

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 111 (2013)

**Heft:** 2

**Artikel:** R-Pod, test nella densa foresta ivoriana con un drone

**Autor:** Delley, Nicolas / Chatelain, Cyrille

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-309928>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# R-Pod, test nella densa foresta ivoiriana con un drone

In un articolo precedente intitolato «R-Pod: un drone fotogrammetrico al servizio del territorio»<sup>1</sup>, si è provveduto a spiegare come il concetto della fotogrammetria su domanda della Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD) abbia raggiunto una comprovata maturità. Di conseguenza, il team R-Pod è stato contattato dal Conservatorio e Giardino botanico (CJB) della città di Ginevra per cartografare le aree ricoperte da densa foresta della Costa d'Avorio.

N. Delley, C. Chatelain

## Contesto ivoiriano: la problematica della copertura nuvolosa sulle ultime dense foreste tropicali umide

Da decenni i satelliti, quale fonte di immagini, si rivelano utilissimi perché consentono di cartografare le grandi superfici. Tuttavia, nella foresta tropicale la disponibilità delle immagini è di molto limitata a causa della presenza di una copertura nuvolosa o di una fitta foschia (per esempio, nella zona del Parco Nazionale di Tai solo un'immagine su cento è utilizzabile). Inoltre, l'acquisizione di immagini recenti comporta un finanziamento relativamente alto per un progetto di ricerca che riguarda solo una parte ridotta dell'immagine satellitare. Un'alternativa risiede nella missione aerea che comporta però tutta una serie di complessità, a dipendenza delle regioni, legate a meteorologici e organizzativi.

## Interesse del progetto per la conservazione e la gestione delle risorse naturali

L'obiettivo iniziale risiedeva nel testare l'applicazione per la cartografia della foresta densa umida sempreverde<sup>2</sup> in Costa d'Avorio. La sfida era duplice: verificare la capacità del sistema di raccogliere delle immagini rappresentanti solo la foresta e assicurarsi di riuscire a volare per alcuni

giorni in modo autosufficiente, con tutti i problemi che questo comporta.

Il CJB ha messo a disposizione non solo le sue conoscenze a livello di problematica cartografica nell'ambito naturalistico ivoiriano ma anche la sua esperienza sul terreno, come pure la sua rete di collaborazione con gli istituti universitari ivoiriani. Il concetto del R-Pod, composto da un'ala con dei costi di fabbricazione e utilizzazione praticamente nulli, doveva rispondere perfettamente alle esigenze della ricerca scientifica dei naturalisti e degli addetti sul posto.

## Obiettivi del progetto

- Valutare la fattibilità di cartografare la densa foresta con un'ala del tipo *swing-let* CAM<sup>3</sup> e un'elaborazione automatizzata tramite il software Pix4D<sup>4</sup>.
- Definire i limiti di impiego sul terreno, i vincoli ambientali e tecnici imposti dal clima.
- Individuare le applicazioni in campo non forestale (savane, coltivazioni, piantagioni, foreste paludose, zone urbane).

## Siti studiati e obiettivi

La prima area di sperimentazione è stata la densa foresta umida del Parco Nazionale del Banco (3000 ha). Dal punto di vista botanico si trattava di valutare la copertura e il degrado della foresta, come pure di identificare delle specie. Dal punto di vista cartografico si volevano testare i limiti tecnici di assemblaggio delle immagini della superficie fogliare.

A nord del parco, si è scelto di cartografare il triangolo di Sangbé per misurare l'ampiezza e la dinamica dell'occupazione umana illegale da parte dei garagisti. In seguito, nell'intento di mettere alla prova i limiti e le possibilità di cartografare le zone paludose, si sono scelte come zone di test il Parco Nazionale di Azagny e la foresta paludosa di Tanoé (ubicata verso Nouamou, a sud-est del paese, a 50 km dal Ghana).

Per i test di cartografia della zona della savana, la scelta è caduta sulla riserva di Lamto. E infine la foresta di Adiopodoumé è stata prescelta per determinare le possibilità di identificazione di degrado forestale.

## Risultati e osservazioni

Per la foresta densa umida, la qualità delle immagini grezze è abbastanza dettagliata da consentire di individuare otticamente varie specie in base alle loro foglie tipiche (grandi foglie, colori vivaci e luminosi).

In merito all'ortomosaico, la sua qualità dipende dai seguenti fattori: la precisione del modello numerico di superficie (MNS, qui un «MNC» – superficie fogliare), la georeferenziazione delle riprese, la conoscenza del sistema di riferimento e la qualifica dell'operatore. In caso di calcolo automatico tramite Pix4D, è praticamente impossibile utilizzare dei punti d'appoggio o dei punti di controllo per il blocco. Il risultato dipende unicamente dall'assemblaggio automatico.

Nell'area della foresta densa, si può preconizzare di effettuare l'assemblaggio attraverso la ricerca automatizzata dei punti d'interesse, ricorrendo a una copertura significativa (per esempio, 75% di copertura laterale) e un'altezza dal suolo di 400 metri. L'esperienza ha dimostrato che un MNS di alta densità per queste foreste non è utile al botanico che interpreta l'immagine. Infatti, è meglio avere un'ortomosaico con una geometria non esatta ma che presenti delle chiome non deformate dal MNS. Questi risultati positivi ci inducono a immaginare un progetto che utilizzerebbe un inventario dei grandi alberi



fatto con il GPS su qualche ettaro, a cui seguirebbe la trasposizione di questi dati sulle immagini per estrapolare queste identificazioni sulle grandi superfici. L'impiego del MNS sembra anche essere molto utile per la valutazione del degrado forestale. Infatti, la misura delle differenze di altezza permette di calcolare delle zone di mancata continuità nella superficie fogliare causata dall'abbattimento dei grandi alberi.

