***PREAMBOLO***

*Quando quasi 50 anni fa con Franco Ricci Lucchi presentammo la nostra “introduzione all’analisi di facies” delle torbiditi dell’Appennino settentrionale, mettemmo nel titolo “****introduzione****” a significare l’inizio di un lungo percorso che sarebbe stato necessario per meglio capire questi depositi. Né Franco, né io eravamo*

*strettamente dei sedimentologi, né credo lo siamo mai stati. Per me la sedimentologia è sempre stato uno strumento per un approccio migliore all’analisi dei bacini, alla stratigrafia, a un rilevamento geologico intelligente.*

*Purtroppo il lavoro fu considerato invece un punto di arrivo e per anni è stato un modello, anzi, per qualcuno, mi risulta lo sia tuttora.*

*La mia opinione, al riguardo di tutto ciò, è quella espressa nel Quaderno del Servizio Geologico del 1992, conosciuto come relazione Pasquaré, e messa a punto da un’apposita commissione del CNR di cui ero membro. Vi sono le raccomandazioni per una nuova cartografia geologica e geomorfologica alla cui stesura partecipai attivamente. Quando capii l’aria che tirava, mi dimisi dalla commissione e feci bene.*

*Le torbiditi rappresentano una porzione volumetricamente fondamentale della geologia appenninica che a distanza di tanti anni rimangono ancora degli oggetti sostanzialmente sconosciuti, fatta eccezione per alcuni aspetti della Marnoso-arenacea e della Laga, di cui parlerò in seguito. Le cartografie e relative leggende che mi sono note sono del tutto inadeguate rispetto alla popolarità che questi depositi hanno acquisito a livello soprattutto internazionale. Mi sembra forse inutile ricordare che abbiamo qui tutti un debito di riconoscenza nei confronti di Carlo Ippolito Migliorini che per primo intuì il significato di queste rocce e assieme a Ph. H. Kuenen le rese famose in tutto il mondo. Unità come, ad esempio, il Macigno, le Cervarola, i flysch a helmintoidi, il Gorgoglione, il Flysch Numidico e i bacini epiliguri rimangono sostanzialmente sconosciute. Come conseguenza, non c’è da stupirsi che di questa ignoranza soffrano tutte le ricostruzioni stratigrafiche, strutturali e geodinamiche che ne derivano. A parte il loro interesse scientifico, questi depositi hanno enorme importanza pratica non solo per la ricerca di idrocarburi – cui forse devono gran parte della loro popolarità - ma per la conoscenza del territorio : dissesti idrogeologici, gestione delle acque, microzonazioni sismiche, pietre da costruzione, etc. Se vogliamo andare oltre, le successioni torbiditiche racchiudono anche, per il loro intrinseco altissimo potenziale di preservazione, il registro più completo di variazioni climatiche e della paleosismicità.*

*Io non ho il toccasana per questi problemi che lascio ben volentieri ai più giovani. C’è un immenso lavoro da fare, utile per la società in cui viviamo.*

*Nonostante gli anni e l’essere in pensione, la geologia rimane il mio principale e direi solo e vero interesse. Quindi, anche se in modo diverso da prima, ho continuato a pensare e a rivisitare affioramenti. Ho una collezione incredibile di foto di affioramenti e di strati e questo mi aiuta molto per rivedere anche zone remote che non posso più visitare. Mi è rimasta anche molta curiosità e quindi leggo moltissimo, aiutato da internet. Ho mantenuto i contatti importanti soprattutto con il mondo dell’industria e anche questo mi aiuta.*

*Ho pensato quindi che forse avrebbe potuto interessarvi conoscere a che punto sono arrivato e quali opinioni mi sono fatto. E qui ringrazio la SGI, Geosed e l’amico Salvatore Milli per avermi dato questa occasione.*

