

# USO DEGLI SCOOTER SUBACQUEI NELLA SPELEOLOGIA SUBACQUEA



**Raffaele Onorato**

**Attilio Eusebio**

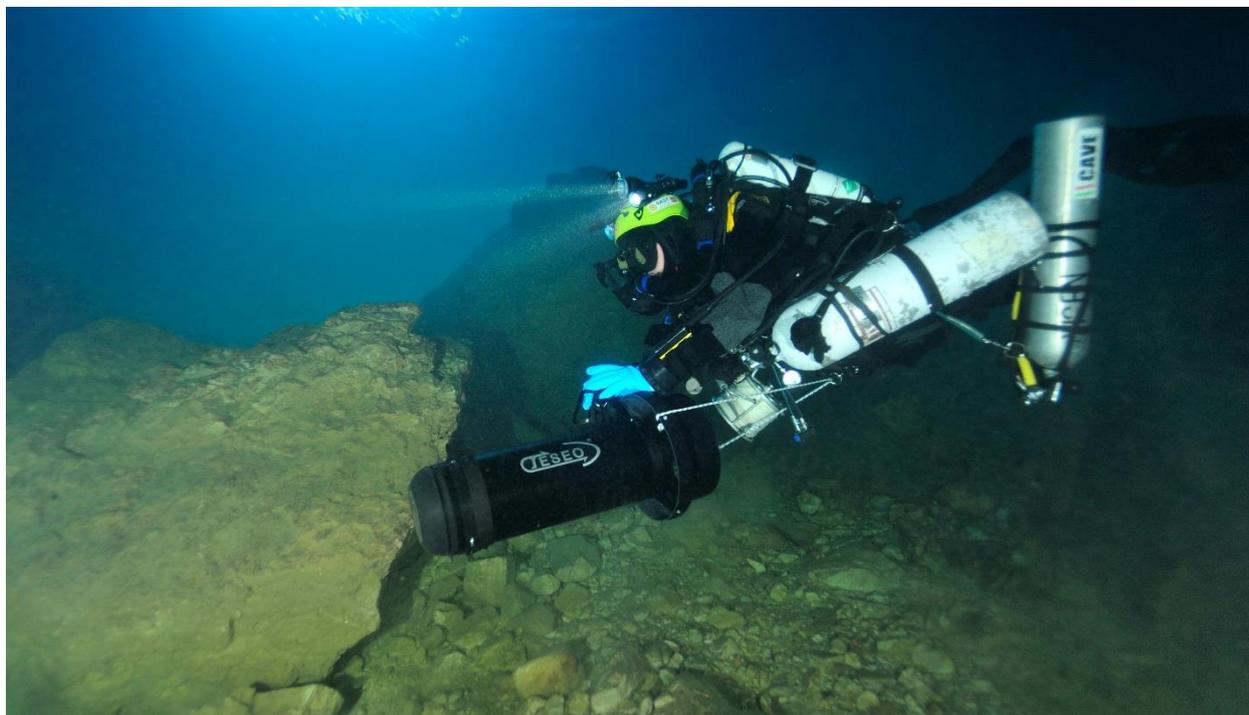
## Gli scooter subacquei (DPV)

Lo scooter per uso subacqueo viene spesso chiamato, in gergo tecnico, “maiale”. Questo nomignolo deriva da quelli messi a punto dalla Marina Militare Italiana per gli Incursori, nella Seconda Guerra Mondiale. Più recentemente c’è la tendenza di indicarli con l’acronimo DPV (Diver Propulsion Vehicle).

Negli anni '70, in ambito sportivo e speleosubacqueo i più usati erano i tedeschi Aquazep, molto più piccoli ed anche più veloci dei “Maiali” usati dagli Incursori. In speleosubacquea vengono generalmente utilizzati per lunghe percorrenze, per il trasporto di attrezzature ed anche per evitare i pericoli dell’affanno in percorsi controcorrente. Nel corso di un’esercitazione della Commissione Speleosub del CNSAS al Bue Marino, un solo Tecnico Speleosub dotato di DPV riuscì agevolmente a trasportare al traino una barella con ferito per un lungo tratto sommerso.

Esistono diversi modelli ma la differenza principale è tra quelli che si cavalcano come destrieri e quelli “a traino”. Sono questi ultimi che hanno avuto la più larga diffusione. Si trovano in commercio diversi tipi, più o meno professionali, più o meno lunghi e pesanti, costruiti da diverse aziende, ma sostanzialmente con caratteristiche molto simili tra loro. Gli speleosub e i subacquei tecnici prediligono quelli a “siluro”, che vengono pilotati con una sola mano.

