

## **La qualità dell'informazione volontaria nei sistemi informativi geografici: alcune riflessioni**

Laura Criscuolo (\*), Paola Carrara (\*), Gloria Bordogna (\*\*), Monica Pepe (\*)

(\*) CNR-IREA, Via Bassini 15, 20133 Milano, Tel. +39 02 236993456, [criscuolo.l, carrara.p, pepe.m]@irea.cnr.it

(\*\*) CNR-IDPA, Via Pasubio 5, 24044 Dalmine (BG), Tel. +39 035 6224262, gloria.bordogna@idpa.cnr.it

### **Riassunto**

Questo lavoro vuole offrire una panoramica dei principali approcci adottati in letteratura per la rappresentazione e la gestione della qualità dell'informazione geografica volontaria (VGI). Si propone un paradigma semplificato, mirato a sintetizzare alcuni aspetti mutevoli, tipici della VGI, e ad organizzarli in categorie funzionali. Il modello così creato, arricchito da osservazioni pratiche, viene poi utilizzato per analizzare esempi applicativi concreti e per confrontarli, palesando i criteri adottati per il controllo della qualità e le motivazioni delle scelte.

### **Abstract**

This work aims to provide an overview on the main approaches available in literature for representation and quality management on Volunteered Geographic Information (VGI). It proposes a simplified paradigm, aimed both to summarize some variable aspects, typical of the VGI, and to organize them into functional categories. The model thus defined, enriched by practical observations, is then used in actual applications to both compare them and exemplify the criteria used for quality control.

### **Introduzione**

Gli anni recenti hanno visto crescere l'uso, da parte di organizzazioni pubbliche e private, dell'informazione geografica di origine volontaria, ovvero contributi di varia natura provenienti da utenze esterne non specializzate, che vanno ad arricchire data set geografici e documenti cartografici. Questo tipo di apporto non professionale è solitamente ambito per i benefici che determina in termini di numerosità dei contributi, e per gli effetti positivi di coinvolgimento e di comunicazione al pubblico. Chi intende utilizzare materiale di origine volontaria a fini professionali o scientifici deve tuttavia fronteggiare una serie di problemi, tra cui la difficile gestione della qualità delle informazioni create.

In questo articolo si traccia una panoramica delle problematiche correlate alla qualità nel VGI e delle possibili strategie di gestione, portando come esempio alcune realizzazioni concrete.

### ***Volunteered Geographic Information e Citizen Science***

Numerosi utilizzatori dell'informazione geografica, grazie ai nuovi strumenti web e alle sempre più diffuse tecnologie mobili, nell'ultimo decennio hanno esteso il loro ruolo da quello di semplici utenti a quello più attivo di produttori di contenuti (Bruns, 2006).

Lo *user generated content* in ambito geografico ha introdotto ciò che Goodchild (2007) identifica con i termini di *Volunteered Geographic Information* (VGI).

All'interno dell'ampio contenitore del VGI, alcuni contributi informativi volontari hanno finalità ludiche o sociali (ad esempio le fotografie pubblicate sui *virtual globes*), a volte utilità pratica (ad es. le recensioni di luoghi e servizi) o scopi di promozione (distribuzione via web di informazioni professionali, localizzazione di esercizi commerciali su mappe, ecc.); altri sono invece diretti ad

arricchire il patrimonio conoscitivo collettivo e a contribuire alla ricerca scientifica (ad esempio segnalazioni di anomalie ambientali, osservazioni biologiche, misurazione di parametri fisici). In questo ultimo caso la VGI assume alcune caratteristiche della *Citizen Science* (Bonney et al., 2009). I progetti che si avvalgono di questa modalità di raccolta di osservazioni, si appoggiano sempre più spesso alla rete capillare di sensori e strumenti mobili interconnessi, in dotazione a un gran numero di privati cittadini, e quindi distribuita sull'intero pianeta, tanto che i cittadini coinvolti nella raccolta di informazioni sono spesso indicati come *Citizens as Sensors* (Goodchild, 2007).

