

Andrea Pase*, Federico Gianoli*, Luca De Felice**,
Marina Bertoncin*, Michael Cherlet**,
Angela Kronenburg García*

*Il respiro del Sahel.
Rappresentazioni di uno spazio in movimento*

Parole chiave: Sahel, cartografia, Google Earth Engine, piogge, piene, confini.

Il Sahel è un'area geografica che, nel tempo, è stato oggetto di molteplici definizioni, climatico-botaniche e politiche: i suoi limiti sono stati disegnati in modi molto diversi. Non mancano posizioni di aperta contestazione del senso stesso di questa denominazione e della relativa delimitazione. Il lavoro proposto prova a immaginare una cartografia capace di rappresentare il movimento incessante di condizioni, limiti e possibilità che caratterizza questa fascia posta fra il Sahara e le umide regioni sudanesi, rendendo la definizione areale del Sahel – allo stesso tempo – possibile e fluida. Si tratta però di ripensare dalle fondamenta, dal loro 'dato per scontato', alcuni attrezzi usuali della rappresentazione cartografica, ad esempio il concetto di 'isoieta' per identificare le aree climatiche o di 'confine' per racchiudere giurisdizioni politiche. Conoscenze provenienti dal fieldwork e competenze nell'elaborazione di dati satellitari e georeferenziati convergono in questo percorso di analisi e di rappresentazione.

The Breath of the Sahel. Representations of a Space in Motion

Key words: Sahel, cartography, Google Earth Engine, rain, floods, borders.

The Sahel is an area that, over time, has had multiple definitions, climatic-botanical and political: its limits have been traced in very different ways. Even the usage of this name and its delimitation on maps has been openly questioned and contested. Our contribution proposes a cartography capable of mapping the incessant movement of conditions, limits and possibilities that characterize this strip between the Sahara and

* Padova. Dipartimento di Scienze Storiche, geografiche e dell'antichità. Università, sez. di Geografia, Via del Santo 26, 35123 Padova, marina.bertoncin@unipd.it, angela.kronenburg@unipd.it, federico.gianoli@unipd.it, andrea.pase@unipd.it.

** Ispra. Joint Research Centre, Via E. Fermi, 2749, 21027 Ispra VA, michael.cherlet@ec.europa.eu, luca.de-felice@ec.europa.eu.

Saggio proposto alla redazione il 29 giugno 2021, accettato il 23 novembre 2021.

the humid Sudanese regions, rendering the areal definition of the Sahel visible and fluid at the same time. However, it is a question of rethinking the very foundation of cartography – what has been ‘taken for granted’ in the past – such as the common tools of cartographic representation, for example the concept of ‘isohyet’ to identify climatic areas or ‘boundaries’ to define political jurisdictions. Knowledge from fieldwork and expertise in the processing of satellite and geo-referenced data converge in this path of analysis and representation.

1. INTRODUZIONE. – Il progetto di ricerca di cui questo articolo è parte integrante intende elaborare e proporre nuove rappresentazioni cartografiche del Sahel. Costruire una cartografia del Sahel che assuma le potenzialità, in continuo aumento, derivanti dal telerilevamento e dalla disponibilità dei *big data* è una sfida complessa, sia da un punto di vista teorico che metodologico, e – insieme – è un obiettivo di rilevante significato, scientifico e operativo.

La complessità attiene a diversi piani. Sul piano teorico vi è un primo snodo rilevante che concerne la mobilità degli spazi saheliani e l’incessante cambiamento a cui sono sottoposti, a partire da una matrice geografico fisica (climatico-botanica, soprattutto) che si è tradotta in una relazione coevolutiva fra società e ambiente caratterizzata da forme d’uso flessibili delle risorse. Questa mobilità è però intercettata dalle rigidità date dai ritagli politico-amministrativi e dalle infrastrutture moderne sul territorio (si pensi solo alle dighe e alla regolazione delle piene dei grandi fiumi saheliani). In che modo la cartografia può registrare questa mobilità e tener conto dei vincoli all’interno dei quali è oggi costretta o, forse meglio, si presume di costringerla? Un secondo snodo concerne i limiti areali, ovvero la necessità di identificare comunque, pur nella mobilità, un ‘ritaglio’ sensato che permetta di indicare ciò che è all’interno e ciò che è all’esterno del Sahel. L’operazione è inevitabilmente delicata, politica potremmo dire, nel senso che costruisce un’identità (che è sempre edificata a partire dalla definizione di limiti, come ci ricorda Remotti, 1996): deve quindi essere lucidamente consapevole dei significati che veicola. D’altra parte, questi limiti qualcuno comunque li disegna e divengono limiti operativi, contenitori di progetti. Ancora, senza una definizione di limiti diventa impossibile ragionare sui dati: stabilire correlazioni, proporre confronti. Di limiti vi è bisogno: già individuarne di ben motivati e potenzialmente efficaci è impegnativo. Ma, dopo averli pensati, non ancorarsi ad essi è ancora più sfidante, rimanendo consci dei ‘limiti dei limiti’, della loro irriducibile provvisorietà e relatività, evitando così le trappole di una visione essenzialistica.

Sul piano metodologico, due sono i più rilevanti fattori di complessità. Innanzi tutto, l’abbondanza di dati, derivanti tanto dal telerilevamento come da banche dati in qualche misura georeferenziate. Tale è la profusione di informazioni oggi disponibili (per l’area di nostro interesse basti fare riferimento all’Africa Platform

proposta dall'Unione Europea) che la selezione di ciò che è rilevante non è operazione né banale né innocente: non può essere fatta 'in automatico'. La scelta dei dati e delle metodologie di analisi consente, o meno, di illuminare dimensioni fattuali e tensioni territoriali e socio-politiche. Altro aspetto rilevante è che lo sguardo dall'alto e l'ottica quantitativa dei *big data*, per poter essere effettivamente utili e ben calibrati, necessitano del lavoro di terreno, ovvero di uno sguardo micro, dal basso, qualitativo, aderente alle specificità, che permetta da un lato una verifica e dall'altro una dilatazione dei significati delle informazioni stesse. Satelliti e fieldwork, capacità di calcolo e quaderni di appunti: se si vince la sfida di connettere dimensioni della ricerca così distanti si può forse ottenere uno sguardo stereoscopico, in grado di dare tridimensionalità, di conferire corporeità alle analisi territoriali. Se però si sbaglia questo passaggio si corre il rischio di uno strabismo che non consente di mettere a fuoco i problemi e che quindi, piuttosto che aumentare la nitidezza, realizza immagini sfocate.

L'importanza scientifica di questa operazione di analisi territoriale e di rappresentazione cartografica sta nell'occasione offerta dal Sahel per ragionare sulla 'cornice' della ricerca, geografica e non solo. Da un lato vi è il tema della scelta della scala di analisi e rappresentazione, perché, lo sappiamo, la scala crea il fenomeno, dall'altro abbiamo la cruciale vicenda delle "trappole territoriali" (Agnew, 1994; 2010; 2015), ovvero dei contesti precostituiti di analisi che derivano o da dimensioni politiche (il 'contenitore' degli Stati) o da tradizioni di partizione dello spazio, come l'idea stessa di continente o delle diverse 'aree regionali'. Il Sahel è appunto un'occasione perché abbiamo di fronte un ritaglio consolidato nella tradizione degli studi, con all'interno partizioni politiche, ma allo stesso tempo è un ritaglio impreciso, o meglio che ha molte diverse definizioni e che è, lo si è detto, in continuo movimento. Gli stati saheliani presentano poi un percorso particolare: eredità del colonialismo, in molte situazioni versano in una crisi tale da mettere in questione le caratteristiche stesse necessarie per definirli come tali, se non aggettivandoli come stati "falliti", quando non perfino "collassati" (Rotberg, 2003).

L'importanza operativa sta invece nel costruire un capitale informativo e analitico utile a interpretare, o comunque a diversificare, a moltiplicare le rappresentazioni di un'area fra le più fragili, sconnesse e difficili del pianeta. Si tratta di una regione che, proprio per la sua problematicità multifattoriale, richiede uno sforzo conoscitivo ulteriore per penetrarne l'opacità che attualmente ne caratterizza l'immagine. Se la comunità internazionale, e l'Unione Europea in primo luogo, intende veramente assumere un compito di prossimità alle genti e alle istituzioni del Sahel, questo non può che passare anche dall'elaborazione di nuove rappresentazioni della regione, perché solo una diversa consapevolezza può dare luogo a politiche differenti e – si spera – più efficaci di quelle fin qui perseguite.

Una sfida conoscitiva così rilevante necessita di apporti plurimi, in termini di competenze e esperienze, e inevitabilmente porta al convergere di contesti istituzionali di ricerca differenziati. L'operazione che qui si presenta è il primo passo di un più articolato piano di studio in svolgimento, che è reso possibile dalla collaborazione fra un gruppo di ricerca universitario, legato alla trentennale tradizione di fieldwork nel Sahel dei geografi dell'Università di Padova (Bertoncin *et al.*, 1995; Bertoncin e Faggi, 2005; Bertoncin e Pase, 2012; Bertoncin e Pase, 2017; Bertoncin *et al.*, 2019), e di diverse unità legate al *Joint Research Centre* (JRC) della Commissione Europea, e in particolare il gruppo di lavoro del *World Atlas of Desertification* (Cherlet *et al.*, 2018).

Le risorse per il progetto di ricerca provengono da un lato dal PRIN 2017 *Contested wetlands in Sahelian drylands: which kind of development and for whom?* e dall'altro dalla disponibilità di tempo, di informazioni e di competenze messe in gioco dal JRC.

L'articolo inizia ponendo – con necessaria determinazione – alcune questioni radicali, a proposito del senso stesso del parlare di 'Sahel'. Il testo prosegue ragionando sui diversi limiti del Sahel nella letteratura scientifica, delineando una proposta a nostro avviso innovativa. Sono quindi individuate le banche dati, le scelte metodologiche e le procedure di elaborazione che il gruppo di ricerca ha seguito. Sono infine presentati i principali risultati ottenuti e in particolare: la delimitazione del Sahel come area di indagine, che è l'obiettivo fondamentale dell'articolo; la valutazione del movimento della regione saheliana nel tempo, attraverso l'analisi della pluviometria e del regime idrologico; la presentazione critica delle partizioni politiche che segmentano il contesto regionale.

Nelle conclusioni, si illustrano i percorsi analitici attualmente in corso, destinati ad approfondire l'analisi qui per la prima volta esposta.

2. ESISTE IL SAHEL? – Il proposito di produrre una nuova cartografia del Sahel sottende rilevanti difficoltà, che è opportuno evidenziare nel modo più radicale possibile. Ha senso identificare un'area come 'il Sahel'? Come, poi, individuare sulla carta i limiti di questa fascia geografica che attraversa l'Africa a Sud del Sahara?

Sono domande non da poco: evidentemente una risposta esaustiva trascende i limiti dell'articolo, ma non per questo le questioni possono essere evase, seppur le riflessioni proposte saranno inevitabilmente parziali.

D. Retaillé contesta la stessa possibilità di identificare 'il Sahel', con l'articolo determinativo e con la maiuscola: il geografo francese ha studiato la trasformazione di accezione che ha interessato la parola araba 'sahel', il cui primo significato è 'riva, bordo' (Agnew e Chappell, 2000; Retaillé, 2018). Nel contesto africano il termine era inizialmente utilizzato per indicare le zone contermini al deserto del Sahara e questo tanto a Nord (i sahel algerini o tunisini, ad esempio) come a Sud.

