Analytica®
ANALISI | STRATEGIA | SCENARI



Policy Brief

Zawiya: dalla distruzione dell'asset alla paralisi funzionale

Una lettura Boyd-Warden degli attacchi alle infrastrutture critiche

Autore
Denise Serangelo
Simone Rinaldi

analytica-intelligence.com

La sequenza di attacchi condotti nell'agosto 2026 contro il complesso energetico di Zawiya costituisce un caso di particolare interesse per l'analisi della trasformazione contemporanea della guerra contro le infrastrutture critiche. Il dato maggiormente rilevante non risiede infatti nella capacità di distruggere integralmente gli obiettivi colpiti, bensì nella possibilità di degradarne selettivamente la funzionalità fino a compromettere la capacità del sistema di operare secondo i livelli ordinari di efficienza.

La lettura attraverso i paradigmi elaborati da John Boyd e John Warden permette di superare una concezione puramente quantitativa del danno. L'effetto strategico di un attacco non coincide necessariamente con la distruzione fisica dell'asset, ma può derivare dalla sua indisponibilità funzionale, dalla perdita di un nodo critico o dall'interruzione delle interdipendenze che consentono a un sistema complesso di mantenere la propria continuità operativa.

Il caso Zawiya appare particolarmente significativo perché gli attacchi hanno interessato, in una sequenza ravvicinata, serbatoi di carburante, impianti del complesso petrolifero, strutture di trattamento e infrastrutture elettriche. Il 10 agosto la *National Oil Corporation* (NOC) ha comunicato che un incendio provocato da attacchi con droni aveva interessato serbatoi di carburante, uno dei quali, contenente circa 4,5 milioni di litri di benzina, era collassato. La raffineria, tuttavia, non risultava strutturalmente danneggiata e la produzione aveva subito un'interruzione temporanea. Il complesso di Zawiya costituisce il principale impianto di raffinazione operativo della Libia, con una capacità nominale di circa 120.000 barili/giorno, ed è collegato alla filiera del giacimento di Sharara.

Il 12 agosto un successivo attacco ha colpito la South Zawiya substation, determinando una grave interruzione della fornitura elettrica. La *General Electricity Company* of Libya ha riferito che oltre 700 MW della capacità di generazione, pari a circa 1.300 MW, risultavano indisponibili; contestualmente *General Electric* ha sospeso le proprie attività e ritirato i tecnici dalla centrale per ragioni di sicurezza.

La sequenza è quindi interpretabile, con le necessarie cautele, come una campagna di degradazione funzionale nella quale l'effetto non deriva dalla distruzione di un singolo centro di gravità, ma dall'erosione progressiva di funzioni interdipendenti.

Va segnalato, a integrazione del quadro cautelativo sopra esposto, che gli attacchi si inseriscono nella competizione irrisolta tra il Governo di Unità Nazionale (GNU) di Tripoli e le forze legate al Governo di Stabilità Nazionale/ Esercito Nazionale Libico (LNA) di Khalifa Haftar, in un contesto in cui attori esterni continuano a influenzare gli equilibri interni. Questo scenario non consente di per sé di risalire a un mandante, ma rende plausibile, sul piano del contesto, l'ipotesi di un uso mirato della pressione sulle infrastrutture energetiche come leva negoziale o coercitiva.

Il quadro teorico: dalla distruzione alla paralisi funzionale

L'analisi di Zawiya richiede di distinguere tra distruzione dell'asset e negazione della funzione. Nel primo caso, l'effetto deriva dalla neutralizzazione fisica dell'obiettivo; nel secondo, dalla sua degradazione al di sotto della soglia necessaria a garantirne la piena operatività. La finalità, quindi, non è necessariamente l'annientamento dell'infrastruttura, ma la riduzione della capacità funzionale del sistema.