*Negli ultimi 10 anni sono usciti lavori di grande interesse sulle torbiditi. Sotto l’aspetto teorico e pratico. Vi sono i lavori di Postma, Cartigny, Fedele, Hoyal, Hamilton e altri ancora che hanno contribuito a risvegliare l’interesse sul numero di Froude, ossia sui flussi subcritici e supercritici – contributi innovativi ma ancora teorici e che richiederanno un po’ di tempo prima di entrare nella routine dell’analisi di facies. Vi sono i lavori di Sumner e Dorrell sul monitoraggio di correnti di torbida attuali in Mar Nero e sul problema dei salti idraulici. Rinnovato interesse sembra essersi sviluppato anche sui problemi della channel-lobe-transition zone, anticipata e definita 30 anni fa da Mutti e Normark come luogo di profonda trasformazione e bypass delle correnti di torbida. Dovrei fare qui anche una breve menzione dei vari lavori di Parker e Garcia sull’idrodinamica di queste correnti, ma lo evito perché in questi lavori non si fa mai riferimento ai prodotti di questi complessi processi, ossia agli strati. Un caso a parte è quello del lavoro di Mulder e Alexander del 2003 che offre un’interessantissima classificazione dei sediment gravity flows basata su reologia e meccanismi di sostentamento delle particelle ma ne spiega l’utilizzo attraverso esempi teorici ed improbabili.*

*Vi sono anche lavori su dettagliatissime analisi di facies di terreno condotte su Marnoso-arenacea, Laga, Gres d’Annot, Arenarie del Gottero, Flysch del Cilento e Arenarie di Ranzano da parte di sedimentologi italiani, britannici e irlandesi ( cito qui i nomi di Tinterri, Muzzi, Amy, Sumner, Talling, Milli e Marco Fonnesu). Questi lavori hanno messo in evidenza geometria degli strati e loro continuità su distanze considerevoli, variazioni di facies imposte dall’interazione tra correnti di torbida e morfologia dei bacini, e il significato degli strati cosiddetti “ibridi” ( “slurry beds” di una volta), ossia di strati contenenti* *clasti pelitici o porzioni di arenaria ricche in pelite (muddy sandstone divisions).*

*E’ mia opinione che tutti questi lavori siano di grande interesse ma che contribuiscano a mantenere le torbiditi in un mondo un po’ surreale e per un’ élite di ricercatori che sembra si diverta a complicare con terminologie sempre più complicate e con diagrammi per iniziati una realtà che è semplicemente fatta di rocce.*

*Qualcuno mi dirà che la mia opinione deriva* *dal fatto che sono ormai vecchio e ignorante e forse ha ragione. Ma penso che anche l’esperienza abbia un suo valore, soprattutto in geologia.*

*Credo che molti lavori siano oggi prolissi, difficili da leggere, pieni di dense figure e diagrammi, quasi per convincere il lettore che le conclusioni sono ben documentate e ponderate. A sostegno, si fanno citazioni bibliografiche lunghissime, nella maggior parte dei casi – temo – senza aver letto con attenzione i lavori. Capisco che sono lavori soprattutto sedimentologici ma che riguardano, con pochissime eccezioni, aspetti molto specifici e con grande enfasi su processi e nuove terminologie.*

*Mancano, a mio vedere, lavori di più ampio respiro che vedano le torbiditi nel contesto del bacino in cui si osservano, che esplorino le relazioni con i coevi sedimenti di piattaforma, che offrano criteri per il loro studio che non siano limitati a una élite di specialisti. Io voglio mettermi nei panni di un geologo normale, diciamo uno stratigrafo, che voglia affrontare lo studio di sistemi torbiditici affioranti per fare una cartografia sensata e moderna o di un geologo dell’industria petrolifera che voglia capire i grandi tratti di un bacino torbiditico nel sottosuolo, attraverso sismica, log di pozzo e carote. Molti di questi geologi non hanno un background sedimentologico tale da permettere loro analisi troppo sofisticate e non hanno neppure il tempo di misurare e capire sezioni basate sulla descrizione di singoli strati.*

*Io mi rivolgo principalmente a questa categoria di geologi pensando che siano comunque a conoscenza della letteratura basica.*

*Quello che desidero presentare è uno schema semplice di classificazione delle torbiditi, come si vedono all’affioramento, che sia un po’ un compromesso tra iniziati e geologi normali, cercando di semplificare i problemi pur non trascurando molti dei progressi recenti della sedimentologia.*

**PRINCIPALI FACIES TORBIDITICHE IN AFFIORAMENTO**

Emiliano Mutti

Socio onorario della Società Geologica Italiana

(emiliano.mutti@unipr.it)

Riassunto

Il riesame critico all’affioramento di molti sistemi torbiditici di bacini tettonicamente attivi porta a concludere che nessun modello di facies sinora proposto può descrivere da solo la variabilità di questi depositi. Approcci differenti, per scala e impostazione, hanno portato a una grande proliferazione dei tipi di facies, della loro terminologia, e dei processi che si ritengono responsabili della loro formazione. L’aver mescolato, senza una preliminare valutazione critica, dati derivati da approcci così diversi come le analisi di terreno, la sismica a riflessione, la geologia marina, gli esperimenti in vasca, il monitoraggio di correnti di torbida attuali, le modellizzazioni numeriche e a volte speculazioni puramente teoriche ha portato in definitiva a una fase di impasse nella comunicazione scientifica.