I pionieri delle lunghissime esplorazioni speleosubacquee, come Olivier Isler e Jean Jacques Bolanz, usavano scooter modificati (batterie con più lunga autonomia dei modelli commerciali, tipi di eliche diversi) e spesso accoppiati, per il principio della ridondanza. Luigi Casati per le esplorazioni



*Foto 1 – Cogol dei Veci, lo speleosub si accinge a partire con il reb e le bombole di sicurezza  
(autore A.Eusebio)*

delle risorgive di Oliero usava due grossi scooter, appositamente costruiti, che gli consentivano una percorrenza di circa dieci chilometri ed il trasporto di 5 bombole da 20 l, oltre alle attrezzature che aveva addosso.

Difficile indicare il modello ideale. Come spesso succede in speleosubacquea, bisogna adattare le attrezzature al tipo di grotte o di esplorazione che si intende fare. Se si prevede il superamento di post sifoni, ad esempio, sarà bene optare per scooter di piccola taglia, facilmente trasportabili nelle zone subaeree ma, inevitabilmente, con autonomia inferiore ai modelli più grandi e pesanti.

Lo scooter deve avere la possibilità di una facile sostituzione della batteria esausta, senza l'ausilio di attrezzi da meccanico. Può accadere di dover smontare la batteria in grotta anche per un più agevole trasporto del DVP in zone subaeree.

Gli scooter che si cavalcano, rispetto a quelli a traino, hanno il vantaggio che il flusso vorticoso dell'elica non si dirige verso l'operatore. Accade spesso, infatti, che il vortice provocato dal propulsore vada ad agire sui secondi stadi degli erogatori delle bombole di fase, indossate dallo speleosub, mandandoli in autoerogazione. Per evitare tale inconveniente, sempre più sub tecnici usano sistemare le bombole di fase tutte sul lato opposto (generalmente a sinistra) al braccio che dirige lo scooter. Tale configurazione, però, se può andar bene per le acque libere, non sempre può essere utilizzata in grotta, anche perché con tale sistema è difficile trasportare più di due bombole. Con gli scooter a trascinamento, inoltre, bisogna saper gestire con accortezza la lunghezza della longe di traino. Se è troppo corta, infatti, come abbiamo già detto, il flusso delle eliche tende a colpire con una certa energia il sub e le attrezzature che egli indossa e può provocare ipotermia. Se è troppo lunga, invece, obbliga il sub a tenersi costantemente "aggrappato" alla maniglia dello scooter, stancando ben presto i muscoli del braccio.

Il collegamento dello scooter al subacqueo va effettuato sul Dring del sottogamba e tramite un moschettone a sgancio rapido, tipo spinaker e non con uno normale con apertura a leva od il classico bolt snap. Può infatti, verificarsi l'inconveniente che si allaghi il vano batteria ed in questo caso il DPV diventa pericolosamente negativo.

Un altro vantaggio degli scooter da cavalcare è una migliore visibilità in navigazione (facilità di seguire a vista una sagola guida), la possibilità di agganciare bombole di fase e/o di scorta al DPV, suddividendo il carico su entrambi i lati, senza tenerle vincolate al corpo dello speleosub. Si possono usare le pinne per imprimere facilmente la direzione al mezzo ed è più difficile, inoltre, incappare nell'inconveniente di infilare una mano nell'elica azionata. Gli scooter a cavallo, però, non sono adatti ad ambienti bassi (laminatoi) o comunque poco spaziosi, notevolmente concrezionati e/o con scarsa visibilità. In tutti questi casi, lo speleosub si trova molto più esposto a urti accidentali. Tali DPV, inoltre, hanno una notevole inerzia, ed imprimere un cambio di direzione non è sempre immediato. Un altro problema non di poco conto, è che sono sempre più difficili da reperire in commercio. L'evoluzione delle più moderne tecniche di rilievo topografico, inoltre, che prevedono l'utilizzo di apparecchi con capacità di lettura tridimensionale, inducono a preferire DPV a traino, sulla prua dei quali viene montato l'apparato da rilevamento.

Un capitolo a parte, inoltre, andrebbe scritto per i tipi di batterie di alimentazione degli scooter. I vari tipi di batteria (piombo, nichel-cadmio, ecc.) hanno pro e contro che vanno studiati prima dell'acquisto del mezzo e prima del suo utilizzo in grotta.

Secondo alcuni le eliche a 5 pale conferiscono una maggiore spinta di quelle a 3 pale.