Sono i geografi e più in generale i “savants” francesi in età coloniale a operare una trasposizione semantica di grande portata: da molti “sahel” si è passati a “il Sahel”, ovvero una regione subsahariana delimitata o quanto meno delimitabile con presupposti scientifici (in particolare climatico-botanici). Quest’operazione concettuale è tutt’altro che neutrale, ad avviso di Retaillé: si è resa utile ad organizzare le conoscenze necessarie a identificare e poi costruire i cardini del controllo territoriale coloniale. Il “Sahel” diventa il luogo di confronto fra gli “agricoltori sedentari” e i “pastori nomadi”, entità che sono generalizzate e ipostatizzate attraverso l’attribuzione di queste diverse caratteristiche a etnie ben separate. I colonizzatori possono confidare sugli “agricoltori sedentari”, più facilmente inseribili nei progetti di *mise en valeur* delle risorse saheliane e più facilmente controllabili: il deserto, le steppe predesertiche, i nomadi sono invece pericolosi e tendenzialmente ostili. Questa definizione di Sahel si consolida nel tempo, entrando nelle carte, negli atlanti e nelle descrizioni geografiche, per essere successivamente riattivata soprattutto in contesti emergenziali, come le grandi siccità saheliane degli anni ’70 e ’80 del Novecento, o come l’attuale fase di instabilità politica e di deflagrazione della violenza terroristica e repressiva. Insomma, l’identificazione del Sahel appare sempre ‘funzionale a’: al dominio coloniale, alla gestione delle emergenze umanitarie e oggi politico-securitarie. Retaillé, in collaborazione con Walther (2019), esalta invece il valore del movimento tra il deserto e le savane (movimento spaziale e anche sociale), sottolinea la fluidità nell’uso delle risorse (allevatori che alle volte coltivano, agricoltori che allevano, sedentari che spostano le sedi, élite ‘nomadi’ in realtà sedentarie nelle oasi...) e l’esagerato peso attribuito alle “frontiere etniche”. La regione (‘sahel’) deve piuttosto essere letta come una cerniera e non come un’area delimitata: è un punto di connessione, un incrocio, una costellazione di luoghi, a sua volta allacciato ad altre cerniere, tanto a Nord come a Sud. Il Sahel deve comprendere il Sahara e non essere separato da esso; deve essere inteso come spazio mobile e non come spazio ancorato, delimitato, definito o forse, e peggio, ‘definitivo’. Secondo Retaillé la comprensione del sahel (minuscolo) non può che essere geostorica ed è vana la pretesa di capirlo attraverso una partizione bioclimatica (2018, p. 37).

Si può essere assolutamente d’accordo su molti punti dell’analisi di Retaillé: la mobilità estrema che caratterizza il contesto territoriale, l’importanza delle eredità storiche, la connessione con il deserto. Rimane però un problema: perché ‘un sahel’? Questa scelta (minuscolo e senza determinazione) può essere letta come una diminuzione, un sottodimensionamento: proviamo a rovesciare la situazione, come ci suonerebbe se un autore africano o statunitense parlasse di ‘un’europa’ o di ‘un mediterraneo’?

Retaillé, inoltre, dissente dall’obbedienza a quell’imperativo cartografico, così sentito dai geografi, che vuole produrre “una immagine fissa chiaramente inquadrata e definita”: la cartografia, dal suo punto di vista, è, piuttosto che strumento

di analisi scientifica, utensile di controllo e propaganda. Anche in questo caso non si può che concordare sul necessario vaglio critico nei confronti della produzione e dell'uso della cartografia, tanto più in un contesto spazio-temporale in cui le tecniche cartografiche provengono dall'esterno e sono state veicolate inizialmente dal potere coloniale (Pase, 2011). Ciò però non toglie che Retaillé si trovi poi costretto a definire e delimitare l'area oggetto di analisi: ad esempio, circo-scrive la sua analisi all'Africa occidentale ed esclude l'asse nilotico, tornando sul tema più volte a giustificare tale scelta, che inevitabilmente 'strappa' relazioni importanti che si sono mosse e si muovono lungo i paralleli (si pensi solo alle vie dei pellegrini verso la Mecca). Di fatto poi questa scelta limita sostanzialmente l'analisi all'Africa francofona. In un altro passaggio, Retaillé e Walther affermano che il Senegal è "a purely Sahelian country": esiste anche per loro quindi una 'identità' saheliana (2019).

Pur raccogliendo da Retaillé e Walther la cautela nell'identificazione e nella rappresentazione del 'Sahel' (cfr. anche OECD/SWAC, 2014), abbiamo considerato necessario comunque ragionare sulla sua denominazione e delimitazione, scegliendo però la via proposta fra gli altri da F. Braudel (1986) per la storia, e, in geografia, da G. Dematteis (1985; 2020): moltiplicare le metafore per descrivere il mondo. Per Braudel non vi è un Mediterraneo ma molti Mediterranei, non una Germania ma almeno tre e così via. Anche la nostra scelta va in questa direzione: non un Sahel ma molti Sahel, dando pluralità alla denominazione e alla delimitazione, di cui comunque c'è bisogno per organizzare discorsi, proporre interpretazioni e ipotesi operative. D'altra parte, il termine stesso di 'sahel' nasce come metafora.

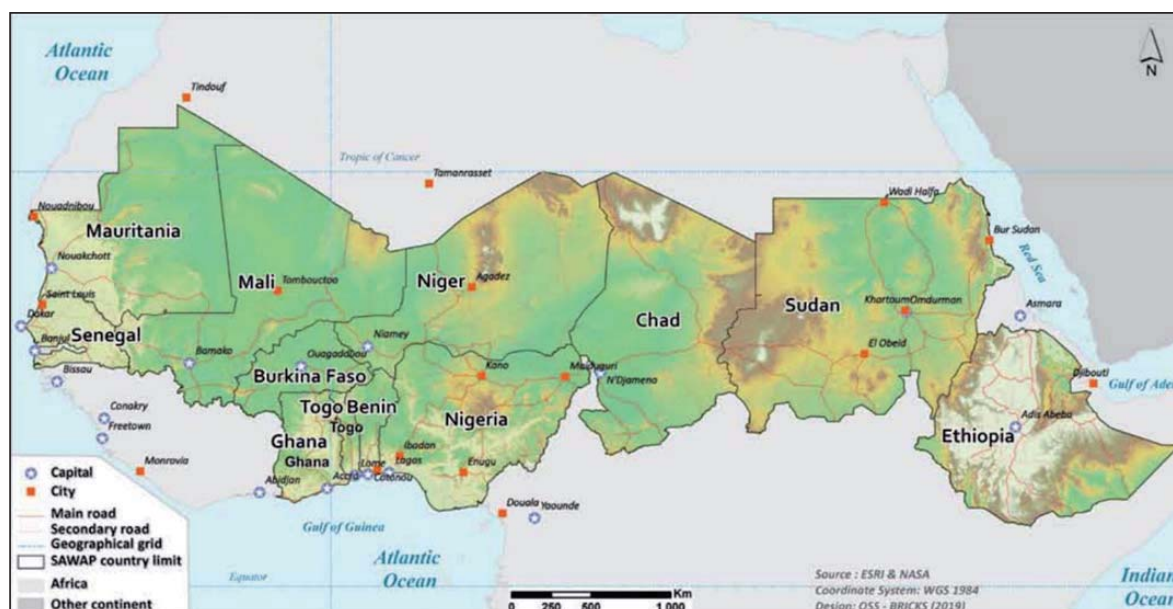
Accettare la sfida della *mobilità*, nello spazio, e della *trasformazione*, nel tempo, significa entrare nei processi di elaborazione dei dati e di costruzione della cartografia, provando ad accrescere così le capacità di interpretazione e rappresentazione.

3. RITORNO A RIVA. – Il nome 'sahel', bordo, riva, propone una collocazione spaziale che ha come riferimento primo il grande deserto. Questa definizione originaria, se da un lato appare 'sbilanciata' perché indica un limite settentrionale ma è invece indeterminata verso Sud, dall'altro già annuncia un tema essenziale: il bordo, la riva non è un limite netto ma zonale, ed è soggetto al movimento, come quello delle maree e delle correnti marine lungo la costa.

Dov'è allora il Sahel, o meglio come è stato individuato dagli studiosi che si sono occupati della zona?

Le cartografie disponibili nella letteratura scientifica, così come nella pubblicistica, nella letteratura grigia delle organizzazioni internazionali e nel Web, tracciano in modi molto diversi i confini del Sahel, dando interpretazioni plurime di quest'area 'schiacciata' tra il Sahara e la zona umida di clima sudanese. Molte mappe privilegiano la dimensione politica basandosi sui confini degli Stati sahe-

liani, per la necessità di dare delimitazioni operative, per favorire l'identificazione degli interlocutori con cui discutere l'attuazione di piani di interventi e di aiuti da parte di organizzazioni come le Nazioni Unite, la Banca Mondiale e la FAO. In questo modo però si finisce col dilatare la zona saheliana fino al Golfo di Guinea o al cuore del Sahara, o con il comprendere tutto l'acrocoro etiopico, oppure con l'escludere porzioni sicuramente saheliane, perché lo Stato a cui appartengono non è inserito tra quelli saheliani (nella carta in Fig. 1 è il caso dell'Estremo Nord del Camerun). Questa strada è evidentemente limitata ma rivela un punto di grande interesse: l'importanza della dimensione politica nel definire gli *area studies* (Sidaway, 2013; Sidaway *et al.*, 2016) e, nel nostro specifico, il Sahel. La delimitazione politica non può essere espulsa: trattarla però attraverso l'accettazione delle "trappole territoriali" (Agnew, 1994, 2010, 2015) degli spazi statali è limitante, se non addirittura fuorviante. Ci torneremo.



Fonte: Sahara and Sahel Observatory (OSS), 2019.

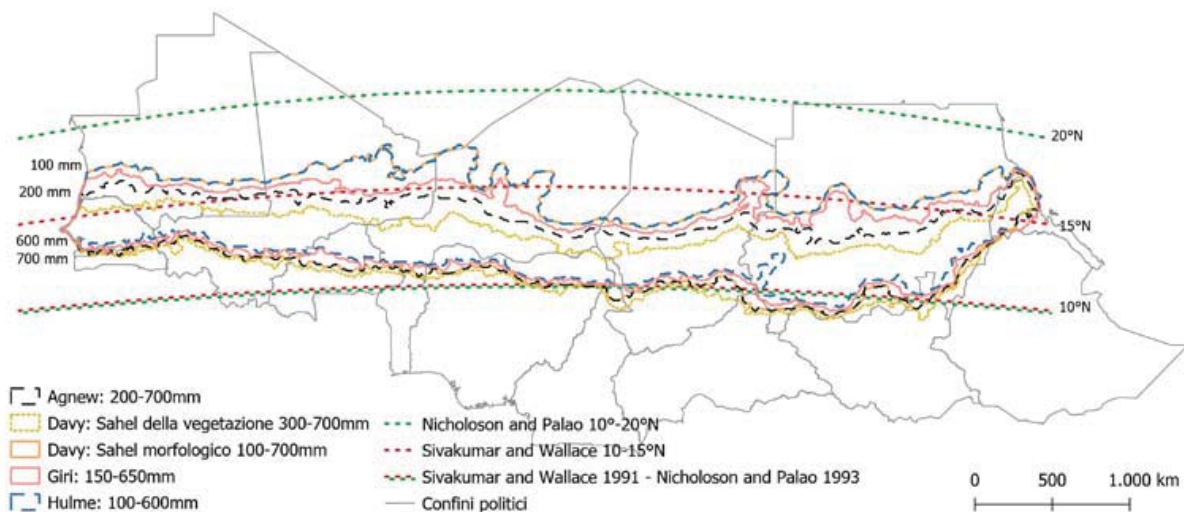
Fig. 1 - I confini politici del Sahel

Un'altra modalità utilizzata per definire il Sahel è il criterio della latitudine: ad es., Sivakumar e Wallace (1991) propongono i paralleli 10-15° N, mentre Nicholson e Palao (1993) i paralleli 10-20° N. L'uso di questo metodo evidenzia certamente una caratteristica del Sahel, la sua dilatazione nel senso dei paralleli, ma l'esito è inevitabilmente troppo generale e statico per un'area che, lo si è detto, è caratterizzata da un dinamismo ineludibile. La differenza fra le due proposte citate è poi molto netta: una è il doppio dell'altra, arrivando a comprendere una parte ampia di deserto.