Le torbiditi osservabili in affioramento, intese come una grande famiglia di sedimenti prodotti da flussi gravitativi (*sediment gravity flows* di Middleton e Hampton, 1973) tra loro geneticamente legati, possono essere suddivise in 6 grandi gruppi di facies. Questi gruppi coprono in maniera generale buona parte della grande variabiità di questi depositi e possono essere intesi come un utile **inventario preliminare** dal quale partire per analisi più dettagliate e mirate a casi particolari. I sei gruppi sono essenzialmente descrittivi, basati su caratteristiche oggettive, in primo luogo tessiturali, e coprono uno spettro di litologie e facies che variano dai conglomerati sino alle peliti. La loro proposta organizzazione, da **F1** a **F6**, indica l’ideale evoluzione progressiva sottocorrente da depositi grossolani, prodotti da flussi densi, a sedimenti via via più fini prodotti da flussi più diluiti e turbolenti. Essa è semplicemente un’espressione del vecchio concetto di prossimalità e distalità

Ogni sistema mostra analoga evoluzione, da facies prossimali a facies distali, anche se con tipi di facies suoi propri, legati alle popolazioni granulometriche presenti in origine, alle loro proporzioni relative, al volume e alla durata dei flussi, ai loro meccanismi di innesco, alla configurazione del bacino recettore e a tanti altri fattori. Ogni sistema ha quindi un suo spettro di facies. Questa è la ragione per la quale i sistemi torbiditici hanno anche una loro identità litostratigrafica. Chi abbia familiarità con l’Appennino settentrionale, sa che unità oligo-mioceniche come Macigno, Cervarola, Marnoso-arenacea e Laga, pur essendo tutte classificabili come torbiditi di avanfossa, si differenziano al punto da essere riconoscibili anche alla scala di singoli affioramenti. Hanno cioè caratteri di facies propri. Lo stesso accade, anche se in maniera meno evidente, per i flysch delle Liguridi. In realtà, non ci sono due sistemi torbiditici identici, così come non ci sono due strati torbiditici parimente identici.

Quanto sopra porta a identificare, all’interno di ciascun gruppo di facies, caratteri di facies più dettagliati, (un altro **inventario**, ma più dettagliato) qui definiti come **facies boxes** (caselle di facies), che meglio si adattino ai tipi di sistemi esaminati. Quelli qui proposti sono suggerimenti che riflettono la mia esperienza personale, ossia quanto ho visto in campagna nel corso di lunghi anni ed esaminando un considerevole numero di sistemi. I facies boxes, definiti anche graficamente in forma schematica, permettono di scendere a un livello di dettaglio maggiore e di tentare una loro interpretazione anche in funzione di processi. Un facies box può definire, nei casi più semplici, un tipo di strato oppure, quando gli strati siano composti da più divisioni interne, il tipo di divisione prevalente e ritenuto più significativo. **I facies boxes sono in realtà illimitati**, poiché il loro riconoscimento e definizione dipendono dal tipo di dettaglio che si vuole ottenere, dagli scopi che si perseguono, dalla variabilità delle facies incontrate, dalle conoscenze specifiche dell’operatore, dal suo impegno e dai suoi gusti personali. All’interno di ciascun sistema i facies boxes portano alla costruzione di **facies tract** che introducono alla comprensione delle relazioni tra facies e processi. I facies tract possono essere di carattere generale ( Mutti, 1992), e quindi schematici, oppure di grande dettaglio se usati per risolvere problemi specifici e locali (e.g., Muzzi Magalhaes e Tinterri, 2010; Tinterri e Tagliaferri, 2015; Fonnesu *et al.* 2017). L’importanza di questi concetti fu anticipata da Dott (1963) nel suo articolo sulla classificazione dei processi gravitativi subacquei quando, discutendo sul valore dei vari processi riconosciuti, affermò che “*such theoretical distinction is real as attested by deposits in nature representing arrested examples of every gradation in the continuum*” (op. cit., p. 113).