Nella zona paludosa, difficilmente penetrabile dal suolo, sull'ortomosaico è visibile una struttura piatta e omogenea della superficie fogliare. I voli effettuati, con dei parametri di copertura standard (80% longitudinale, 60% laterale) e un'altezza dal suolo di 300 metri, consente un assemblaggio su tutta la superficie, tranne nelle zone in cui la foresta è fitta. Ciononostante i prodotti dovrebbero risultare estremamente utili per la comprensione di queste foreste così difficilmente accessibili, come pure per la cartografia della dinamica agricola.

I voli effettuati sulla savana permettono l'allestimento di un orto mosaico a una GSD<sup>5</sup> di 10 cm. Il processo di assemblaggio è funzionato bene, con una riserva espressa per le grandi strisce forestali, vista la copertura laterale standard. L'interpretazione delle immagini a livello botanico si limita al conteggio e all'identificazione di certe specie. La differenziazione dei vari tipi di savana in funzione della topografia risulta difficile a novembre perché in questa stagione le savane sono più secche sui pendii in altura o le savane umide hanno tutte un massimo di vegetazione. È tuttavia innegabile l'interesse che possiedono queste immagini in un progetto di sorveglianza di una riserva e monitoraggio dell'andamento della superficie boschiva.

In conclusione, le immagini del sito di Adiopodoumé evidenziano una foresta fortemente in degrado dove resta solo qualche grande albero isolato. Stando sul terreno è molto difficile fare una precisa valutazione osservando i frammentati arbusti residui ricoperti di liane, mentre queste immagini permettono di cartografare e poi di misurare il degrado.

## Limiti del sistema

Nella foresta densa e umida, nella maggior parte dei casi la superficie percorsa dal drone è troppo ridotta. Infatti, è spesso difficile accedere a una zona di foresta e il raggio d'azione dell'ala (1–2 km) è sovente insufficiente. L'ideale sarebbe di disporre di un raggio di almeno 3 km per riuscire a cartografare, per esempio, tutto il Parco Nazionale del Banco.

Malgrado il funzionamento dell'assemblaggio automatico a grande copertura, le immagini subiscono delle distorsioni inadeguate ricollegabili alle imprecisioni del MNS nelle zone di foresta densa. L'ortomosaico ne subisce le dirette conseguenze. L'utilizzo del modello 3D generalizzato è necessario affinché le chiome degli alberi siano sempre interpretabili sull'immagine, fatto che diminuisce la qualità geometrica del prodotto.

Il decollo e l'atterraggio sono chiaramente sconsigliati nel cuore della foresta, anche se l'esperienza è stata fatta lo stesso nel Parco Nazionale di Asagny. Altra constatazione: la copertura nuvolosa è spesso presente già a un'altezza dal suolo di 200–250 m. Inoltre, si è osservato che i rapaci sono particolarmente aggressivi. Il R-Pod è quindi stato prontamente fatto ritornare alla base perché degli esemplari di nibbio andavano direttamente a cercare il contatto con l'ala.

## Conclusioni

Con l'ala utilizzata sarebbe illusorio cartografare tutto un parco nazionale. Però il concetto potrebbe funzionare in una foresta densa, tramite una grande copertura delle immagini. Queste immagini forniscono tantissime informazioni sulla superficie fogliare, finora difficilmente ottenibili, e sono utilizzabili per scopi di sorveglianza (bracconaggio, fuochi). Sono pure utili in ambito forestale (inventario, densità, copertura) e nell'ecologia forestale (fenologia, degrado). Negli altri ambiti, la tecnologia non ha incontrato grossi problemi. L'evoluzione nel campo dei droni fotogrammetrici è tale che in un prossimo futuro è concepibile avere la

produzione di immagini nella foresta. Pare che un istituto come il Centro Svizzero per le Ricerche Scientifiche in Costa d'Avorio, in collaborazione con altri istituti, sia interessato ad acquistare questo strumento. Gli interessi sono molteplici in un paese dove esiste un'enorme pressione umana sull'ambiente e dove urge una valutazione dell'occupazione del suolo, sia nelle foreste come pure nelle aree urbane.

**Nota:** Finanziamento Progetto CSRS-PNUD2 / Progetto di Rafforzamento del partenariato scientifico ivoriano-svizzero. Le missioni sul terreno sono state realizzate con il botanico Adama Bakayoko dell'Università di Adjamé, l'idrogeologo Jean Kouamé Kan e il Tenente dell'Ufficio Ivoiriano dei parchi e delle Riserve Roger Brou, nonché con Inza Koné, Lazare Tia e Doudjo Ouattara.

**Note:**

- <sup>1</sup> Geomatica Svizzera 9/2011, François Gervais, HEIG-VD.
- <sup>2</sup> I sempreverdi sono gli alberi che non perdono mai le foglie.
- <sup>3</sup> [www.sensefly.com](http://www.sensefly.com)
- <sup>4</sup> [www.pix4d.com](http://www.pix4d.com)
- <sup>5</sup> GSD: Ground Sampling Distance, misura della campionatura al suolo.

Nicolas Delley  
Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD)  
Route de Cheseaux 1  
CH-1401 Yverdon-les-Bains  
[nicolas.delley@heig-vd.ch](mailto:nicolas.delley@heig-vd.ch)

Cyrille Chatelain  
Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève  
Casells postale 60  
CH-1292 Chambésy  
[Cyrille.Chatelain@ville-ge.ch](mailto:Cyrille.Chatelain@ville-ge.ch)

Source: Rédaction PGS