I grandi esploratori degli abissi, generalmente, usano scooter modificati o appositamente costruiti per le loro esigenze. Anche per i DPV soprattutto per lunghe percorrenze e per immersioni ad alta profondità o controcorrente, vale la regola della ridondanza.

La nuova generazione di DPV è offerta dalla serie Carbon Scooter MONO, DUO e TWIN che sono offerti per le immersioni ricreative e tecniche. Tutte le superfici dello scooter sono state perfezionate utilizzando simulazioni di flusso idrodinamico per ottimizzare le prestazioni. Inoltre, la nuova elettronica ridimensionata e ottimizzata utilizza componenti a prova di guasto che garantiscono la massima tranquillità per l'utente. Se si sta esplorando un sistema di grotte e dopo alcuni chilometri si sta risalendo in superficie dove potrebbe esserci un passaggio asciutto, o il passaggio dell'acqua diventa troppo stretto per passarci attraverso, fortunatamente, in pochi secondi il TWIN può essere convertito in due MONO; piccolo, leggero e compatto. E nello stesso tempo possono essere riconfigurati nuovamente come TWIN. Ovviamente questo passaggio è possibile anche sott'acqua.

La velocità può arrivare a 120m/minuto, profondità operativa massima 200m, una distanza operativa di 40 km per una durata massima fino a 940 minuti (non al massimo della velocità).



*Fig. 1 l'ultima generazione degli scooter prevede una scocca in carbonio e la possibilità di abbinarli (TWIN) da <http://www.carbon-scooter.com>*

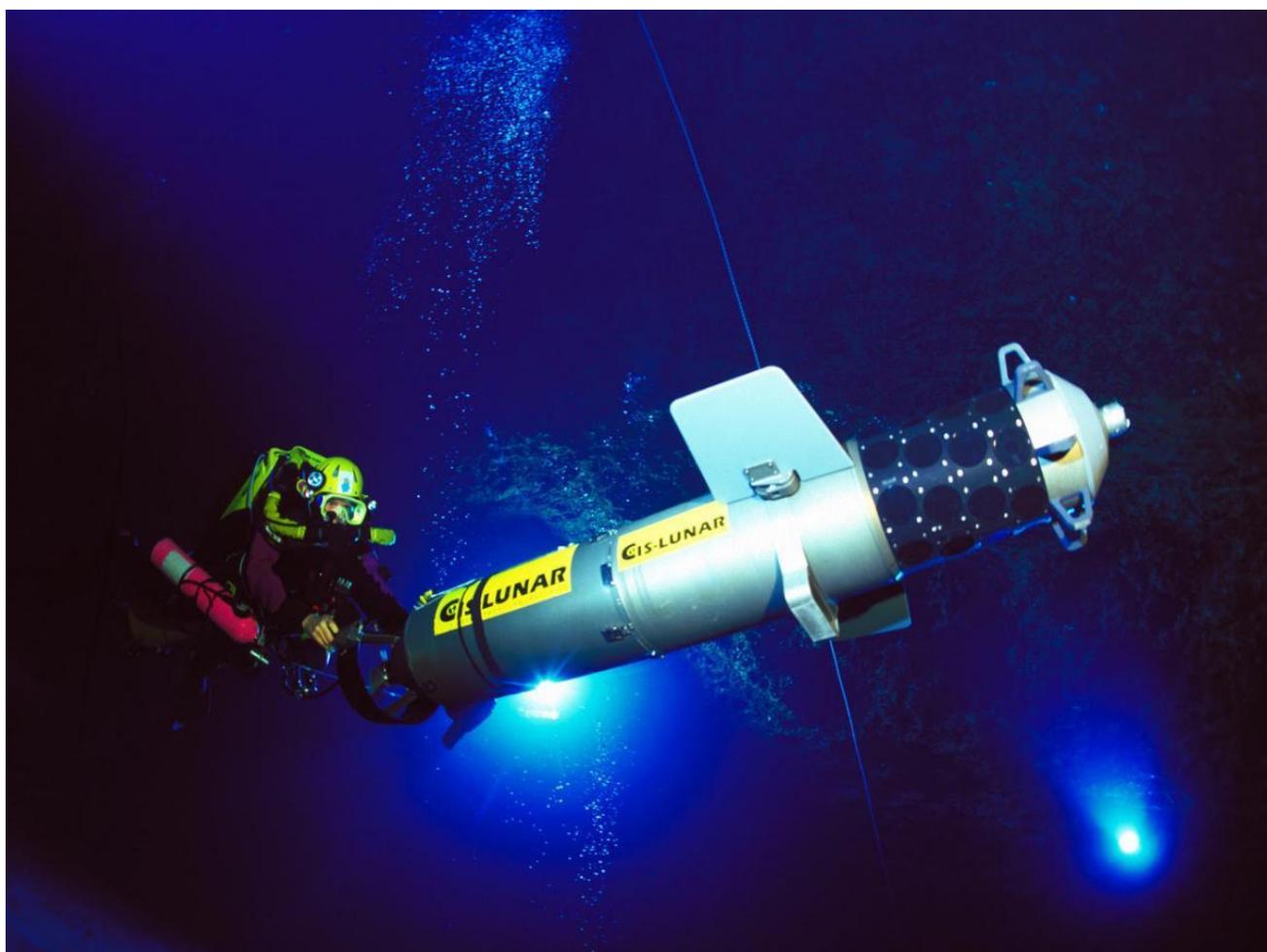
Le grandi esplorazioni, nei sifoni lunghi e profondi sono ormai condotte con l'ausilio dei DPV, in particolare nell'ultima esplorazione della squadra di P.Balordi a Pozo Azul nel 2017 in Spagna ha utilizzato un modello TWIN. Il video è disponibile su <https://vimeo.com/233631582>, analogamente le recenti esplorazioni alla grotta dell'Oliero in Veneto sono state documentate su <https://vimeo.com/489156385>.