I gruppi principali di facies includono:

**F1** – Conglomerati e arenarie conglomeratiche. I facies boxes individuati suggeriscono una sedimentazione a partire da flussi ghiaiosi densi, variabili in funzione della loro coesione (*cohesive and frictional debris flows,* intesi nel senso di Mulder e Alexander, 2001) e capacità di ritenere una sovrappressione interna durante il loro movimento sottocorrente. I depositi che ne risultano variano da conglomerati a matrice pelitica con strutture fluidali, a *pebbly mudstones* con matrice in sovrappressione e localmente con grandi clasti pelitici attestanti la capacità erosiva del flusso, fino a ortoconglomerati formatisi lungo i margini del flusso per perdita di sovrappressione ed impoverimento delle frazioni più fini. Distalmente questi flussi passano frequentemente ad arenarie conglomeratiche gradate dove i conglomerati appaiono spesso ristretti a lenti piano-convesse verso l’alto, probabilmente prodotte o da fenomeni di *aquaplaning* o da *cyclic steps*. Altri conglomerati, interpretabili come il prodotto di flussi densi inerziali, mostrano matrici povere in fini, e quindi permeabili, a volte presenza di distinte onde di sedimentazione con marcata embriciatura dei clasti, e associazione con arenarie prive di strutture.

**F2** – Arenarie e arenarie microconglomeratiche generalmente mal classate e senza laminazione interna (*structureless*), con gradazione più o meno ben sviluppata. Tipicamente, questi strati contengono erosioni interne multiple ed associati tappeti di trazione e sono spesso caratterizzati da strutture da sfuggita d’acqua la cui intensità sembra direttamente legata allo spessore degli strati. I facies boxes suggeriscono un’ origine da flussi sabbiosi densi (*frictional sandy flows*) dove gli attriti interni sono diminuiti dalla sovrappressione del fluido. La deposizione può avvenire in massa oppure più gradualmente attraverso l’interazione con il flusso turbolento associato. Nella loro espressione più comune questi depositi formano strati tabulari di arenarie gradate e senza strutture interne, caratterizzati da grande estensione laterale e tipici delle facies assiali delle avanfosse.

**F3** – Arenarie generalmente a granulometria media e fine, ben classate, con tipico sviluppo di lamine, da spesse a molto sottili, con geometrie variabili. Se non esaminate in dettaglio, le lamine possono apparire come piane; in realtà esse sono piane, ondulate, oblique a basso angolo o sinusoidali. I pacchi di lamine sono spesso delimitati da superfici di troncatura a basso angolo con relative geometrie cuneiformi; pacchi di lamine centimetrici mostrano un assottigliamento marcato verso l’alto nello spessore delle lamine individuali. Piccoli clasti pelitici sono comuni alla base di superfici erosive. Più raramente si osservano anche isolati pacchi di lamine oblique immerse controcorrente. Le strutture da sfuggita d’acqua sono comuni. Questi depositi sono interpretabili come il prodotto di sospensioni supercritiche turbolente con deposizione attraverso un processo di decantazione trazione. Le forme di letto osservate sembrano verosimilmente attribuibili allo sviluppo di antidune e *chute and pools*. Questi depositi sono sostanzialmente la Facies B di Mutti e Ricci Lucchi (1972), già allora interpretata come un deposito da correnti di torbida supercritiche (anche in accordo con G.V. Middleton che aveva visitato gli affioramenti con gli autori).

**F4** – Arenarie relativamente ben classate a granulometria da media a grossolana, raramente microconglomeratica, in strati generalmente non gradati con contatti superiori netti e con caratteristiche geometrie lenticolari. I facies boxes indicano con chiarezza che questi depositi sono il prodotto della migrazione di *megaripples* e *ripples* prodotti da trazione sul fondo da parte di correnti in regime subcritico con senso di trasporto strettamente identico a quello desumibile da strutture di fondo alla base di strati associati (Mutti, 1977,1992). Geometria e strutture interne indicano che la variabilità di questi depositi è funzione della forza di taglio esercitata dalla corrente su un letto sabbioso e della sua variabilità nel tempo e nello spazio.