Questa impostazione trova un antecedente nella riflessione di Clausewitz sul logoramento e sulla perdita della capacità di continuare efficacemente la guerra. Boyd trasferisce il problema sul piano della competizione decisionale: attraverso il modello OODA (*Observe-Orient-Decide-Act*), il vantaggio deriva dalla capacità di perturbare il ciclo dell'avversario, costringendolo a riadattarsi continuamente e impedendogli di consolidare una risposta efficace. Warden, invece, introduce una lettura sistemica: nei *Five Rings*, la neutralizzazione selettiva di nodi e funzioni critiche può produrre effetti sproporzionati sull'intero sistema, fino a determinarne la paralisi strategica.

Applicati a Zawiya, i due approcci risultano complementari: Warden consente di identificare la dimensione sistemica del bersaglio; Boyd quella temporale e adattiva dell'azione. L'effetto militare non va quindi valutato esclusivamente in termini di danno fisico, ma in relazione alla capacità residua, al tempo di ripristino e alla capacità del sistema di assorbire e compensare la perturbazione.

In questa prospettiva, il conseguimento dell'effetto strategico può richiedere non la distruzione dell'infrastruttura, ma la sua degradazione funzionale al di sotto della soglia di piena operatività.

Clausewitz: la volontà di resistere e il costo della continuazione

Il riferimento a Clausewitz nel caso Zawiya può essere sviluppato oltre il semplice richiamo al logoramento. Clausewitz scompone la capacità di resistenza del nemico in due fattori distinti: la somma dei mezzi disponibili e la forza della sua volontà. Il primo fattore è in larga misura quantificabile (uomini, risorse, infrastrutture, capacità industriale) mentre il secondo dipende da variabili più sfuggenti difficilmente misurabili, come la posta in gioco percepita, la coesione politica e la tolleranza al sacrificio.

Da questa scomposizione discende una conseguenza spesso trascurata nelle letture più superficiali di Clausewitz: poiché la resistenza è il prodotto, non la somma, dei due fattori, ridurre significativamente uno dei due può abbattere la capacità di resistenza complessiva anche senza annientare l'altro. Non è quindi necessario distruggere integralmente i mezzi dell'avversario: è sufficiente elevare progressivamente il costo della continuazione del conflitto fino al punto in cui esso eccede ciò che l'avversario, dati i suoi mezzi residui e la sua volontà, è disposto a sostenere. Il concetto del punto culminante dell'azione offensiva rappresenta la soglia oltre la quale la prosecuzione del conflitto cessa di essere razionale per il soggetto che la subisce.

Capacità di resistenza = mezzi disponibili × forza della volontà.

Letta in questi termini, l'impostazione di Clausewitz anticipa concettualmente sia Boyd sia Warden: entrambi, in domini diversi (temporale l'uno, sistemico l'altro), traducono in termini operativi la stessa intuizione, ovvero che l'effetto strategico si misura sulla capacità e sulla volontà residue dell'avversario, non sul volume di distruzione inflitto. La stessa logica è stata successivamente formalizzata nella teoria della coercizione strategica, che tratta la forza militare come strumento per alterare il calcolo costi-benefici dell'avversario piuttosto che come mezzo di annientamento fisico. Se applicata a Zawiya, questa lettura sposta l'attenzione dal danno agli impianti al suo effetto sul calcolo economico, politico e operativo di chi deve decidere se e come continuare a contendere il controllo delle infrastrutture colpite.

L'analisi qui condotta si concentra sull'anello infrastrutturale del modello di Warden, che nei *Five Rings* distingue anche i livelli di leadership, popolazione e forze schierate: l'effetto degli attacchi su morale della popolazione, percezione della capacità di governo e coesione della catena di comando avversaria resta fuori campo. Analogamente, il ciclo OODA di Boyd non riguarda solo la compressione dei tempi tecnici di ripristino, ma anche la dimensione mentale e morale dell'orientamento, già discussa da Boyd in Destruction and Creation: un'analisi completa richiederebbe di integrare, accanto alla degradazione funzionale, anche l'effetto sulla percezione e sulla volontà politica degli attori coinvolti.

La logica Warden: colpire la funzione, non necessariamente l'impianto

Applicato a Zawiya, il modello di Warden suggerisce di spostare il livello di analisi dal singolo obiettivo alla rete di funzioni che sostiene la capacità energetica.