## Il Progetto Wakulla

Relativamente all'uso dei DPV il salto di qualità fu eseguito per il progetto Wakulla Cave 3D nel 1987 che aveva l'ambizione di rilevare in modo innovativo la celebre risorgenza del Wakula River in Florida. Viaggiando più velocemente attraverso l'acqua - fino a quattro volte più velocemente di quanto un individuo possa normalmente nuotare con le pinne - è possibile ridurre drasticamente il tempo di decompressione pur portando a termine una determinata missione. Gli scooter convenzionali, sia i modelli commerciali che i derivati personalizzati avevano un'autonomia assoluta di 2 - 3 ore. Per superare questo limite, le squadre di esplorazione usarono più DPV, in modo che potessero cambiare scooter al momento opportuno. Tuttavia, il progetto Wakulla 2 si basò in parte su due nuovi concetti: uso del dispositivo 3-D per rilevare grotte in un modo fino ad ora mai realizzato; e per rendere ogni gruppo di esplorazione completamente autonomo, ovviando alla necessità di una logistica complessa e così via. Quando fu eseguita l'analisi per il consumo di energia del dispositivo 3D, insieme al range di esplorazione desiderato, ci si rese conto che era necessario un approccio completamente nuovo al design dello scooter. Il risultato fu il "Fatman" DPV (così chiamato in onore di una certa bomba a cui ha una strana somiglianza). La differenza fondamentale con il Fatman DPV e tutti gli scooter precedenti fu l'uso di batterie al nichel-metallo idruro (NiMH). La principale tecnologia delle batterie utilizzata nelle auto elettriche. Le batterie NiMH offrono una densità energetica doppia rispetto alle celle al piombo-acido insieme a una curva di scarica superiore. Il risultato è una fonte di energia ideale per l'uso DPV a lungo raggio. Il peso delle celle NiMH (sono notevolmente più dense delle batterie al piombo) insieme ai requisiti di propulsione del dispositivo 3D richiesero un design completamente nuovo. Il risultato fu un dispositivo con caratteristiche innovative, con una velocità operativa media superiore a 1 m/s per la configurazione subacquea da utilizzare a Wakulla. La durata della batteria fu dimensionata per una autonomia da 5,5 a 6,0 ore e per una distanza massima di circa 20 chilometri. Nonostante le prestazioni impressionanti dello scooter Fatman, un esploratore che si affidasse esclusivamente a un DPV violerebbe i requisiti di ridondanza. Pertanto, ogni esploratore portò con sé anche uno scooter convenzionale. Durante il progetto Wakulla del 1987, e praticamente per tutte le altre esplorazioni di grotte sottomarine prima e dopo, sono state utilizzate tecniche di rilevamento tradizionali che nel caso di grotte profonde e lunghe diventa un lavoro interminabile (ricordiamo che Wakulla System si sviluppa per oltre 50 km con profondità prossime ai -100m)