**F5** – Rientrano in questo gruppo sia gli strati arenacei o arenaceo-conglomeratici che contengono clasti pelitici intraformazionali, sia divisioni interne agli strati costituite da arenarie ricche in pelite, spesso con pseudo-noduli e piccoli clasti pelitici. Clasti pelitici di svariate dimensioni possono essere osservati in quasi tutte le facies torbiditiche dove le correnti siano sufficientemente erosive. E’ tuttavia nelle facies relativamente distali (lobi e frange di lobi) che i clasti pelitici, la loro distribuzione all’interno degli strati, e le divisioni arenaceo-pelitiche sviluppano un’organizzazione apparentemente logica (Fonnesu *et al*. 2015). I facies boxes qui proposti mostrano questa organizzazione, con passaggio sottocorrente da strati arenacei senza strutture interne con clasti pelitici derivati da locale erosione del substrato, alla risalita degli stessi per galleggiamento durante il trasporto entro un flusso denso sino al limite con il flusso turbolento sovrastante meno denso, ed infine, dopo disaggregazione completa e arricchimento del flusso in fango, allo sviluppo di un flusso coesivo responsabile della deposizione di divisioni arenaceo-pelitiche.

**F6** – Questo gruppo è costituito da strati tipicamente bipartiti costituiti da un letto inferiore di arenaria da fine a molto fine che passa a un letto superiore di pelite. Sono questi i depositi forse più comuni che si rinvengono nelle successioni torbiditiche e, come tali, spesso definiti come “torbiditi classiche” (vedasi Walker, 1978). Caratteristiche di questi depositi sono la tabularità della stratificazione e la presenza di strutture interne descrivibili sostanzialmente con il modello di Bouma (1962). Dove gli strati siano sviluppati in maniera completa è dunque possibile riconoscere la successione ideale della sequenza di Bouma con i relativi intervalli, o divisioni, da *a* a *e*. I facies boxes di questo gruppo sono quindi quelli canonici di questa sequenza e della sua variazione sottocorrente in successive sequenze mancanti delle divisioni basali (*base-missing sequences*). La deposizione avviene attraverso un processo di decantazione/trazione a partire da una sospensione turbolenta per graduale decelerazione della stessa. Per un alto tasso di decantazione si ha sedimentazione in massa con formazione di un intervallo privo di strutture interne (intervallo *a*); se il tasso diminuisce, l’intervallo *a* è sostituito da un intervallo con tappeti di trazione che decrescono di spessore verso l’alto (qui proposto come facies box F6-2); per progressiva decelerazione della corrente si formano lamine piane e sottili (intervallo *b*), *ripples* e lamine sinusoidali (intervallo *c*), lamine piane quasi sempre non chiaramente visibili (intervallo *d*), ed infine l’intervallo *e* costituito da pelite con emipelagiti più o meno riconoscibili. A partire dall’intervallo *c* la coesione delle particelle favorisce la preservazione dei lati sopracorrente dei *ripples* e lo sviluppo di lamine sinusoidali.

Nonostante la sua apparente semplicità, questo gruppo di facies è in realtà tra i più complessi e ha forse scarsamente attirato l’attenzione dei sedimentologi. Facies di questo tipo si incontrano in quasi tutti gli elementi dei sistemi torbiditici a partire dai depositi di tracimazione interna ed esterna dei canali sino ai depositi più distali delle piane sottomarine. Notevoli spessori di questi sedimenti, prodotti da flussi iperpicnali diluiti, costituiscono inoltre i cunei di *delta slope* che possono associarsi agli elementi torbiditici più prossimali. Caratteri che permettono utili differenziazioni all’interno del gruppo F6 sono, oltre alle relazioni stratigrafiche con le facies associate, il rapporto arenaria:pelite e lo sviluppo delle strutture interne allo strato.

In contesti confinati, le facies F6 bacinali sono caratterizzate da una grande variabilità di tipi di strati prodotti da fenomeni di *ponding* e riflessioni cui vanno soggette in special modo i flussi turbolenti e relativamente diluiti delle correnti di torbida.

Il termine di **facies eterolitiche** è spesso usato per sottili alternanze di arenaria e pelite, assimilabili alla facies F6. Il termine, importato dalla sedimentologia dei sistemi tidali, non ha, nel caso di depositi torbiditici, alcuna connotazione precisa in termini di processi o ambiente di sedimentazione e sarebbe da evitare anche per una semplice questione etimologica (in senso stretto, esso significa soltanto l’insieme di litologie differenti).