La modalità più frequente in cui avviene l'acquisizione delle informazioni è attraverso dispositivi *location based*, la maggior parte delle volte sensori GPS e apparecchi fotografici, spesso incorporati in *smartphones*. La presenza diffusa di tali strumenti sul territorio è la caratteristica fondamentale che ne determina la potenza: con una rete fitta e distribuita di sensori interconnessi diventa pensabile raccogliere una quantità immensa di informazioni, anche dove gli strumenti tradizionali non riescono ad arrivare. Ciò rende possibile ridurre le zone d'ombra, raccogliere e valorizzare conoscenze strettamente connesse al territorio, migliorare la frequenza di aggiornamento attraverso una presenza più costante sui luoghi indagati.

Il coinvolgimento attivo di *cittadini-sensori* - insieme produttori e fruitori dell'informazione territoriale - in campagne di raccolta dati, apre prospettive entusiasmanti per un ampio numero di soggetti: enti pubblici, organizzazioni benefiche, associazioni civiche, privati, commercianti, agenzie educative ed istituti di ricerca.

### **I problemi nel VGI**

Accanto all'entusiasmo che accompagna il proliferare di tali manifestazioni di geografia partecipativa, è nata e cresciuta di pari passo anche la preoccupazione per le conseguenze che la nuova branca può portare alle discipline geografiche consolidate.

Numerosi sono, infatti, i problemi correlati alla creazione e disseminazione di informazioni geografiche di origine volontaria.

Un primo problema riguarda la metadattazione dei dati di provenienza volontaria, cioè la descrizione delle loro caratteristiche ancillari esogene ed endogene. Il grande volume di dati raccolti risulta spesso privo, del tutto o in parte, di quelle informazioni ancillari che permettono di localizzarli con sicurezza nello spazio e nel tempo e di definirne parametri fondamentali per l'utilizzo: sistema di riferimento, procedura di acquisizione, accuratezza della misura, precisione strumentale, data e ora dell'acquisizione, recapiti dell'autore, ecc. La causa di questa mancanza è da ricercare nell'inesperienza degli operatori volontari, che, pur mossi da buone intenzioni, spesso non sono consapevoli del valore di queste informazioni di complemento e le omettono. Altre volte sono gli stessi strumenti con cui avviene l'acquisizione dell'osservazione a non facilitare la compilazione di metadati. Altre volte ancora le informazioni utilizzate per progetti scientifici o di pubblica utilità vengono selezionate all'interno di volumi di dati sì volontari, ma originariamente prodotti per altri scopi, e perciò caratterizzati diversamente (ad es. nella ricostruzione della situazione precedente a un disastro ambientale possono risultare utili fotografie panoramiche, scattate senza intenti scientifici dai cittadini, che acquisiscono rilevanza soltanto in una fase successiva allo scatto). Le attività geografiche amatoriali appaiono in generale come pratiche parallele, che invece di far riferimento a standard scientifici si indirizzano più verso l'intuizione, l'espressività personale, oppure verso applicazioni semplificate delle tecniche geografiche tradizionali, e risultano pertanto interessanti, ma non conformi ai protocolli professionali (Eisnor, 2006).

Un secondo punto critico, conseguenza del precedente, riguarda la difficoltà nell'elaborare le informazioni volontarie. Può accadere infatti di riuscire ad accumulare volumi considerevoli di informazioni, ma di trovare serie difficoltà nel sovrapporre e correlare gli strati informativi. Le operazioni di sovrapposizione, intersezione, combinazione (indicate spesso col termine *mash-up*) sono rese difficoltose dalla variabilità degli attributi dei dati. Diverse precisioni strumentali, diversi sistemi di riferimento utilizzati, diverse scale di riferimento, intervalli temporali non definiti, fanno

si che l'analisi spaziale divenga difficoltosa e talvolta addirittura avventata. In questo senso la numerosità dei dati volontari non è sempre garanzia di efficacia nella elaborazione e dunque nella produzione di nuova informazione.