La raffineria rappresenta un elemento centrale, ma il suo valore deriva dalla connessione con altri nodi. L'attacco al deposito di carburante e quello successivo alla sottostazione elettrica mostrano, almeno sul piano degli effetti, una dinamica coerente con la ricerca di punti di vulnerabilità ad alto rendimento sistemico.

Il dato più significativo è che la raffineria non è stata distrutta. Secondo la NOC, gli ingegneri avevano verificato che l'impianto di raffinazione non aveva subito danni strutturali significativi e la produzione era stata temporaneamente interrotta.

Questo elemento modifica radicalmente la valutazione dell'efficacia dell'attacco. Se il parametro di successo fosse esclusivamente la distruzione della raffineria, l'effetto sarebbe limitato. Se invece il parametro fosse la riduzione della disponibilità complessiva del sistema energetico, il risultato appare molto più significativo.

L'obiettivo implicito di una simile modalità d'azione potrebbe essere rappresentato come: capacità iniziale → danno selettivo → riduzione della capacità → aumento della vulnerabilità → ulteriore perturbazione → capacità residua inferiore alla soglia di efficienza.

Il concetto di soglia è essenziale. Un'infrastruttura può essere fisicamente ancora esistente ma militarmente o economicamente non pienamente disponibile. La capacità nominale non coincide necessariamente con la capacità effettivamente utilizzabile.

In termini analitici:
asset integrity ≠ operational availability ≠ functional effectiveness.

Questa triplice distinzione dovrebbe essere centrale nell'analisi delle infrastrutture critiche contemporanee.

Casi analoghi, ridondanza del sistema e le interdipendenze infrastrutturali

La dinamica osservata a Zawiya non è isolata. Nell'attacco del settembre 2019 contro gli impianti Aramco di Abqaiq e Khurais, la capacità produttiva saudita fu dimezzata per alcune settimane pur restando gli impianti largamente intatti: un caso spesso citato come esempio di effetto sproporzionato rispetto al danno fisico.

Analogamente, le campagne russe contro la rete elettrica ucraina tra il 2022 e il 2023 hanno perseguito la degradazione cumulativa della capacità di generazione più che la distruzione totale del sistema, incontrando tuttavia una resilienza superiore alle attese: un dato che invita a non sopravvalutare la fragilità sistemica come esito automatico.

Applicato a Zawiya, questo confronto pone la domanda della ridondanza: la Libia dispone di altri impianti di raffinazione (Ras Lanuf, Sirte, Marsa el-Brega) e di margini di import, il cui effettivo utilizzo determina se la degradazione di Zawiya resti locale o si traduca in una riduzione sistemica della disponibilità energetica nazionale.

Il concetto di interdipendenza, qui impiegato in chiave prevalentemente militare, ha una tradizione consolidata anche nell'ingegneria dei sistemi critici che risulta utile a classificare con maggiore precisione il legame osservato a Zawiya tra serbatoi, raffineria e rete elettrica: si tratta prevalentemente di un'interdipendenza fisica e geografica, che rende la propagazione del danno più immediata ma anche, in linea di principio, più prevedibile e mitigabile rispetto a un'interdipendenza puramente logica o informatica.

La logica Boyd: la perturbazione come moltiplicatore dell'effetto

La teoria di Boyd consente di aggiungere alla lettura sistemica una dimensione temporale.
Il danno a un'infrastruttura critica genera una sequenza di reazioni: rilevazione dell'evento, valutazione tecnica, messa in sicurezza, mobilitazione delle squadre di intervento, ripristino, protezione dell'area e verifica della possibilità di riavviare le attività. Ogni fase richiede tempo e risorse.

Quando una seconda perturbazione interviene prima che il sistema abbia completato il processo di recupero, l'effetto non è semplicemente additivo.

Si crea una riduzione dei tempi disponibili per il recupero:

La dinamica diventa:
attack → detect → assess → repair → protect

seguita da:
new attack → re-assess → reallocate → repair again.