Il riferimento maggiormente usato per definire il Sahel è però quello pluviometrico: sono infatti l'alternanza delle stagioni secche e umide e il gradiente di diminuzione delle piogge verso Nord che definiscono il 'campo saheliano'. Tra i tanti autori che seguono questa strada, faremo riferimento a Davy *et al.* (1976), Agnew (1982), Giri (1983) e Hulme (1992).

Nello specifico, Davy *et al.* (1976) identificano il "Sahel morfologico" fra le isoiete 100-700 mm annui (gli autori peraltro alle Tab. II.1a e 1b, pp. 7-8, riassumono altre classificazioni precedenti); Agnew (1982) sceglie le isoiete dei 200 mm/a per il limite Nord e 700 mm/a per il limite Sud; Giri (1983) identifica il Sahel fra le isoiete di 150 mm/a a Nord e 650 mm/a a Sud; Hulme (1992) invece utilizza le isoiete 100-600 mm/a.

La carta in Fig. 2 è costruita riprendendo le definizioni degli autori, tanto per quanto riguarda chi ha scelto i paralleli, come per chi ha individuato limiti pluviometrici. In quest'ultimo caso si sono mantenute le soglie individuate dagli autori ma l'andamento dell'isoieta è stata ricalcolata sulla stessa serie di dati che abbiamo utilizzato nella nostra proposta (ovvero i dati Chirps, 1981-2019).



Fonte: elaborazione propria partendo dalle definizioni degli autori.

Fig. 2 - I confini del Sahel

Due tra questi autori hanno poi individuato ulteriori suddivisioni dell'area saheliana: Davy *et al.* indicano un "Sahel della vegetazione" che si situa fra i 300 e i 700 mm/a; Giri distingue un "Sahel dei nomadi" (150-400 mm/a) e un "Sahel dei sedentari" (400-650 mm/a) e poi introduce una fascia di transizione verso il clima sudanese vero e proprio, collocata fra i 650-850 mm/a. Questa necessità di distinguere zonizzazioni diverse è un chiaro indice che tanto Davy *et al.* come Giri

colgono l'importanza della differenziazione interna della fascia saheliana, tema peraltro già noto anche nella letteratura precedente, da essi citata. A partire da queste diverse definizioni abbiamo cercato di individuare una delimitazione di Sahel che tenesse conto di questi studi e che però proponesse un passo ulteriore nella direzione di saper cogliere la mobilità intrinseca della zona saheliana. Retaillé (2018, pp. 50-51) contesta l'utilizzo delle isoiete estratte dalle medie delle precipitazioni annue perché 'piallano' e semplificano le differenziazioni, zonali e temporali. In effetti, avvalersi solo delle medie su periodi di tempo trentennali o oltre, e della sola scala regionale, fa scendere una notte in cui 'tutti i gatti sono bigi'. Diventa necessario distinguere periodi siccitosi e periodi umidi, per dare conto della continua mobilità spaziale e temporale delle precipitazioni. E, parlando di acqua, bisognerà poi differenziare le scale, per capire dove essa scarseggia e dove si accumuli. I limiti, in continuo movimento stagionale e interannuale, del Sahel pluviometrico interagiscono infatti con i limiti del Sahel idrologico (reticolo idrografico caratterizzato dall'alternanza pronunciata di magre e piene), perché tanta parte della vita vegetale, animale e umana dipende dalla presenza, circoscritta nello spazio e variabile nel tempo, ma essenziale, di corpi idrici come le zone allagate dalle piene dei fiumi, i delta interni e le zone di espansione stagionale dei laghi.

Abbiamo allora immaginato il Sahel come un'area in costante movimento che si allarga e si contrae in funzione della presenza di acqua, piogge e piene. In questo alternarsi di ampliamenti e riduzioni possiamo leggere il 'respiro del Sahel', la sua capacità vitale di adattarsi, muovendosi, alle differenti condizioni climatiche.

Ai limiti naturali è tuttavia necessario affiancare fin da subito i limiti politici, perché anche questi 'segnano' il Sahel. Non possiamo però assumerli in quanto tali, come un dato per scontato. Anch'essi hanno bisogno di essere ben ponderati. Nella sezione seguente saranno presentati le fonti e i metodi utilizzati per definire i tre Sahel: pluviometrico, idrologico e politico.

4. FONTI E METODI. – Dall'intersezione di questi primi 'tre Sahel' (e altri nel proseguo della ricerca se ne aggiungeranno) può venire una rappresentazione cartografica capace forse di rendere meglio la complessità e la mobilità di quest'area di studio.

4.1 *Il Sahel pluviometrico.* – Per definire il primo Sahel, quello pluviometrico, è evidentemente necessario partire dai dati climatici e, più precisamente, da quelli legati alle precipitazioni. Ricordiamo che la stagione delle piogge è legata ai movimenti longitudinali della Zona di Convergenza Intertropicale: il periodo delle precipitazioni inizia grosso modo verso giugno e si conclude a settembre, con culmine tra fine luglio e agosto, diventando progressivamente più breve verso Nord (de Planhol e Rognon, 1970; Fensholt *et al.*, 2013). Per l'identificazione delle soglie

abbiamo scelto di appoggiarci alla già citata proposta del geografo Giri (1983), nella sua versione più estesa, che comprende quindi anche la fascia di transizione verso i climi francamente sudanesi. Individuate così le isoiete dei 150 mm e degli 850 mm di pioggia annuale come utili a definire un Sahel 'allargato', abbiamo attualizzato la rappresentazione, ottenendo le medie pluviometriche attraverso i dati del *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station* (CHIRPS).

Il dataset CHIRPS è in formato raster con risoluzione spaziale di 0.05°, ovvero approssimativamente di 5 Km/pixel all'equatore. Questo dataset è formato da una serie storica delle precipitazioni giornaliere, settimanali e mensili che parte dal 1981 ad oggi, a livello globale. La caratteristica principale di questo dataset è che, oltre all'impiego dei modelli, si appoggia su rilevazioni raccolte sul campo dalle stazioni meteo per la validazione e l'integrazione dei dati (Funk *et al.*, 2015).

Per l'analisi del dataset è stato utilizzato *Google Earth Engine* (GEE). Si tratta di una piattaforma di analisi geospaziale basata su cloud, messa a disposizione da Google, che permette di analizzare serie storiche di immagini satellitari, dati raster e vettoriali a scala mondiale. Utilizzando la potenza di calcolo distribuito dei server Google, consente un processamento efficiente dei dati geospaziali (Gorelik *et al.*, 2017). I server di Google hanno già caricati terabyte di dati satellitari (Landsat, Sentinel, Modis...) oltre che di prodotti come CHIRPS, NDVI, Land Cover, ecc. Questo formidabile strumento rende possibile l'analisi e la rappresentazione di serie storiche di dati in tempi brevissimi, ottenendo così informazioni che era impensabile ottenere solo pochi anni fa. GEE rende alla portata di tutti la possibilità di fare remote sensing senza avere sistemi hardware particolari ma con una conoscenza basilica di linguaggi di programmazione come JavaScript o Python, necessari per scrivere i comandi che poi GEE farà processare dai nodi della rete.

Per la definizione delle isoiete è stato utilizzato il codice che presentiamo a titolo esemplificativo nell'allegato 1 (All. 1: link in fondo all'articolo).

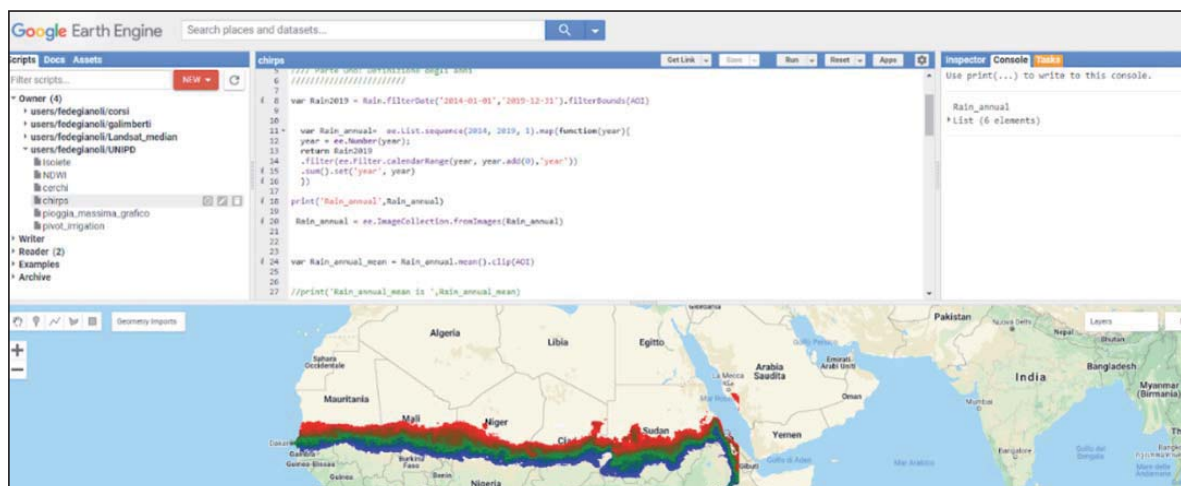


Fig. 3 - Screenshot dell'interfaccia di Google Earth Engine

Il codice è scritto in JavaScript, un linguaggio di *scripting* che comunemente viene utilizzato per definire le azioni delle pagine Web. In questo caso serve per passare comandi di analisi a GEE con la definizione delle variabili di dati e di funzioni che devono essere applicate. Il codice scritto si svolge in quattro fasi: la prima definisce i dati; la seconda filtra i dati nel periodo temporale di interesse per l'analisi; la terza compie le analisi vere e proprie di estrazione dei dati pluviometrici con il calcolo delle isoiete. L'ultimo passaggio del codice permette di esportare i risultati dell'analisi per essere aperti in un comune software GIS come QGIS.

Per evitare l'effetto di schiacciamento prodotto da lunghe serie temporali, abbiamo deciso di individuare all'interno dell'intera serie di dati i cinque anni più siccitosi e quelli più piovosi.

Con il codice descritto sono stati calcolati i seguenti dati:

- Isoiete 150-850 mm/a 1981-1984 (quinquennio più siccitoso della serie temporale);
- Isoiete 150-850 mm/a 2014-2019 (quinquennio più piovoso della serie temporale).