Esiste poi una terza grande questione, legata all'attendibilità dei volontari. La validità di un contributo di provenienza volontaria non è infatti solo una caratteristica intrinseca del dato, connessa alla sua conformazione e accuratezza, ma ha anche un aspetto estrinseco, legato al credito che si accorda all'operatore volontario (Bordogna et al., 2012). Accade con ricorrenza che i contribuenti volontari commettano errori non evidenti e che sottomettano informazioni che non sono accertabili se non attraverso un diretto controllo sul campo (è il caso, ad esempio, di una segnalazione di incendio in una certa località). Nel caso più frequente, in cui non è possibile eseguire verifiche dirette, è inevitabile affidarsi alla parola del volontario, e confidare che il suo apporto sia corrispondente a verità. Un elevato grado di incertezza si raggiunge quando i componenti del gruppo di volontari che partecipano all'iniziativa non sono selezionati, o formati preventivamente, o non sono rintracciabili, e quando non sono funzionanti sistemi di filtro o di feedback sulle informazioni in ingresso. In casi estremi alcuni volontari in malafede possono addirittura inserire premeditadamente indicazioni false, allo scopo di aumentare la confusione, screditare il progetto o misticare l'informazione complessiva a proprio vantaggio.

L'incertezza sull'attendibilità dei contributi crea dunque un danno a tutto il sistema, elevando il livello di dubbio sui dati e compromettendo la fiducia degli utilizzatori.

Altre criticità riguardano invece l'assetto delle organizzazioni - pubbliche e private - che tradizionalmente si occupano di produrre e distribuire informazione geografica a livello professionale. Tali agenzie sono state investite dalla violenta esplosione di queste pratiche geografiche "collaterali" ed hanno dovuto fronteggiare la secca virata dell'interesse del pubblico. Per questi soggetti diventa oggi una sfida imprescindibile riuscire a coniugare prodotti geografici tradizionali, di elevata qualità, con meccanismi e contributi di tipo partecipativo. Ne costituiscono esempi le scelte di aziende produttrici di navigatori satellitari, come Tom Tom o Garmin, o di cartografia digitale, come Compass, che oggi affiancano prodotti cartografici professionali con segnalazioni ed aggiornamenti di provenienza volontaria, soddisfacendo così sia i requisiti di rigore, sia l'interesse degli utenti a partecipare e a mantenere aggiornata la base di dati. Altri esempi in questo campo sono forniti dalle amministrazioni pubbliche che mettono a disposizione dei cittadini le proprie risorse cartografiche per sviluppare applicazioni di pubblica utilità con contributi informativi volontari. Il rischio che invece corrono numerosi altri soggetti, rimasti esclusi dalla nuova tendenza, è quello di perdere seguito, oltre che voluminose quote di mercato, oppure quello di allontanarsi dal ruolo di autorità del settore.

Le prime tre problematiche illustrate sono strettamente legate a ciò che genericamente identifichiamo come *qualità dell'informazione volontaria*. Diversi studi sono stati fatti sui meccanismi con cui i coordinatori delle attività - commerciali o scientifiche - possono intervenire per aumentare la qualità del lavoro volontario, senza tuttavia pervenire a soluzioni uniformi e definitive.

Le domande più delicate a cui si cerca di dare risposta sono sostanzialmente le seguenti:

- In base a quali criteri giudicare la bontà di un contributo informativo?
- Come isolare i contributi difettosi da quelli validi?
- Come evitare che le irregolarità legate ai singoli contributi compromettano il valore dell'intera collezione di dati?

Nei paragrafi seguenti si propongono uno schema con cui rappresentare le informazioni geografiche volontarie in relazione alle loro caratteristiche e alcuni approcci per gestione della loro qualità.

### **La qualità nelle informazioni geografiche volontarie**

Per giungere ad argomentare i tipi di approccio al controllo della qualità nei contributi geografici di provenienza volontaria, è utile dotarsi in partenza di un modello, un paradigma sintetico con cui organizzare la grande varietà dell'informazione trattata.

Necessario è innanzitutto circoscrivere i tipi di informazione geografica volontaria con poche macro-categorie. Quelle qui proposte non pretendono di essere esaustive, ma vogliono piuttosto sintetizzare, ed identificare con termini di uso comune, le tipologie dei contributi più ricorrenti.

Le informazioni geografiche più frequentemente fornite dai volontari su web hanno la forma di commenti testuali riferiti a luoghi fisici (eventi, segnalazioni, allarmi), fotografie geo-taggate, marcatori puntuali corrispondenti luoghi di interesse (privato, turistico o commerciale). Con sufficiente ricorrenza si osservano anche oggetti geografici lineari o poligonali (strade ed itinerari), *track* GPS, misurazioni effettuate con sensori diversi dal GPS o con apparecchiature particolari.