In questa condizione il sistema difensivo viene progressivamente spostato da una postura di *recovery* a una postura di permanent reaction.
È precisamente qui che la logica dell'OODA assume valore analitico.

Un sistema energetico sottoposto a perturbazioni ripetute deve continuamente modificare il proprio orientamento, redistribuire risorse, ridefinire priorità e aggiornare la situazione.

L'attaccante non deve necessariamente mantenere una capacità distruttiva superiore a quella del difensore; può essere sufficiente che il tempo necessario al sistema per ripristinare la capacità sia superiore al tempo tra perturbazioni successive.

La condizione di vantaggio può quindi essere espressa concettualmente come:

$T_a < T_r$

dove T_a rappresenta l'intervallo medio tra perturbazioni e T_r il tempo necessario al sistema per recuperare la capacità funzionale.

Quando questa relazione si mantiene nel tempo, il sistema tende verso una degradazione cumulativa.

È importante sottolineare che si tratta di una lettura analitica, non della prova che gli attacchi di Zawiya siano stati deliberatamente concepiti secondo il modello OODA.

Cronologia e tempi di ripristino

Per rendere operativa la relazione $T_a < T_r$ sarebbe necessario disporre di una cronologia verificata dei tempi di ripristino: l'intervallo tra l'attacco del 10 agosto ai serbatoi e quello del 12 agosto alla sottostazione è di circa 48 ore, un dato che colloca T_a su una scala breve rispetto ai tempi tipici di riparazione di una sottostazione ad alta tensione, spesso di settimane. Alla data di redazione non risultano tuttavia dati pubblici affidabili sul ripristino integrale della capacità di generazione, il che impedisce di verificare empiricamente se la soglia critica sia stata effettivamente superata.

Quadro dottrinale e giuridico del targeting

Il tema rimanda anche al quadro dottrinale del targeting, che la dottrina NATO (AJP-3.9) definisce attraverso i criteri di necessità militare, distinzione e proporzionalità. Il diritto internazionale umanitario, all'articolo 52(2) del I Protocollo aggiuntivo alle Convenzioni di Ginevra, qualifica come obiettivo militare legittimo solo ciò che contribuisce efficacemente all'azione militare e la cui distruzione offre un vantaggio militare concreto. Le infrastrutture energetiche, per il loro carattere dual-use, collocano Zawiya in una zona grigia: la distinzione teorica tra distruzione dell'asset e negazione della funzione ha quindi anche una rilevanza diretta sul piano della qualificazione giuridica del bersaglio.

L’asimmetria dei costi

La vulnerabilità descritta si lega anche a una logica di *cost-imposing strategy*: un sistema d’arma a basso costo, quale un UAS (*Unmanned Air Sisystem*) di produzione economica, può generare danni e costi di riparazione, protezione e interruzione della produzione di ordini di grandezza superiori al proprio costo di impiego. Questa asimmetria, discussa nella letteratura sulle strategie di imposizione dei costi, sposta il calcolo strategico dal confronto tra capacità distruttive complessive al confronto tra il costo marginale dell’attacco e il costo marginale della difesa e del ripristino, un parametro che il solo modello Boyd-Warden non cattura esplicitamente pur aiutando a comprenderne le dinamiche.

Conclusione strategica e effetti di secondo e terzo ordine

Il caso Zawiya evidenzia una vulnerabilità strutturale propria delle infrastrutture critiche contemporanee: la loro efficienza dipende dalla continuità delle interdipendenze più che dall’integrità fisica di ogni singolo componente. Da questo punto di vista, l’attacco con sistemi UAS relativamente economici assume un valore strategico superiore al semplice rapporto costo/effetto cinetico. Il vantaggio deriva dalla possibilità di colpire nodi distribuiti, imporre costi di protezione, interrompere funzioni e aumentare il tempo necessario al recupero.

Il vero centro di gravità può quindi spostarsi dall’infrastruttura alla capacità del sistema di rigenerare la propria funzione.

La formula analitica conclusiva può essere espressa come:

Strategic effect = functional degradation × interdependence × duration ÷ recovery capacity.