Per la definizione dei limiti del Sahel pluviometrico è stato utilizzato anche il dataset dei bacini idrografici definiti a livello mondiale dal *World Wide Fund for Nature* (WWF), e precisamente il livello 8.

I bacini idrografici WWF sono un prodotto ottenuto partendo dalla missione *Nasa Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) nel 2000 (Lehner, 2008). Questo dataset è derivato da dati di elevazione a livello globale a una risoluzione di 15 arco-secondi, ovvero circa 500 m all'Equatore, e permette di capire dove va l'acqua (se e quando cade, fatto non scontato soprattutto sul versante desertico del Sahel). Il dato ha vari livelli di dettaglio, dal livello 1, il più generalizzato, al livello 12 di maggior dettaglio.

È stato scelto il livello 8 di aggregazione perché rappresenta una corretta scala di analisi anche in conformità a prodotti come il *Freshwater Ecosystems Explorer* (www.sdg661.app). Si tratta di una piattaforma geospaziale che permette di analizzare statistiche legate ai bacini idrografici per Paese a supporto della SDG (*Sustainable Development Goal*) 6.6.1, sviluppata da UNEP (*United Nations Environment Programme*) in collaborazione con Google e il *Joint Research Centre* (JRC) della Commissione Europea. I *Sustainable Development Goals* sono gli obiettivi che l'ONU si è prefissato di raggiungere entro il 2030. Sono 17 e ogni punto si articola e si specifica in sottopunti. In particolare, il punto 6 riguarda l'accesso per tutti a fonti di acqua pulita, mentre il punto 6.6.1 ha come obiettivo il monitoraggio, nel tempo, dell'estensione spaziale delle acque superficiali e degli ecosistemi legati ad esse.

Le isoiete ottenute dai CHIRPS sono state così intersecate con i bacini idrografici WWF per dare una definizione coerente dal punto di vista idrologico ai limiti Nord e Sud dell'area di studio (150-850 mm/a).

4.2 *Il Sahel idrologico.* – Il Sahel è una regione molto particolare dal punto di vista idrologico: presenta infatti migliaia di chilometri quadrati di superficie che si inondano stagionalmente a causa delle piogge abbondanti che cadono in zone esterne alla regione e che sono trasportate al suo interno da grandi fiumi come il Senegal, il Niger, lo Chari-Logone e il Nilo. Potremmo dire che si tratta di ‘acque delocalizzate’ rispetto alle regioni dove avvengono le precipitazioni. Queste acque raggiungono il Sahel attraverso le onde di piena dei fiumi, alimentati dalle piogge a Sud o, nel caso del Nilo Azzurro, nell’acrocorno etiopico, con settimane e addirittura mesi di ritardo rispetto a quando sono cadute, viste le caratteristiche morfologiche dell’area che è prevalentemente pianeggiante. Le onde di piena di questi fiumi attraversano lentamente le terre piatte del Sahel e provocano esondazioni molto estese da settembre a gennaio, andando a costituire preziose zone umide in un contesto di semiaridità o di aridità.

Per definire il Sahel idrologico si è dunque reso necessario determinare le aree che si presentano inondate al di fuori del periodo delle piogge, essenzialmente a seguito delle piene dei fiumi allogeni. Si è partiti dal dataset *Global Surface Water Explorer* (Pekel et al., 2016), realizzato dal JRC della Commissione Europea in collaborazione con Google Earth Engine, accessibile a tutti, che consiste in una serie di mappe globali, con una risoluzione di 30 metri, che consentono di rilevare e misurare nel tempo i cambiamenti in termini spaziali e di persistenza delle acque superficiali a livello globale, per regione, o per una zona specifica.

In particolare, per il presente studio è stato utilizzato il *JRC Monthly Water History v1.2* che contiene la localizzazione e la distribuzione temporale mensile delle acque superficiali dal 1984 al 2020. Ogni pixel del dataset è classificato in ‘acqua/non acqua’ e aggrega l’informazione per ogni mese della serie storica permettendo il monitoraggio della presenza/assenza di acqua nel tempo.

Utilizzando la piattaforma GEE si è proceduto all’estrazione dei pixel che presentano acqua stagionale nei mesi da settembre a gennaio (senza considerare, quindi, le acque permanenti) per il quinquennio più siccitoso (1984-1989), per quello più piovoso (2014-2019) e per tutta la serie storica, così da evidenziare le aree legate alle inondazioni dei grandi sistemi fluviali saheliani, che culminano nei mesi indicati. Successivamente si è proceduto ad aggregare tali dati nel periodo di riferimento (5 anni o tutta la serie storica) in termini di percentuale di occorrenza della presenza di acqua, per ogni pixel della regione di interesse.

4.3 *Il Sahel politico.* – I Sahel pluviometrico e idrologico definiscono una regione, climatica e biogeografica, per certi versi unitaria. Essa è però suddivisa da confini territoriali derivanti essenzialmente dallo *scramble for Africa* che ha coinvolto le potenze coloniali europee tra fine Ottocento e primi del Novecento (Gann e Duignan, 1969; Gavin e Betley, 1973; Griffiths, 1986; Pase, 2011).

In questo articolo l'intento è ragionare sulle diverse delimitazioni del Sahel e per questo si è reso necessario tenere conto dei confini statali, per cercare di capire, in un contesto geopolitico quanto mai fragile, quale sia, di situazione in situazione, la loro effettiva 'forza' (ovvero la loro reale incidenza nella vita delle popolazioni, la loro capacità di 'separare', di segnare differenze). Non tutti i confini infatti hanno la stessa valenza e operatività, come invece una generica carta politica (cfr. Fig. 1) sembrerebbe suggerire. L'incidenza del confine nell'Africa saheliana varia nello spazio e nel tempo in funzione della capacità dei diversi Stati di essere effettivamente presenti e di esercitare il controllo sul confine e sulle aree transfrontaliere: contrabbando, flussi illegali di uomini e merci (dalle armi alle droghe), ingresso di gruppi terroristici sono solo alcuni degli aspetti in gioco.

Come riferimento per il tracciato dei confini è stato preso il dataset GAUL (*Global Administrative Unit Layer*) del 2015 definito dalla FAO¹, per avere un dato dei confini amministrativi a livello globale, dai confini nazionali al livello dei confini provinciali.

La logica seguita dalla nostra analisi ha previsto innanzi tutto di scindere concettualmente l'unica linea di confine in due, considerandola quindi come la sommatoria di due elementi diversi, a cui diventa così possibile attribuire la diversa 'forza' che deriva al confine dalla situazione nei due Stati limitrofi. Quindi, se tradizionalmente il confine è rappresentato da una linea che appartiene ad entrambi gli Stati confinanti, per poter tipizzare i confini in modo differenziato abbiamo deciso di disegnare il confine con due linee separate e affiancate, una per ciascuno Stato. Questa scelta metodologica è stata fondamentale per poter produrre un'analisi di maggior dettaglio sul diverso ruolo e peso dei singoli tratti confinari.

La struttura analitica si basa sull'attribuzione iniziale di un valore 10 a ogni tratto di confine di ogni singolo Paese, per poi andare a sommare o detrarre punti a seconda delle diverse condizioni riscontrate.

In primis si è proceduto alla caratterizzazione di ogni singolo tratto di confine rispetto alla distanza dalla propria capitale, calcolando le distanze con lo script in SQL all'interno di un database PostgreSQL/PostGIS, che è riportato in allegato 2 (All. 2: link in fondo all'articolo).

Questo codice ha permesso la caratterizzazione dei tratti di confine in funzione della distanza dalla propria capitale. Le distanze considerate sono state: da 0 a 100 Km, da 100 a 300, da 300 a 600, oltre 600 Km. Si è considerata la vicinanza alla capitale come un fattore che aumenta la forza del confine mentre man mano che la distanza aumenta, tanto più in un contesto come quello saheliano dove le infrastrutture viarie sono precarie e i collegamenti difficili, siamo andati a diminuire la valenza dei tratti confinari.

¹ In nessun caso i confini scelti presentano l'opinione degli autori o delle parti coinvolte.

Tab. 1 - Valori attribuiti ai tratti confinari in funzione della distanza dalla capitale

<i>Distanza</i>	<i>Valore</i>
0-100 Km	+2
100-300 Km	0
300-600 Km	-2
> 600 Km	-4

Un'altra dimensione spaziale che si è ritenuto opportuno considerare è la presenza di due aree particolarmente problematiche, che sono in una relazione specifica proprio con i confini. Si tratta di due intersezioni fra tre Stati e precisamente dei due tripunti Burkina-Niger-Mali e Nigeria-Niger-Ciad. Un cerchio con raggio di 150 km è stato tracciato da questi punti, attribuendo un valore di -1 ai tratti confinari che vi ricadono, perché particolarmente esposti ad eventi violenti, spesso con genesi e dinamiche transfrontaliere.

L'operazione successiva ha previsto la pesatura dei confini dei singoli Stati in funzione di quattro parametri, che permettono una prima approssimazione del diverso 'peso' degli Stati saheliani: numerosità della popolazione, PIL pro capite, stabilità politica (cambi di regime/colpi di stato/transizioni di potere problematiche negli ultimi 20 anni) e episodi di violenza.

Sono stati definiti dei valori soglia per ognuno dei parametri considerati, che ci sono serviti per attribuire un punteggio complessivo differenziato per i confini di ciascuno Stato saheliano. L'identificazione dei valori soglia dipende dalla valutazione affidata alle competenze ed esperienze del gruppo di lavoro. Pur nello sforzo quindi di 'quantificare' il peso dei diversi tratti confinari, la metodologia utilizzata è fondamentalmente qualitativa.

Per la popolazione, la cui numerosità è significativa ad esempio nel determinare la dimensione del mercato interno e la capacità attrattiva degli addensamenti demografici (aree metropolitane), sono stati utilizzati i dati della Banca Mondiale per l'anno 2020. Gli stati sono stati suddivisi in 3 classi, più una situazione specifica per la Nigeria, il gigante demografico dell'area con i suoi 206 milioni di abitanti.

Tab. 2 - Forza in funzione della numerosità della popolazione (Banca Mondiale, 2020)

<i>Classe</i>	<i>Peso</i>
>200 milioni di abitanti (Nigeria)	+4
>25 milioni di abitanti	+2
10-25 milioni di abitanti	+1
<10 milioni di abitanti	0

Per la pesatura degli stati in base al Prodotto Interno Lordo (PIL) pro capite sono stati presi come riferimento i dati del Fondo Monetario Internazionale per l'anno 2020, identificando quattro classi. Si noti che la maggior parte dei Paesi saheliani si trova nelle ultime posizioni della graduatoria mondiale.

Tab. 3 - Forza in funzione del PIL pro capite (Fondo Monetario Internazionale, in dollari, 2020)

<i>Classe</i>	<i>Peso</i>
>1500	+3
1001-1500	+2
501-1000	+1
<500	0

Un altro indicatore individuato riguarda i cambi di regime/colpi di stato o comunque le transizioni politiche problematiche, che si possono ricavare dall'analisi degli avvenimenti politici in ciascun Paese che ricade all'interno dell'area di studio, negli ultimi venti anni. Questi 'passaggi' evidenziano l'instabilità dei diversi contesti politici.