Nel presente lavoro raggruppiamo tali tipi di informazione geografica multimediale nelle categorie:

- **immagini:** fotografie, videoriprese e oggetti grafici georiferiti;
- **annotazioni:** segnalazioni prevalentemente testuali georiferite;
- **features:** entità spaziali, mono o pluridimensionali, con attributi associati (per esempio *shapefile* o file GML);
- **misure:** osservazioni prevalentemente numeriche.

Si escludono invece volutamente i contributi volontari espressi in termini di *rating*, ovvero le valutazioni da parte del pubblico nei confronti dei contenuti geografici volontari. Tali espressioni hanno certamente valore informativo e sono pure ampiamente diffuse, ma sono più avvicinati a strumenti di riscontro che ad informazioni geografiche a sé stanti. Ai fini di questa trattazione i contributi in forma di *rating* saranno perciò inclusi nei meccanismi di controllo della qualità, e non nelle categorie di VGI.

Un secondo passo nella costruzione di un modello, è quello di definire in modo schematico le dimensioni della qualità nel VGI. Per farlo ci si riferisce al modello di Borgogna et al. (2012), apportando alcuni adattamenti per adeguarlo agli scopi del presente lavoro.

In accordo col modello citato, si caratterizzano innanzitutto le tre maggiori categorie con cui la qualità viene organizzata:

- la qualità **intrinseca**, dipendente dalle caratteristiche del contenuto informativo;
- la qualità **estrinseca**, intesa come giudizio qualitativo sull'informazione e sull'autore;
- la qualità **pragmatica**, intesa come capacità di soddisfare le necessità di un utente o di un utilizzo (English, 1999)

Costituiscono quindi parametri di qualità intrinseca di una informazione volontaria:

- **accuratezza** dell'osservazione, ovvero conformità al valore reale o atteso;
- **precisione** dell'osservazione, ovvero ripetibilità della misurazione;
- **correttezza** del contributo, ovvero assenza di errori formali;
- **completezza**, cioè assenza di omissioni significative;
- **intelligibilità**, ovvero possibilità del contributo di essere compreso ed esaminato.

Sono invece componenti relazionabili alla qualità estrinseca:

- **veridicità** dell'informazione,
- **attendibilità** dell'autore dell'informazione.

Infine la qualità pragmatica può essere scomposta in:

- **pertinenza** dell'informazione,
- **appropriatezza** per un dato utilizzo.

Possiamo infine descrivere, avvalendoci di nuove ulteriori categorie, il tipo di approccio al controllo della qualità.

Dal punto di vista temporale l'approccio al controllo qualitativo potrà avvenire in via:

- **preventiva**, se ha luogo attraverso procedure precedenti o contestuali all'immissione di informazioni volontarie (ad esempio con schede di input che guidano il volontario, proposte di suggerimenti e normalizzazione di termini);
- **correttiva**, se si verifica successivamente all'immissione di informazioni nel sistema (ad es. con selezione dei contributi, rettifica automatica o manuale di alcune informazioni..).

Dal punto di vista dei soggetti coinvolti, le operazioni di valutazione avvengono ad opera di:

- **team** di amministrazione, quando sono condotte manualmente dai coordinatori del progetto, dallo staff tecnico o da gruppi di esperti incaricati;
- **comunità** dei partecipanti, quando è il gruppo di volontari stesso a valutare ed eventualmente validare le informazioni immesse;
- **automatico**, quando uno o più componenti informatici dell'infrastruttura operano selezione dei contenuti o apportano modifiche automatizzate.

Infine, dal punto di vista dell'azione prodotta, l'informazione ritenuta non idonea potrà subire:

- **segnalazione**, e quindi essere pubblicata con accluso un giudizio o un avvertimento;
- **rimozione**, ovvero essere esclusa dalla pubblicazione e dalle successive elaborazioni.

Lo schema così costruito è rappresentato in figura 1.