Più un sistema è interdipendente, maggiore è la probabilità che la neutralizzazione di un singolo nodo generi effetti di secondo e terzo ordine. Più elevata è la durata dell’indisponibilità, maggiore è la probabilità che l’effetto locale diventi sistemico. Al contrario, elevata ridondanza, capacità di ripristino e disponibilità di alternative riducono la probabilità di paralisi. Zawiya dimostra quindi che la distruzione non costituisce necessariamente la misura dell’efficacia militare. Un sistema può essere strategicamente degradato pur mantenendo fisicamente intatti i propri principali asset. La raffineria può rimanere in piedi; la centrale

può continuare ad esistere; i serbatoi possono rappresentare solo una parte dell'intero sistema. Ciò che viene eroso è la continuità funzionale.

La prospettiva Boyd-Warden permette così di leggere gli attacchi non come una semplice successione di strike contro obiettivi energetici, ma come una possibile dinamica di paralisi attraverso degradazione funzionale.

Warden fornisce la logica sistemica: individuare le funzioni la cui perturbazione produce effetti sproporzionati. Boyd fornisce la logica dinamica: impedire al sistema di ristabilire rapidamente un ciclo stabile di osservazione, decisione, intervento e recupero.

La combinazione delle due prospettive conduce a una conclusione di particolare rilevanza per l'analisi militare contemporanea: per ottenere un effetto strategico non è necessariamente necessario distruggere l'avversario; può essere sufficiente degradarne le capacità critiche fino al punto in cui la risposta, il ripristino e la continuità operativa diventano più lenti della perturbazione che li genera.

Nel caso Zawiya, questa ipotesi appare coerente con la sequenza osservata: danni ai serbatoi e al complesso petrolifero, successiva compromissione di un nodo elettrico, riduzione significativa della capacità di generazione, sospensione delle attività dei tecnici stranieri e crescente rischio di interruzione delle operazioni energetiche.

Non è tuttavia ancora possibile stabilire se tale sequenza costituisca il risultato di una strategia deliberatamente orientata alla paralisi sistemica o la conseguenza di una serie di attacchi aventi obiettivi politico-militari più circoscritti. Questa distinzione deve essere mantenuta nell'analisi intelligence.

Il valore del caso, tuttavia, rimane intatto: Zawiya mostra empiricamente come, in un sistema energetico fortemente interdipendente, la soglia strategicamente rilevante possa essere quella della funzionalità e non quella della distruzione.

La lettura qui proposta resta centrata sul piano militare-funzionale, ma la degradazione della capacità energetica libica produce anche effetti diretti sulla popolazione civile: riduzione della disponibilità di carburante, pressione sui prezzi, interruzioni nella fornitura elettrica e possibili ripercussioni sulle entrate pubbliche derivanti dalle esportazioni petrolifere, da cui dipende gran parte del bilancio dello Stato libico. Un'analisi integrata dovrebbe quindi affiancare alla metrica della soglia di efficienza funzionale una valutazione dell'impatto umanitario ed economico, che aggiunge una dimensione ulteriore, non strettamente militare, alla nozione di paralisi del sistema.

Note Bibliografiche

Boyd, J., *Patterns of Conflict, briefing, 1976-1986, John Boyd Digital Archive.*

Boyd, J., *The Strategic Game of ? and ?, briefing, 1987-1988, John Boyd Digital Archive.*

Boyd, J., *The Essence of Winning and Losing, briefing, 1995, John Boyd Digital Archive.*
Clausewitz, C. von, On War, edited and translated by Michael Howard and Peter Paret, Princeton University Press, Princeton, 1976.