Tab. 4 - Debolezza in funzione del numero di cambi di regime 2001-2021

<i>Classe</i>	<i>Peso</i>
Nessuno	0
1	-1
>1	-2

Un ultimo elemento di cui si è tenuto conto è la numerosità degli episodi di violenza (di vario tipo: uccisioni, attentati, insurrezioni...), così come proposti da ACLED (*Armed Conflict Location & Event Data*), una ONG che raccoglie dati, analisi e attività che riguardano i conflitti armati a scala mondiale. La banca dati ACLED riunisce, in Africa dal 1997, tutte le informazioni sui conflitti, annotando data, luogo, motivazioni e gruppi coinvolti. La fonte di questi dati sono media locali, report governativi e di agenzie umanitarie. I dati sono aggiornati in tempo reale e sono visualizzabili e scaricabili direttamente dal portale: <https://acleddata.com>.

Tab. 5 - Debolezza in funzione del numero di episodi violenti registrati negli ultimi 5 anni 2016-2020 (ACLED)

Classe	Peso
0-100 episodi	0
100-1000 episodi	-1
1000-2000 episodi	-2
>2000	-3

Su queste dimensioni di debolezza politica abbiamo ritenuto opportuno attuare una verifica ulteriore. Per fare questo abbiamo utilizzato il *Fragile States Index 2020*. Si tratta di un indice sintetico prodotto dal *Fund for Peace* (FFP) che classifica tutti gli Stati del mondo utilizzando indicatori economici, politici, di coesione e sociali che permettono di distinguere gli Stati a seconda della loro forza o fragilità. Più elevato è il valore più lo Stato è considerato fragile. Gli Stati saheliani rientrano nelle categorie “Warning” e soprattutto “Alert” utilizzate da FFP: sono quindi tutti caratterizzati da elevata o estrema fragilità. Ai nostri fini, sono state definite 5 diverse classi.

Tab. 6 - Valori attribuiti dal *Fragile State Index* (FFP, 2021)

Classe	Peso
Warning	0
Elevat Warning	-1
High Warning	-2
Alert	-3
High Alert	-4

Il peso così ottenuto è stato confrontato con la somma dei pesi dei due indicatori di instabilità politica e di violenza da noi valutati.

5. RISULTATI. – Esplicitate le fonti e i metodi seguiti nel nostro lavoro, possiamo presentare i risultati cartografici e le interpretazioni analitiche che ne derivano.

5.1 *Il Sahel pluviometrico*. – Il Sahel pluviometrico è stato da noi identificato individuando come limite settentrionale l’isoieta dei 150 mm/a del quinquennio più piovoso e come limite meridionale l’isoieta degli 850 mm/a del quinquennio

più arido. In questo modo, a partire dalla definizione estesa di Giri (Sahel vero e proprio e fascia di transizione verso il clima sudanese), abbiamo identificato la massima estensione raggiunta, nelle diverse condizioni di piovosità, dal Sahel nel periodo considerato (Fig. 4). È questo il ‘respiro del Sahel’, inteso come la massima dilatazione dei suoi ‘polmoni’, nell’alternarsi di condizioni umide e siccitose.

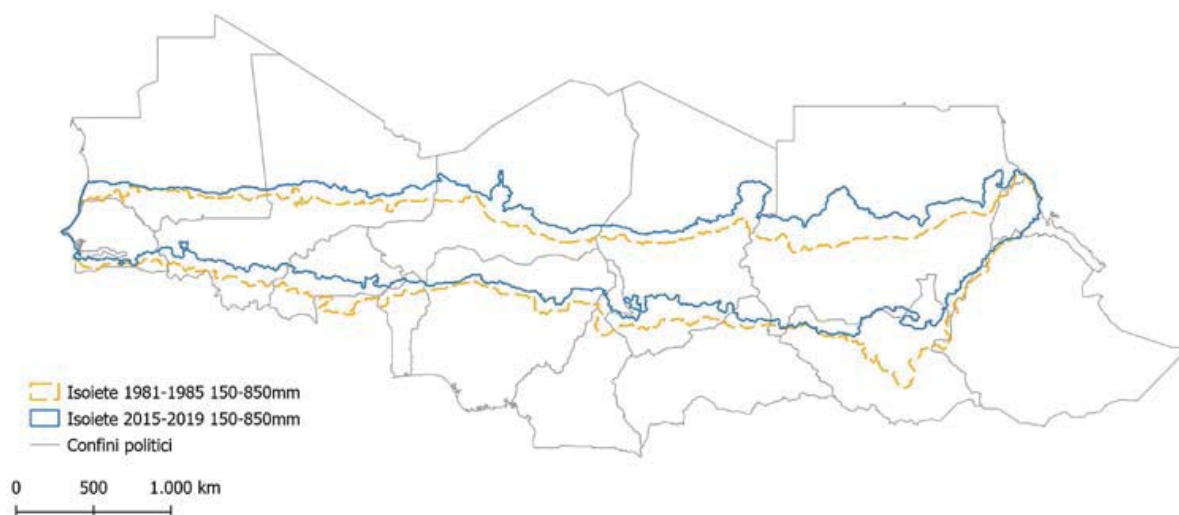


Fig. 4 - Il respiro del Sahel

Le due isoiete sono state poi rielaborate a partire dalla definizione del livello 8 dell’idrografia WWF, estendendo la zona interessata a comprendere tutti gli areali dei bacini coinvolti, per quella scala di dettaglio (Fig. 5). Il ‘ritaglio’ così identi-

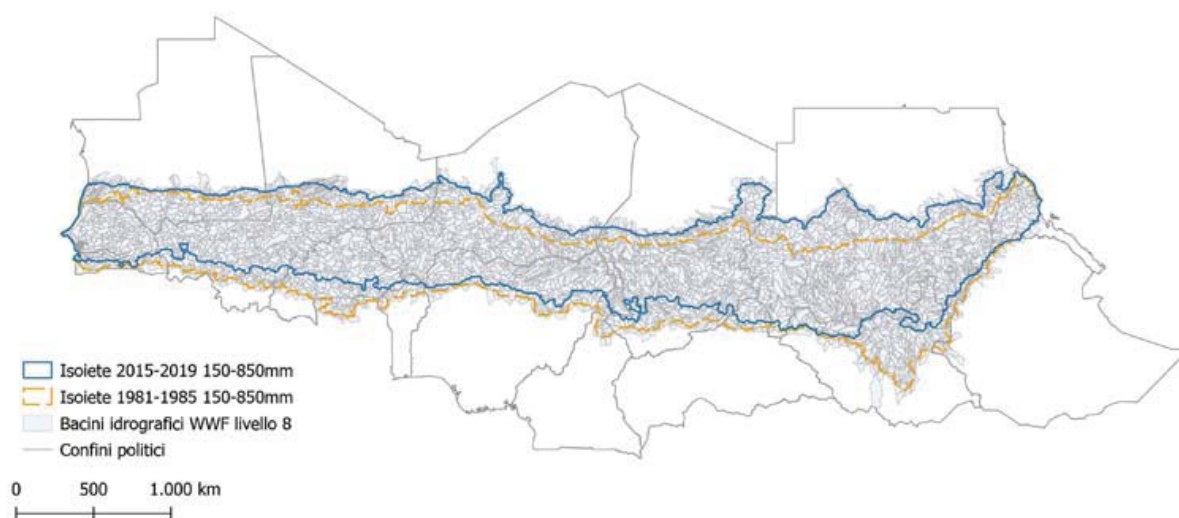


Fig. 5 - L'area di studio, definita a Nord dalla isoietta 150 mm/la (2015-19) e a Sud dalla isoietta 850 mm/la (1981-85), riportate ai limiti idrografici WWF di livello 8

ficato diventa quindi la nostra area di studio. D'ora in poi, quando ci riferiremo al Sahel intenderemo questa estensione, che vuole appunto essere inclusiva delle diverse condizioni climatiche a cui è andata incontro la zona da quando è attiva la serie dei dati CHIRPS (1981).

La Fig. 6 presenta invece una suddivisione interna del Sahel, costruita basandosi su due isoiete: l'isoieta dei 150 mm/a nel quinquennio più siccitoso a Nord e l'isoieta degli 850 mm/a nel quinquennio più umido a Sud. In questo modo identifichiamo tre distinte zone: un nucleo del Sahel (fra le due isoiete appena descritte) ovvero l'area che è *sempre* Sahel, sia nelle fasi siccitose che in quelle più umide; un Sahel liminare, tra i 150 mm/a siccitosi e i 150 umidi, che è attivo solo durante le fasi più umide, e infine una *buffer zone* saheliana, compresa fra gli 850 umidi e quelli secchi, che è l'area in cui si 'ritira' il Sahel durante le siccità e che negli anni più umidi ha invece una diversa e più favorevole condizione pluviometrica.

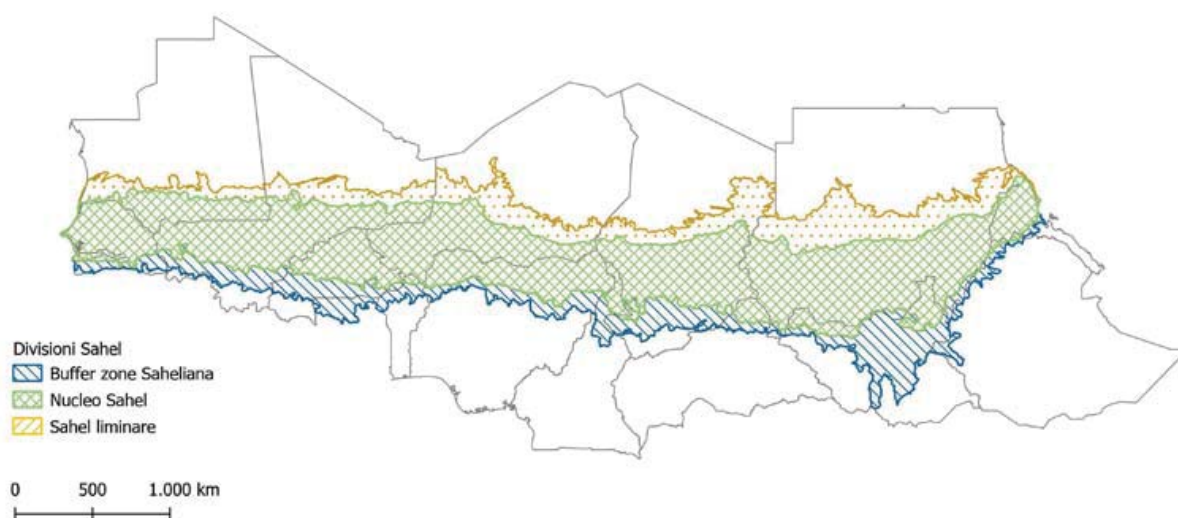
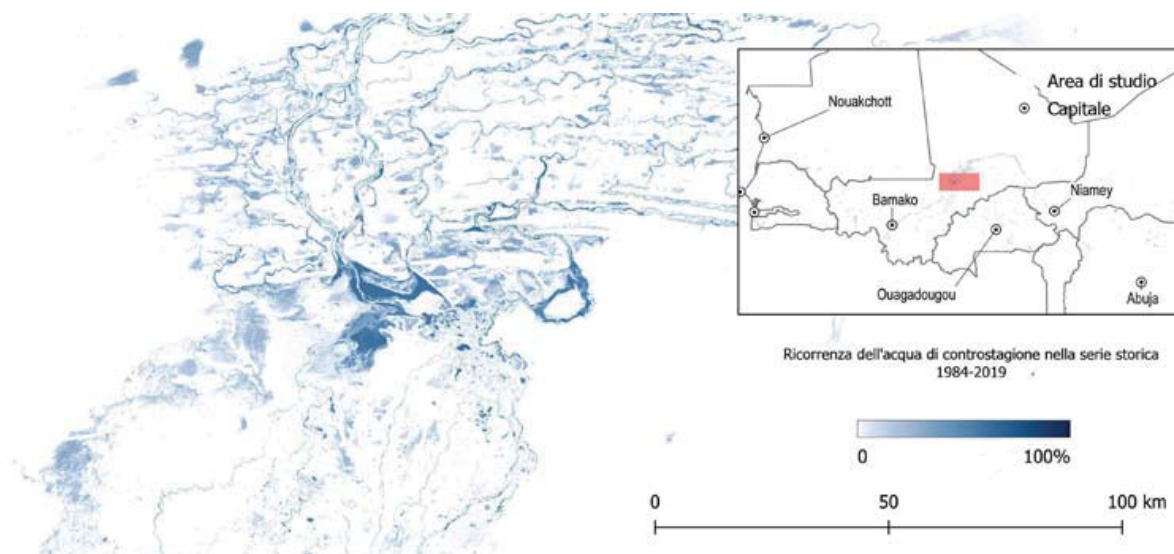


