose, University College London; CONICET.
- Ronzitti, N. (2018). *Uso e sviluppo delle armi autonome. Prospettive per un controllo a livello internazionale*. Senato della Repubblica, IAI.
- Rosert, E., & Sauer, F. (2020). How (not) to stop the killer robots: A comparative analysis of humanitarian disarmament campaign strategies. *Contemporary Security Policy*, 42(1), 4–29.
- Sassòli, M. (2019). *International Humanitarian Law: Rules, controversies, and solutions to problems arising in warfare*. Edward Elgar.
- Scherer, M. U. (2016). Regulating artificial intelligence systems: Risks, challenges, competencies, and strategies. *Harvard Journal of Law & Technology*, 29(2), 353–400.
- Simoncelli, M., Battistelli, F., Iaria, A., Bertieri, S., Farruggia, F., Gallo, B., Rossi, J. C., Siroli, G. P., & Tamburini, G. (2020). *La questione delle armi letali autonome e le possibili azioni italiane ed europee per un accordo internazionale*. IRIAD Review.
- Simpson, T. W., & Müller, V. C. (2016). Just war and robots' killings. *The Philosophical Quarterly*, 66(263), 302–322.
- Sparrow, R. (2007). Killer robots. *Journal of Applied Philosophy*, 24(1), 62–77.
- Surma, J. (2024). Deep learning in military applications. *Safety & Defense*, 10(1), 1–7.

- Swiss Federal Department of Foreign Affairs. (2014). *ABC del diritto internazionale umanitario*. Berna: FDFA.
- United Nations. (1977). *Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949 (Protocol I)*, 1125 U.N.T.S. 3.
- United Nations Office for Disarmament Affairs. (2024). *Explanation of vote on LAWS, resolution A/RES/79/L.77*.
- Verbruggen, M. (2019). *The question of swarms control: Challenges to ensuring human control over military swarms*. EU Non-Proliferation and Disarmament Consortium.
- Verri, P. (1998). *Dictionary of the International Law of Armed Conflict*. International Committee of the Red Cross.
- Vincent, N. M. (2023). *In Corporate We Trust: The reluctant powers of the civilian tech sector around autonomous weapons systems* [Master's thesis, Central European University].
- Williams, P. R., & Westlake, R. J. (2025). A taste of Armageddon: Legal considerations for lethal autonomous weapons systems. *Case Western Reserve Journal of International Law*, 57(1), 187–222.