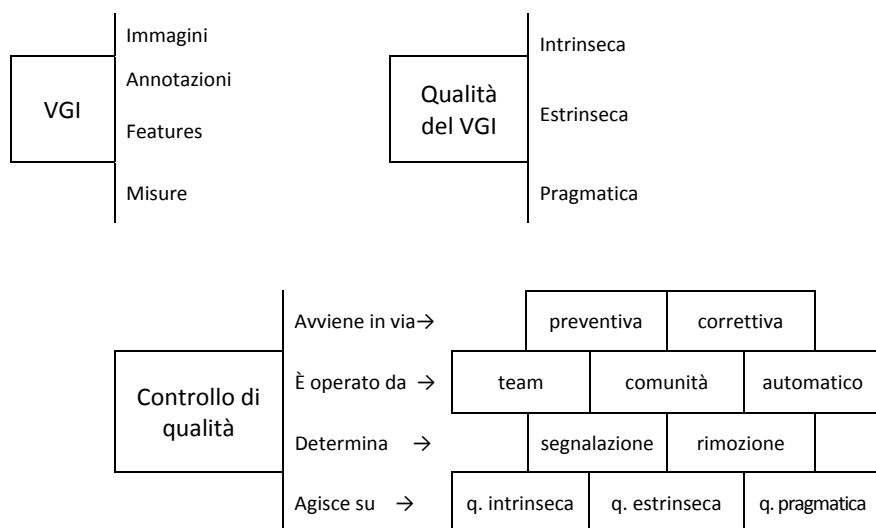


Figura 1. Modello a categorie utilizzato per la descrizione dei contributi di tipo VGI, delle dimensioni della qualità, e dell'approccio al controllo di qualità.

Per ogni utilizzo ed ogni contesto deve essere attentamente valutata la strategia migliore, che spesso comprende l'uso di metodi ibridi. Bilanciando le potenzialità e i deficit delle diverse opzioni, si può arrivare ad una gestione adeguata dei problemi di qualità.

Discutiamo adesso brevemente i vantaggi e gli svantaggi collegati a ciascuna opzione.

I meccanismi mirati a facilitare una corretta compilazione dell'informazione geografica a priori, (dizionari controllati, opzioni di scelta multipla, manuali d'uso, corsi preparatori, ecc) facilitano sicuramente l'inserimento di dati volontari in forma omogenea e stilisticamente corretta, non assolvono tuttavia il compito di valutare la qualità estrinseca di una informazione, né l'utilità della stessa all'interno del contesto in cui è stata inserita, entrambe valutazioni da effettuare necessariamente a posteriori. D'altra parte i metodi correttivi agiscono rimuovendo o rimodellando

contributi inappropriati e così causando inevitabilmente la perdita parziale o addirittura totale di informazione.

Le valutazioni di qualità effettuate dai responsabili, o gruppo di esperti, offrono una certa tutela, presupponendo in loro doti di competenza, raziocinio e imparzialità. Eppure, persino scienziati o tecnici non possono sempre godere di una padronanza completa delle variabili qualitative, e il loro giudizio non potrà essere che soggettivo e approssimato. Può capitare a volte che privati cittadini con conoscenze locali, professionisti specializzati in particolari attività, od osservatori diretti dei fenomeni possano dare giudizi di veridicità più circostanziati ed attendibili di quanto siano in grado di fare gli stesso supervisori del progetto. In alcune occasioni è tuttavia rischioso assegnare a contributori volontari compiti di valutazione; essi infatti, per impreparazione, superficialità o malafede, potrebbero creare confusione ed arrecare danni all'intera collezione di dati. Inoltre, i meccanismi di controllo automatici possono rivelarsi estremamente utili nei casi in cui si voglia popolare un database o in cui la mole di dati entranti sia talmente ampia da non poter essere controllata manualmente; esso tuttavia non potrà sostituire il giudizio di qualità dato da un esperto su criteri di rilevanza del contenuto, stile, o attinenza.

I controlli che agiscono come filtri, bloccando le informazioni ritenute inadeguate in base a parametri di qualità pre-impostati, comportano l'esclusione e la perdita di informazioni che, per quanto difettose, potrebbero rivelarsi utili in altri contesti. Altri procedimenti, che prevedono di agire sulle informazioni non conformi mantenendole, ma segnalandone il difetto, destinano una parte della memoria a dati di dubbia rilevanza, al costo di una consultazione più difficoltosa, ma in questo modo non perdono alcuna informazione immessa.