Fig. 6 - Il nucleo del Sahel, il Sahel liminare e la buffer zone

5.2 *Il Sahel idrologico.* – Il Sahel idrologico, inteso come la localizzazione delle aree inondate nei mesi che vanno da settembre a gennaio, terminata quindi la stagione delle piogge (e che, prendendo dalla letteratura francofona, indichiamo sinteticamente come “controstagione”), viene estrapolato considerando, all'interno dell'area di studio, tutte le aree non permanentemente sott'acqua che risultano essere state inondate al di fuori della stagione delle piogge, durante tutto l'arco temporale di riferimento (1984-2019: la serie è quindi dislocata temporalmente di 3 anni rispetto ai dati CHIRPS, che iniziano nel 1981).

Una rappresentazione cartografica del Sahel idrologico, come sopra definito, a scala regionale non risulterebbe leggibile nel formato adatto a una rivista, riguar-

dando ambiti limitati rispetto alla superficie complessiva dell'area di studio. Al di là del problema di resa grafica, ciò che si evidenzia qui è la necessità di un'analisi multiscalare che riesca a identificare le differenziazioni spaziali. Per questo presentiamo nella Fig. 7, a titolo esemplificativo, una zona umida di particolare rilievo: il Delta interno del Niger. La carta riporta le aree (30mx30m) inondate durante il periodo di controstagione (1984-2019).



Fonte: elaborazione da dati del Global Surface Water Explorer.

Fig. 7 - Il Sahel idrologico. Particolare del Delta interno del Niger (Mali)

La carta rappresenta la ricorrenza delle aree che si inondano durante il periodo della controstagione

Grazie alla definizione precisa dell'area di studio e alla determinazione delle aree inondate nei mesi fra settembre e gennaio, conclusa quindi la stagione delle piogge, è possibile estrapolare alcuni dati che ci appaiono essere significativi. Nella prima tabella (Tab. 7) sono indicate l'estensione totale del Sahel pluviometrico e di quello idrologico: si può notare che il Sahel stagionalmente inondato, principalmente dalle piene dei grandi fiumi, riguarda solo l'1% del totale della superficie complessiva. Siamo di fronte a una porzione molto ridotta del territorio che però svolge una funzione vitale per la vita delle popolazioni, garantendo la disponibilità di risorse non altrimenti reperibili nella stagione secca. Questo dato non racchiude tutte le aree depresse che sono allagate durante la stagione delle piogge: di queste sono contate e visibili nella nostra carta solo quelle che risultano ancora inondate a settembre, mese dove si registrano le ultime precipitazioni significative, grazie ad accumuli particolarmente rilevanti di acqua in stagni o zone umide semipermanenti.

Tab. 7 - Comparazione fra l'estensione del Sahel pluviometrico e del Sahel idrologico

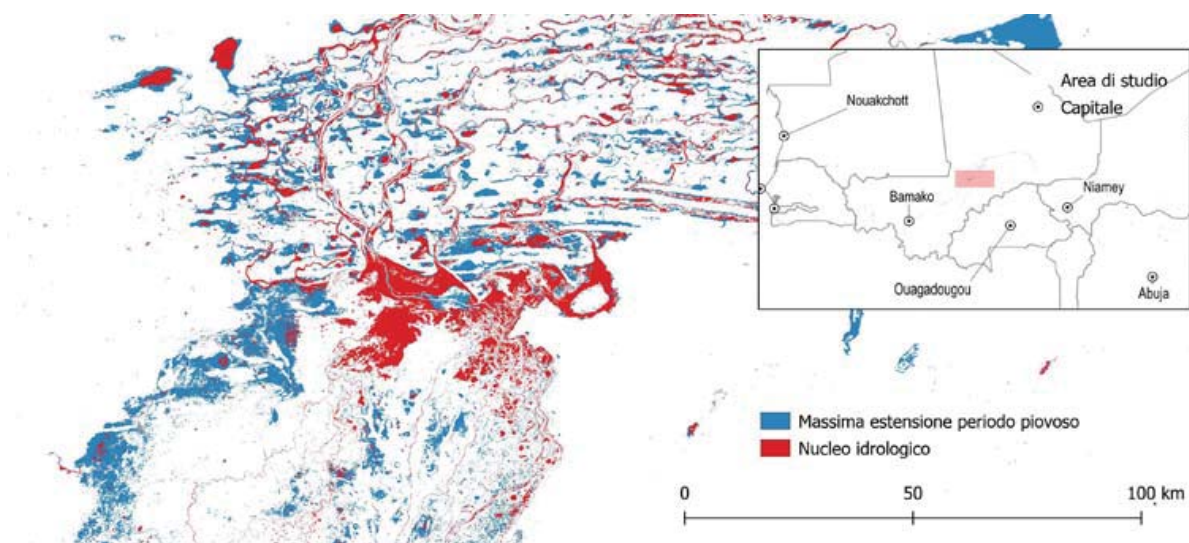
<i>Estensione Sahel pluviometrico Km²</i>	<i>Estensione Sahel idrologico Km²</i>	<i>Percentuale %</i>
3957591,8	41905,3	1,05

Inoltre, seguendo gli stessi criteri utilizzati per la definizione di Sahel pluviometrico, si è proceduto alla determinazione delle aree inondate dei due quinquenni più siccitoso e più piovoso e nella Tab. 8 si è riportato lo scarto fra tali aree inondate. È probabile, ma non è scontato, che gli anni più piovosi nel Sahel siano anche quelli più piovosi nelle aree meridionali, dove si forma l'onda di piena. Si possono però verificare anche situazioni diverse, differenziate nello spazio e nel tempo, come ad es. piogge particolarmente abbondanti in una sola sezione di uno dei bacini idrografici coinvolti. In ogni caso, per i nostri fini e per utilità comparativa fra il Sahel pluviometrico e quello idrologico, la scelta di considerare come esemplificativi dei casi estremi i due quinquenni 1984-89 e 2014-19 ci appare motivata. Lo scarto che si può così verificare è decisamente significativo: le terre inondate nel quinquennio più umido sono il doppio di quelle allagate nel quinquennio più siccitoso.

Tab 8 - Confronto fra l'estensione delle zone inondate fra settembre e gennaio nei due quinquenni 1984-89 e 2014-19

<i>Estensione Sahel idrologico</i>	<i>Km²</i>	<i>% rispetto al Sahel pluviometrico</i>
1984-1989	-17458	0.44
2014-2019	-33317	0.84
1984-1989 + 2014-2019	-38175	0.96

La Fig. 8, per la regione del Delta interno del Niger, mostra proprio questo scarto, distinguendo le superfici che risultano sempre inondate (anche in caso di annate siccitose) e quindi particolarmente preziose perché sempre (o quasi) disponibili per le attività antropiche e le superfici inondate che si aggiungono durante le annate più umide. Si evidenzia ancora il 'respiro del Sahel', già notato per quanto riguarda la pluviometria, potendo osservare un 'nucleo' sempre interessato dalle inondazioni e un'area di espansione che si dilata solo in determinate condizioni.



Fonte: elaborazione da dati del Global Surface Water Explorer.

Fig. 8 - *Il Sahel idrologico. Particolare del Delta interno del Niger (Mali)*

La carta rappresenta lo scarto fra il nucleo idrologico che risulta sempre inondato, anche durante le annate più siccitose, e le aree inondate solo nel quinquennio più piovoso

5.3 *Il Sahel politico.* – Come abbiamo visto è, nello stesso tempo, necessario ma molto delicato prendere in carico le delimitazioni politiche che ritagliano l'area di studio, che sono spesso utilizzate per definire 'dove sia' il Sahel.

Nell'analisi, come indicato nel paragrafo Fonti e metodi, abbiamo utilizzato due distinzioni spaziali: la distanza dalla capitale e la prossimità a due tripunti particolarmente esposti. Inoltre abbiamo identificato quattro parametri per attribuire 'forza' diversa ai confini dei differenti Paesi (Tab. 9). I valori dell'instabilità politica e della violenza sono stati sommati componendo un indice di controllo, il cui valore è stato poi confrontato con il *Fragile State Index*: Il raffronto conferma sostanzialmente il peso relativo da noi attribuito: quando si registra una divergenza, se possibile si è fatta la media dei due valori e altrimenti si è scelto il valore minore, in considerazione del contesto profondamente deteriorato dei Paesi saheliani.

Ogni singolo segmento di confine ha come peso la somma del valore ottenuto dalla Tab. 9 e dei valori determinati dalle variabili spaziali. In questo modo è stato possibile costruire una rappresentazione (Fig. 9) che è in grado di rendere visivamente la complessa situazione dei confini nel Sahel, evidenziando dove essi appaiono più deboli o addirittura di fatto irrilevanti e dove invece sono più consolidati. La differenza con una 'normale' carta politica della regione (cfr. Fig. 1) è manifesta. Il ruolo che la 'debolezza' dei confini statali può esercitare, da un lato sulla formazione di poli transfrontalieri più o meno alternativi agli assetti territoriali

consolidati (Igue, 1995; Bennafla, 1999) o dall'altro sulla propagazione di spinte centrifughe e di processi destabilizzanti (Fournet-Guérin e Magrin, 2018; Grégoire, 2019) sarà oggetto di riflessione nelle fasi successive della ricerca.