I depositi del gruppo F4 permettono di separare in maniera significativa lo spettro generale in due parti. Queste facies, poco considerate in letteratura, sono in sostanza delle forme di letto ascrivibili alla migrazione di *megaripples*, cioè forme di letto prodotte in regime subcritico. Esse possono svilupparsi come strati isolati o formare divisioni interne di strati più complessi. In questo secondo caso, e assumendo ragionevolmente che la maggior parte degli strati torbiditici siano il prodotto di flussi che decelerano nel tempo, la loro presenza separa una parte inferiore dello strato deposta in regime supercritico (Fr >1) da una superiore deposta in regime subcritico (Fr <1). Necessariamente, la transizione comporta lo sviluppo di un salto idraulico, sia questo manifesto o meno.

Nel caso in cui i depositi F4 si incontrino come divisioni interne di strati più complessi, essi sono invariabilmente sovrapposti a depositi di tipo F2 e F3. Ciò porta a concludere che questi ultimi siano stati depositi da flussi supercritici. Più in generale, la conclusione può essere estesa anche ai depositi F1. Un’ulteriore prova a favore di quanto sopra sono i propri caratteri dei depositi del gruppo F3, direttamente interpretabili come il prodotto di sospensioni turbolente in regime supercritico. Per ovvi problemi di scala, di approccio e di tassi di decantazione, è tuttavia al momento impossibile confrontare significativamente le strutture interne a questi stati con quelle prodotte in esperimenti in vasca (vedasi Cartigny et al. 2014). Molte lamine piane, fonti di tante differenti interpretazioni nella letteratura, sembrano trovare qui la loro origine più semplice e naturale.

I gruppi di facies F4 (arenarie con *megaripples*) e F5 (arenarie con clasti pelitici e arenarie pelitiche, o “*slurry beds*” di Ricci Lucchi, 1980) e le associate forme di *scour* a varie scale sembrano formare il passaggio naturale delle correnti di torbida alle zone di deposizione distale dominate da flussi relativamente diluiti e turbolenti. Le facies F4 e F5 sono apparentemente ben sviluppate nella zona di transizione canali-lobi (*channel-lobe-transition zone* di Mutti e Normark, 1987; Winn *et al*., 2002) o dove le correnti di torbida subiscano decelerazioni dovute a contropendenze del bacino recettore (pendii laterali, ostacoli morfologici prodotti da sedimentazione o deformazione tettonica, *cfr.* Mutti e Tinterri, 2004; Cunha *et al*., 2017). In queste situazioni è evidente che correnti di torbida bipartite producono fenomeni di erosione, *bypass*, rimaneggiamento e formazione di forme di letto trattive e trasformazioni retrograde di porzioni del flusso per incorporazione di pelite. Tutti questi fenomeni hanno verosimilmente una causa comune nello sviluppo di **salti idraulici** cui vanno soggette le correnti di torbida, ossia al loro passaggio da flussi supercritici a subcritici imposti da variazioni di pendio, dal passaggio tra flussi confinati a flussi non confinati, da morfologie intrabacinali deposizionali o strutturali o anche, probabilmente, dalla naturale decelerazione delle correnti verso zone distali. Il problema, proposto nella sua importanza geologica da Mutti e Normark (1987) e di recente riesaminato in un’abbondante letteratura (*e.g*., Postma *et al*., 2009; Hamilton *et al*., 2015; vedasi in particolare il lavoro di Dorrell *et al*., 2016, *cum bibl*.), è ben lontano dall’essere compreso in maniera soddisfacente. Sembra tuttavia che il fenomeno possa comunque ben spiegare molte forme erosive, deposizionali e di *bypass* che si incontrano alla transizione tra canali e lobi o in zone bacinali prossimali in molti sistemi torbiditici. E’ forse anche tempo che si riesaminino in questa nuova ottica le strutture di base di Dzulyinki e Sanders (1962), oggi da molti trascurate come fossero oggetti di antiquariato.

Una migliore comprensione del problema del salto idraulico e delle sue espressioni sedimentologiche oggettivamente osservabili potrà certamente migliorare la nostra comprensione delle facies torbiditiche e dell’architettura dei sistemi che le contengono. In prima approssimazione, appare evidente che il concetto di efficienza debba essere esteso a comprendere il regime dei flussi, ossia quanto più è lontana dallo sbocco dei canali la trasformazione di un flusso, maggiore sarà la distanza alla quale il flusso depositerà il suo carico sabbioso. Ciò ha anche importanti implicazioni applicative.