Fadok, D. S., *John Boyd and John Warden: Air Power's Quest for Strategic Paralysis, in The Paths of Heaven: The Evolution of Airpower Theory, School of Advanced Airpower Studies / Air University, 1995.*

Price, B. R., *"Colonel John Boyd's Thoughts on Disruption", Journal of Advanced Military Studies, Vol. 14, No. 1, Marine Corps University Press, 2023.*

Warden III, J. A., *"The Enemy as a System", Airpower Journal, Vol. IX, No. 1, Spring 1995.*

NATO, *Allied Joint Doctrine for Joint Targeting (AJP-3.9), Edition B, Version 1, NATO Standardization Office, 2021.*

NATO, *Allied Joint Doctrine for the Conduct of Operations (AJP-3), current Allied Joint Doctrine, 2026.*

NATO, *"Resilience, civil preparedness and Article 3", NATO, updated 13 November 2024.*

NATO, *NATO's Approach to Resilience, NATO Chief Scientist Research Report, 2025.*

NATO, *"Energy Security", NATO Topic, updated 11 January 2024.*

National Oil Corporation (NOC), "Full production restored at Sharara and El Feel, NOC confirms", 30 March 2026.

Reuters, *"Libya's NOC says Zawiya oil fires brought under control", 10 August 2026.*

Note Bibliografiche

Reuters, *"Libya's state power company says attack on Zawiya substation causes major outage", 12 August 2026.*

Associated Press, "Drone strike in western Libya torches a power substation, triggering outages", August 2026.

Pape, R.A., *Bombing to Win: Air Power and Coercion in War, Cornell University Press, Ithaca, 1996.*

Mueller, K.P. (a cura di), *Precision and Purpose: Airpower in the Libyan Civil War, RAND Corporation, Santa Monica, 2015.*

International Energy Agency (IEA), Ukraine's Energy Security and the Coming Winter, IEA, Parigi, 2022.

International Committee of the Red Cross (ICRC), Customary IHL Database, Rule 8 "Definition of Military Objectives", icrc.org.

Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949 (Protocol I), Art. 52(2), 8 giugno 1977.

Warden III, J.A., *The Air Campaign: Planning for Combat, Pergamon-Brassey's, Washington D.C., 1988.*

Schelling, T.C., *Arms and Influence, Yale University Press, New Haven, 1966.*

Freedman, L., *Strategic Coercion: Concepts and Cases, Oxford University Press, Oxford, 1998.*

Echevarria II, A.J., *Clausewitz's Center of Gravity: Changing Our Warfighting Doctrine — Again!, Strategic Studies Institute, U.S. Army War College, Carlisle, 2002.*

Note Bibliografiche

L’autore

Denise Serangelo

Denise Serangelo è analista specializzata in sicurezza internazionale, competizione strategica e minacce multidominio. Si è formata presso la Scuola di Applicazione dell’Esercito, in collaborazione con l’Università degli Studi di Torino.

Il suo principale ambito di ricerca è il Mediterraneo centrale, con particolare attenzione alla Libia, al fianco meridionale europeo e alle implicazioni delle dinamiche politico-militari regionali per la sicurezza nazionale ed europea.

Si occupa di analisi delle minacce emergenti, valutazione del rischio e scenari strategici, approfondendo l’interazione tra dimensione militare, geopolitica, tecnologia e infrastrutture critiche.

Ha maturato esperienza sul campo e svolge attività di consulenza e analisi strategica a supporto dei processi decisionali, elaborando report, studi e valutazioni per interlocutori istituzionali e operatori dei settori della sicurezza e della difesa.

L'autore

Simone Rinaldi

Simone Rinaldi completa gli studi in Lettere presso l'Università degli Studi di Catania e in *Terrorism and Security Studies* presso la *University of Salford*.

Ha lavorato al Directorate-*General for Security and Safety* del Parlamento Europeo e tra le sue collaborazioni figurano la *Manchester Metropolitan University* e FINABEL - *European Army Interoperability Centre*, lavorando come analista freelance e svolgendo attività di ricerca e consulenza per soggetti privati e aziende.

È cultore della materia di Diritto Internazionale e di Diritto dell'Unione Europea presso l'Università Niccolò Cusano. Si occupa di tematiche relative alla sicurezza e agli studi strategici, è dottore di ricerca e docente a contratto di Diritto dell'Unione Europea presso l'Università degli Studi di Catania.