Tab. 9 - Pesatura della 'forza' relativa dei diversi Paesi coinvolti

	Popo- lazione (2020)	PIL pro capite (2020)	Instabi- lità politica	Violenza	Indice di controllo	FSI 2021	Indice pesato	Pesatura totale	Indice per il confine
Senegal	+1	+2	0	-1	-1	-1	-1	+2	12
Mauritania	0	+3	-2	0	-2	-2	-2	+1	11
Mali	+1	+1	-2	-3	-5	-3	-4	-2	8
Burkina Faso	+1	+1	-2	-2	-4	-2	-3	-1	9
Nigeria	+4	+3	0	-3	-3	-3	-3	+4	14
Niger	+1	+1	-1	-1	-2	-3	-3	-1	9
Ciad	+1	+1	-1	-1	-2	-4	-3	-1	9
Camerun	+2	+2	0	-3	-3	-3	-3	+1	11
Sudan	+2	+1	-2	-3	-5	-4	-5	-2	8
Eritrea	0 (2011)	+1	0	0	0	-3	-2	-1	9
Sud Sudan	+1	0	-1	-3	-4	-4	-4	-3	7
Gambia	0	+1	-1	0	-1	-2	-2	-1	9
Togo	0	+1	-1	-1	-2	-2	-2	-1	9
Ghana	+2	+3	0	-1	-1	0	-1	+4	14
Benin	+1	+2	0	-1	-1	-1	-1	+2	12
Repubblica Centrafricana	0	0	-2	-3	-5	-4	-5	-5	5

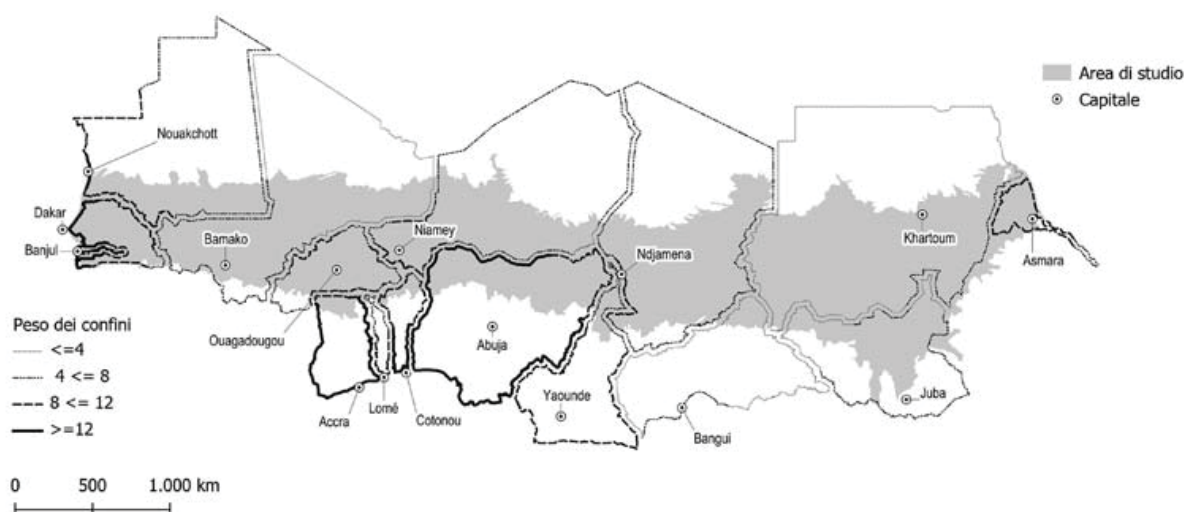


Fig. 9 - Confini politici del Sahel "pesati"

6. CONCLUSIONI. – Al termine di questo itinerario possiamo proporre una carta che sintetizza i principali risultati ottenuti, relativi alla determinazione dell'area di studio, all'identificazione del nucleo del Sahel pluviometrico, all'individuazione del Sahel idrologico e alla pesatura dei confini politici (Fig. 10).

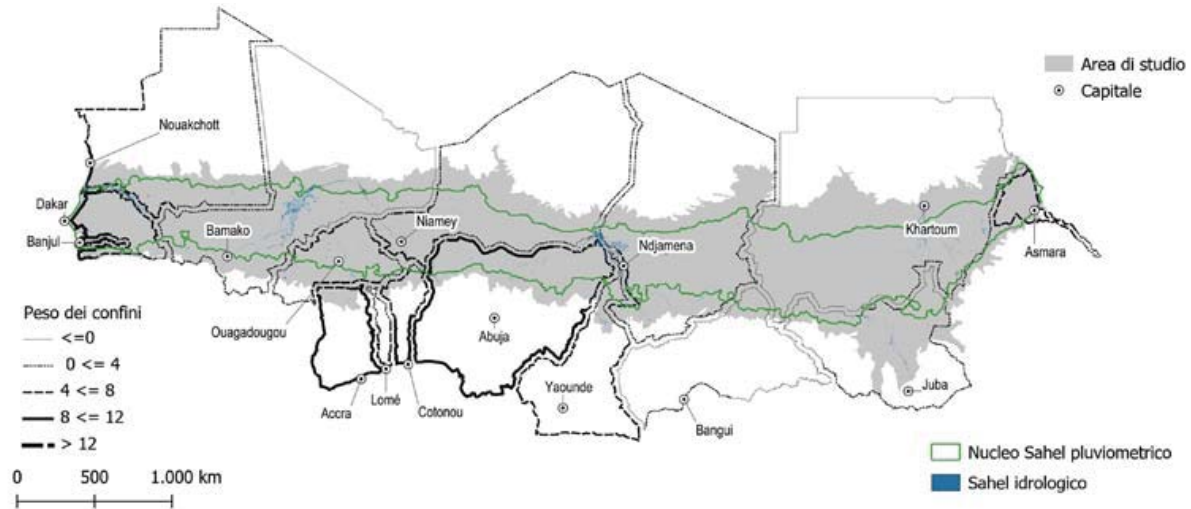


Fig. 10 - Una sintesi cartografica: tre Sahel

Questa rappresentazione cartografica ci pare essere una prima possibile risposta alla sfida lanciata da Retaille a proposito della sostanziale ‘impossibilità’ di definire il Sahel e di proporne quindi una delimitazione sensata. La carta raccoglie e incrocia tre diversi Sahel, evidenziando sia la mobilità dell’area nello spazio che l’esistenza di ‘nuclei saheliani’ e sottolineando le modificazioni di valore dei confini statali, a seconda dell’evoluzione politico-economica dei diversi Paesi. Per come è stata costruita, la rappresentazione può essere continuamente aggiornata, attingendo alle informazioni rese man mano disponibili dal telerilevamento e dalle diverse banche dati utilizzate. Ci pare un primo passo nella direzione di moltiplicare le rappresentazioni del Sahel, le metafore possibili per descriverlo. Altre potranno aggiungersene, ad esempio relative a come il Sahel sia continuamente ridisegnato dal modificarsi della mobilità di persone e cose e di come lo spazio relativo si contragga o si dilati a seconda dei tempi di percorrenza, a loro volta influenzati da condizionalità climatiche, securitarie, infrastrutturali, di manutenzione delle strade, di organizzazione del trasporto, di chiusura o porosità dei confini. La specificità della “condizione saheliana” (Gallais, 1975), il ruolo incessante che giocano il cambiamento e la mobilità, le pressioni estreme a cui sono sottoposte le strutture statuali ci hanno spinto a entrare nei meccanismi di costruzione delle rappresentazioni cartografiche, proprio perché nessuna risposta ‘meccanica’ è in questo caso

sufficiente. Abbiamo provato ad andare oltre la ‘media delle precipitazioni’, oltre la descrizione dell’‘idrografia’ e oltre la ‘fissità dei confini’. Nell’indagare ciascuno di questi concetti abbiamo valorizzato il fattore della trasformazione nel tempo e la specificità delle singole situazioni, ad esempio idrologiche o politico-economiche. In questo modo ci sembra di aver quanto meno alleggerito quella ‘rigidità’ che l’imperativo cartografico dava al Sahel a giudizio di Retaille (2018), senza però rinunciare a uno sforzo definitorio, tanto nella denominazione come nella delimitazione. La possibilità di aggiornamento delle rappresentazioni proposte (così come la disponibilità che offriamo del codice utilizzato) può aiutare poi a mantenere viva la riflessione sul Sahel nel corso del tempo, con continuità, superando quindi quel fenomeno di accensione e spegnimento di attenzione legata essenzialmente alle ‘catastrofi’ naturali e/o umane: prima le grandi siccità degli anni ’70 e ’80, che hanno portato anche all’erronea percezione dell’avanzata del Sahara (Cherlet *et al.*, 2018), e oggi il terrorismo e l’insorgenza armata (Walther e Retaille, 2010; Alcaro e Pirozzi, 2014; Bassou, 2017; Walther, 2019; Pérouse de Montclos, 2020).

Questa ricerca si inserisce nel dibattito che negli ultimi anni ha interessato i cosiddetti *area studies* (Sidaway, 2013; Sidaway *et al.*, 2016): un confronto acceso ne ha messo in luce lo statuto particolare, per sua natura ibrido. Statuto particolare, perché inevitabilmente si tratta di studi contestualizzati: quell’area, o quell’altra, nella loro specificità, nel loro unico, peculiare percorso storico. Statuto ibrido, a più livelli: su un piano, perché tali studi vedono la convergenza su un medesimo contesto spaziale di discipline e approcci metodologici diversi e, su un altro, perché nascono dalla commistione di una volontà di conoscenza scientifica e dalla necessità da parte di determinati attori di dotarsi di un sapere operativo. Non è per caso che gli *area studies* abbiano trovato nelle università statunitensi un contesto privilegiato di elezione (Sidaway, 2013). L’identificazione e gestione delle politiche di una superpotenza interessata e coinvolta su tutti gli scacchieri mondiali richiede inevitabilmente la capacità di produrre conoscenza e schemi interpretativi che ci si attende siano efficaci. E che comunque – di fatto – orientano le scelte strategiche e le decisioni tattiche della politica internazionale statunitense. Allo stesso modo, inevitabilmente, anche gli altri grandi attori dei giochi geografico-politici globali sono chiamati a produrre visioni del mondo che siano declinate a scala areale: vale, ad es., per la Cina come per l’Unione Europea (Pichon, 2020). La frammentazione del contesto di produzione di conoscenza in Europa, diviso fra molti e diversi sistemi di ricerca, se può a prima vista risultare dispersivo probabilmente può invece rivelarsi ‘ottimale’ (come direbbe J. Diamond, 1998) nel produrre un caleidoscopio di risultati forse più efficace, almeno nei tempi lunghi, perché consente il formarsi di una rappresentazione molteplice e aperta del mondo e dei diversi contesti areali. Per il processo da cui derivano, gli esiti interpretativi saranno più facilmente plurali e, in un certo senso, democratici.

Molte sono le critiche che hanno investito gli *area studies*: per la loro origine coloniale, per il rischio sempre presente dell'esotismo (orientalismo, direbbe Said, 1978), per le dinamiche del potere accademico che riproducono la centralità dell'Occidente e dei centri di ricerca anglo-americani in particolare (Sidaway, 2013; Sidaway *et al.*, 2016). Vi sono però anche notevoli potenzialità: negli *area studies* può essere messo in gioco un notevole grado di creatività; può essere dispiegata la capacità di costruire un sapere innovativo, che scardini approcci scontati, immaginando cornici diverse, attraverso riconfigurazioni molteplici dello spazio, non ancorate a pretese identità permanenti ma orientate piuttosto alla dinamicità e all'ibridazione. Si pensi in questo senso alla proposta di J.C. Scott (2009), tanto citata e altrettanto criticata, di una nuova regione, denominata Zomia, area montana di resistenza anarchica nel cuore delle montagne indocinesi, in contrasto con gli imperi delle pianure.

Identificare, dare un nome e delimitare una regione piuttosto che un'altra è quindi sempre una vicenda politica oltre che scientifica e questo sia che ci si orienti all'accettazione delle regioni 'ereditate' o che si punti all'invenzione di nuove configurazioni regionali (o di nuove rappresentazioni di tali spazi, com'è il caso di questo articolo), per andare oltre concetti scontati e per sfuggire alle diverse "trappole territoriali".