Nel tentativo di affrontare questi problemi e velocizzare il sistema di rilevamento, fu sviluppato un dispositivo digitale tridimensionale automatizzato (DWM). Questo fu progettato per "agganciarsi" alla parte anteriore di uno scooter Fatman. Il DWM contiene i seguenti elementi chiave: un array di 32 trasduttori sonar per misurare le distanze dalle pareti; sensori per misurare la profondità, la temperatura dell'acqua e la capacità della batteria; un'unità di riferimento inerziale (IRU) per calcolare la posizione e l'assetto del veicolo (rollio, beccheggio e direzione); un computer incorporato per fornire controllo, acquisizione dati e collegamento a un computer host; un sistema di controllo della propulsione e dell'assetto; e un'interfaccia utente sia per la programmazione che per il download dei dati dal DWM. Il concetto generale è il seguente. L'esploratore guida attraverso il passaggio che deve essere mappato. L'IRU di bordo rileva la posizione del sistema nello spazio

tridimensionale, insieme alla rotazione del sistema attorno a ciascuno dei tre assi (rollio, beccheggio e direzione). Ad un intervallo fisso (minimo 4 Hz), i 32 elementi sonar si attivano. Gli impulsi sonori emessi viaggiano radialmente dall'acquisitore fino a quando non colpiscono la parete della galleria, dove vengono riflessi, e rimbalzano indietro verso il DWM. Viene registrato il tempo impiegato dall'impulso per tornare al DWM e da questo è possibile calcolare la distanza dalla parete. Così quattro volte al secondo si ottengono 32 letture radiali equidistanziate. Queste informazioni vengono registrate dal computer di bordo insieme alla posizione del DPV. Alla fine della missione, questi dati vengono caricati su una workstation grafica dove vengono elaborati e convertiti in una mappa 3D. I primi dati "grezzi" che appaiono sullo schermo della computer grafica sono una "nuvola di punti" tridimensionale che mostra ogni punto di posizione delle pareti della grotta nella sua posizione appropriata nello spazio. Con una densità di punti sufficientemente alta diventa facile ricostruire la forma della grotta in 3D.



*Foto 2 il modello di DPV CIS Lunar che adeguatamente equipaggiato era in grado di rilevare la grotta con l'ausilio di u sistema sonar tratto da <https://www.canadiangeographic.ca/article/meet-explorer-residence-jill-heinerth-vancouver-aquarium>*

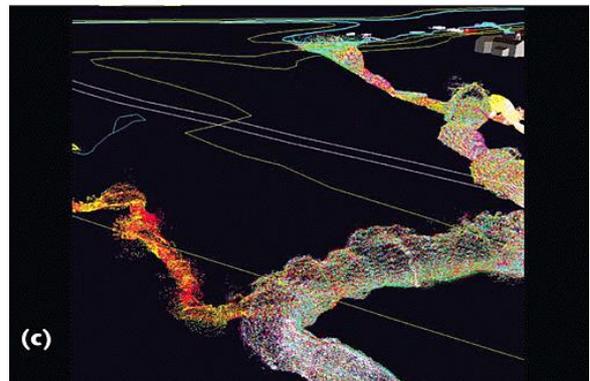
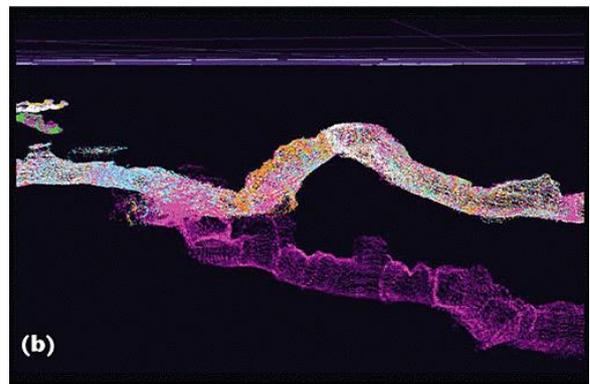
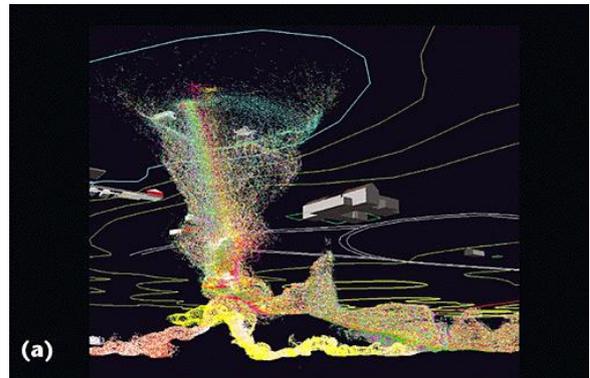


Fig. 2 Il risultato del rilievo 3D della Wakulla Spring con varie viste tratto da <https://www.computer.org/csdl/magazine/cg/2001/02/mcg2001020014/13rRUxlgxPeo>