Un approfondimento teorico-metodologico sugli *area studies* non può che passare attraverso un'esperienza diretta, un corpo-a-corpo con una specifica area: è quello che abbiamo iniziato a fare. Se non possiamo certo dire di aver risposto alla domanda 'cos'è il Sahel?', almeno possiamo affermare di aver ragionato attorno a essa. A partire dall'identificazione, ragionata e critica, dell'area di indagine si stanno sviluppando le diverse piste di ricerca che il progetto persegue, rivolte ad esempio allo studio dei processi di degradazione del suolo, di uso delle risorse idriche, di articolazione della mobilità, di ridefinizione degli spazi politici.

Ringraziamenti: gli autori ringraziano i due revisori anonimi, per le puntuali osservazioni e per il contributo dato all'approfondimento di alcuni passaggi cruciali dell'articolo, e Antonio Dalla Zuanna, per la consulenza fornita nella selezione dei dati. La ricerca ha usufruito dei finanziamenti del PRIN 2017 *Contested wetlands in Sahelian drylands: which kind of development and for whom?* ed è inserito nel contesto del Progetto di Eccellenza *Mobility & Humanities* (Dipartimento di Scienze Storiche, Geografiche e dell'Antichità, Università di Padova), finanziato dal MIUR (Progetti di Eccellenza 2018-22).

Bibliografia

- Agnew C.T. (1982). Water availability and development of rainfed agriculture in S.W. Niger. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 7(4): 419-457. DOI: 10.2307/622145
- Id., Chappel A. (1999). Drought in the Sahel. *GeoJournal*, 48: 299-311. DOI: 10.1023/A:1007059403077
- Agnew J. (1994). The territorial trap: The geographical assumptions of international relations theory. *Review of International Political Economy*, 1: 53-80, DOI: 10.1080/09692299408434268
- Id. (2010). Still Trapped in Territory? *Geopolitics*, 15(4): 779-784, DOI: 10.1080/14650041003717558
- Id. (2015). Revisiting the territorial trap. *Nordia Geographical Publications*, 44(4): 43-48. <https://nordia.journal.fi/article/view/64824> (consultato il 28 giugno 2021)
- Alcaro R., Pirozzi N., a cura di (2014). *Transatlantic Security from the Sahel to the Horn of Africa*. Roma: Edizioni Nuova Cultura, Istituto Affari Internazionali.
- Bassou A. (2017). *State, Borders and Territory in the Sahel: The case of the G5 Sahel*. Policy Brief 17/33. Rabat: OCP Policy Center. <https://media.africaportal.org/documents/OCPPC-PB1733vEn.pdf> (consultato il 28 giugno 2021)
- Belward A.S., Pekel J.-F., a cura di (2020). *Atlas of Global Surface Water Dynamics*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2760/20986, JRC119892
- Bennaffa K. (1999). La fin des territoires nationaux? État et commerce frontalier en Afrique centrale. *Politique Africaine*, 73: 24-49.
- Ead. (2002). *Le commerce frontalier en Afrique centrale: acteurs, espaces, pratiques*. Paris: Khartala.
- Bertoincin M., Bicciato F., Bonollo L., Croce D., Faggi P., Mariani L., Minoia P., Pase A. (1995). Irrigazione, Stato e territorio in Sudan: il gioco della posta in gioco. *Terra d'Africa*: 8-40.
- Ead., Faggi P., a cura di (2006). *Cosa resta nel piatto? Fallimenti e promesse dell'agricoltura irrigua nella valle del Senegal*. Torino: L'Harmattan Italia.
- Ead., Pase A. (2012). *Autour du Lac Tchad: enjeux, tensions et conflits pour le control de l'eau*. Paris: Harmattan.
- Ead., Id. (2017), Interpreting mega-development projects as territorial traps: the case of irrigation schemes on the shores of Lake Chad (State of Borno, Nigeria). *Geographica Helvetica*, 72: 243-254. DOI: 10.5194/gh-72-243-2017
- Ead., Id., Quatrada D., Turrini S. (2019). At the junction between state, nature and capital: Irrigation mega-projects in Sudan. *Geoforum*, 106: 24-37. DOI: 10.1016/j.geoforum.2019.07.002
- Braudel F. (1986). *Civiltà e imperi del mediterraneo nell'età di Filippo II*. Torino: Einaudi (ed. or. *La Méditerranée et le Monde méditerranéen à l'époque de Philippe II*. Paris: Colin, 1949/1982).
- Cherlet M., Hutchinson C., Reynolds J., Hill J., Sommer S., von Maltitz G., a cura di (2018). *World Atlas of Desertification*. Luxembourg: Publication Office of the European Union.

- Davy E.G., Mattei F., Solomon S.I. (1976). *An evaluation of the climate and water resources for development of agriculture in the Sudan-Sahelian zone of West Africa*. WMO Special Environment Report N.9, Geneva. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=8268 (consultato il 28 giugno 2021)
- Dematteis G. (1985). *Le metafore della Terra. La geografia umana tra mito e scienza*. Milano: Feltrinelli.
- Id. (2021). *La geografia come immaginazione. Tra piacere della scoperta e ricerca di futuri possibili*. Roma: Donzelli.
- de Planhol X., Rognon P. (1970). *Les zones tropicales arides et subtropicales*. Paris: Colin.
- Diamond J. (1998). *Armi, acciaio e malattie. Breve storia del mondo negli ultimi tredicimila anni*. Torino: Einaudi (ed. or., *Guns, Germs, and Steel. The Fates of Human Societies*. New York-London: Norton, 1997).
- Fensholt R., Rasmussen K., Kaspersen P., Huber S., Horion S., Swinnen E. (2013). Assessing Land Degradation/Recovery in the African Sahel from Long-Term Earth Observation Based Primary Productivity and Precipitation Relationships. *Remote Sensing*, 5(2): 664-686. DOI: 10.3390/rs5020664
- Fournet-Guérin C., Magrin G. (2018). L'Afrique, du Sahel et du Sahara à la Méditerranée: intégrations, circulations et fragmentations. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 95(2): 165-174. DOI: 10.4000/bagf.2953
- Funk C., Peterson P., Landsfeld M., Pedreros D., Verdin J., Shukla S., Husak G., Rowland J., Harrison L., Hoell A., Michaelsen J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations - a new environmental record for monitoring extremes. *Sci Data* 2: 150066. DOI: 10.1038/sdata.2015.66
- Gallais J. (1975). *Pasteurs et paysans du Gourma. La condition sahélienne*. Mémoire du Centre d'Études de Géographie Tropicale. Paris: CNRS.
- Gann L.H., Duignan P. (1969). Reflections on Imperialism and the Scramble for Africa. In: Gann L.H., Duignan P., a cura di, *Colonialism in Africa 1870-1960*. Vol. I. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gavin R.J., Betley J.A. (1973). *The Scramble for Africa*. Ibadan: Ibadan University Press.
- Giri J. (1983). *Le Sahel demain catastrophe ou renaissance?* Paris: Karthala.
- Gorelik N., Hancher M., Dixon M., Ilyushchenko S., Thau D., Moore R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202: 18-27. DOI: 10.1016/j.rse.2017.06.031
- Grégoire E. (2019). Le Sahel et le Sahara entre crises et resilience. *Hérodote*, 172: 5-22. DOI: 10.3917/her.172.0005
- Griffiths I. (1986). The Scramble for Africa: Inherited Political Boundaries. *The Geographical Journal*, 152(2): 204-216. DOI: 10.2307/634762
- Hulme M. (1992). Rainfall changes in Africa. *International Journal of Climatology*, 12(7): 685-699. DOI: 10.1002/joc.3370120703
- Igue J.O. (1995). *Le territoire et l'État en Afrique. Les dimensions spatiales du développement*. Paris: Karthala.
- Lehner B., Verdin K., Jarvis A. (2008). New global hydrography derived from spaceborne elevation data. *Eos, Transactions, AGU*, 89(10): 93-94. DOI: 10.1029/2008EO100001
- Id., Grill G. (2013). Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems. *Hydrological Processes*, 27(15): 2171-2186. DOI: 10.1002/hyp.9740

- OECD/SWAC (2014). *An Atlas of the Sahara-Sahel. Geography, economics and security*. West African Studies, OECD Publishing. DOI: 10.1787/9789264222359-en
- OSS (2019). *Sahel and West Africa - Atlas of land cover maps - Strengthening Resilience through services related to innovation, communication and knowledge - BRICKS* (Benin, Burkina Faso, Chad, Ethiopia, Ghana, Mali, Mauritania, Niger, Nigeria, Senegal, Sudan and Togo). www.oss-online.org/en/sahel-and-west-africa-atlas-land-cover-maps (consultato il 28 giugno 2021)
- Pase A. (2011). *Linee sulla terra. Confini politici e limiti fondiari in Africa subsahariana*. Roma: Carocci.
- Pekel J.-F., Cottam A., Gorelick N., Belward A.S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540: 418-422. DOI: 10.1038/nature20584
- Pérouse de Montclos M.-A. (2020). *Une guerre perdue: la France au Sahel*. Paris: JC Lattès.
- Pichon E. (2020). *Understanding the EU Strategy for the Sahel*. Briefing EU Policies – Insight. EPRS, PE 652.050. [www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/652050/EPRS_BRI\(2020\)652050_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/652050/EPRS_BRI(2020)652050_EN.pdf) (consultato il 28 giugno 2021)
- Remotti F. (1996). *Contro l'identità*. Roma-Bari: Laterza.
- Retaillé D. (2018). Sahel, sahel. *L'information géographique*, 82(1): 34-81.
- Id., Walther O. (2019). Mapping the Sahelian Space, submitted, on line: <https://arxiv.org/abs/1906.02223> (consultato il 28 giugno 2021)
- Rotberg R.I. (2003). Failed State, Collapsed States, Weak States: Causes and Indicators. In: Rotberg R.I., a cura di, *State Failure and State Weakness in a Time of Terror*. Washington D.C.: Brookings Institution.
- Said E.W. (1978). *Orientalism*. New York: Pantheon Books.
- Scott J.C. (2009). *The Art of Not Being Governed: An Anarchist History of Upland Southeast Asia*. New Haven: Yale University Press.
- Id. (2010). *Sahara or Sahel? The fuzzy geography of terrorism in West Africa*. Working Papers 2010-35. Luxembourg: CEPS/INSTEAD. <https://liser.elsevierpure.com/ws/portalfiles/portal/11784038/Working+Paper+n%C2%B02010-35> (consultato il 28 giugno 2021)
- Walther O. (2019). Frontières, sécurité et développement en Afrique de l'Ouest. *Notes ouest-africaines*, 26. Paris: OCDE. DOI: 10.1787/74a9db76-fr
- Id., Retaillé D. (2010). Sahara or Sahel? The fuzzy geography of terrorism in West Africa. Working Papers 2010-35. Luxembourg: CEPS/INSTEAD. <https://liser.elsevierpure.com/ws/portalfiles/portal/11784038/Working+Paper+n%C2%B02010-35> (consultato il 28 giugno 2021)

Allegato 1:

Link al codice di Google Earth Engine.

<https://code.earthengine.google.com/6355582e578f2ce40d48f3a1980f6763>

Allegato 2:

<https://gist.github.com/fgianoli/97027cde9f3739b739f5a8d8ccb19602>