### **Esempi**

Scegliamo di applicare lo schema tracciato nel precedente capitolo analizzando tre attività concrete di controllo qualitativo su informazioni geografiche volontarie.

*Wikimapia* è un ampio progetto di cartografia partecipativa che invita chiunque ad arricchire una mappa base con informazioni geografiche volontarie: immagini, annotazioni, entità geografiche. La politica attuata è di tipo democratico: l'intera comunità di utenti, senza alcuna selezione, ha la possibilità di creare, modificare e distruggere i contributi apportati. Alcune precauzioni sono tuttavia state introdotte dai coordinatori del progetto per proteggerne la correttezza e tenere il livello qualitativo il più alto possibile. Questi meccanismi sono sia preventivi (manuale d'uso, dizionari controllati, consulenza on-line, semiprotezione di entità geografiche sensibili, concessione di permessi aggiuntivi ad utenti esperti,..) sia correttivi (segnalazione, rimozione e modifica di contenuti, esclusione di utenti scorretti).

*Hai sentito il terremoto?* È un'applicazione creata dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) per raccogliere informazioni volontarie sulla percezione da parte dei cittadini e sugli effetti locali dei terremoti. Il tipo di dato raccolto ha la forma di annotazione, riferita ad una località sul territorio italiano. Le informazioni sono compilate tramite *web form* (schede composte da *check lists* e menù di scelta, campi obbligatori e facoltativi, spazi per il testo libero) e pubblicate senza operazioni di validazione e modifica. Chiunque può partecipare, ma nessun utente può agire sui contenuti già pubblicati. E' poi compito di esperti verificare a posteriori, con missioni in sito, gli eventi più gravi segnalati dai volontari.

*eBird* è il più ampio progetto di raccolta di osservazioni volontarie di avifauna a scala mondiale. E' supportato da una vasta comunità di scienziati e amatori, che arricchiscono con le loro osservazioni (annotazioni ed immagini) un database e vanno così ad aggiornare mappe di frequenza, statistiche e grafici. L'intento scientifico del progetto, l'imponente mole di dati, e la pesante infrastruttura che li elabora hanno imposto una politica severa di controllo della qualità. La precisione e la veridicità delle informazioni in questo caso è affidata non solo a meccanismi di controllo a priori, quali manuali e a protocolli web guidati per la compilazione (tassonomie, dizionari controllati, codici,

check lists,...), ma anche a procedure correttive a posteriori, che agiscono tramite rilevamento automatico delle imprecisioni e filtraggio. I dati in ingresso vengono visionati da opportuni algoritmi automatici e, se da essi segnalati come anomali sulla base di criteri statistici, vengono sottoposti al controllo di una equipe di esperti, che ne determina la eventuale esclusione.

Usando le categorie precedentemente stabilite possiamo descrivere l'approccio al controllo qualitativo dei tre progetti e visualizzarlo con il modello come in figura 2.

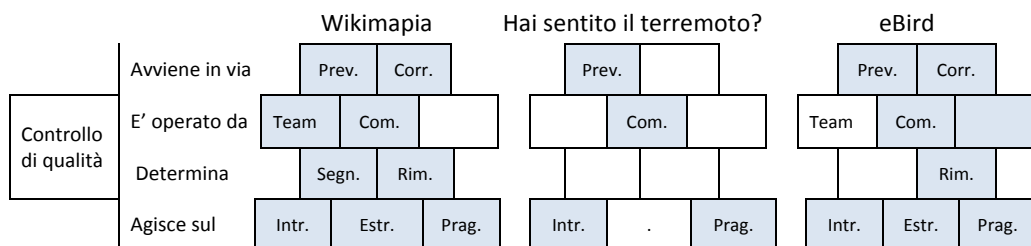


Figura 2. Rappresentazione dei progetti descritti attraverso il modello suggerito.

La grafica mette in evidenza come configurazioni completamente diverse del controllo della qualità possano essere scelte ed implementate, sulla base delle esigenze e delle politiche legate alla attività specifica.

## Conclusioni

I contributi informativi geografici di tipo volontario costituiscono indubbiamente una potenziale sorgente di dati ad alta granularità spazio-temporale. Per poterli sfruttare a scopi progettuali diventa tuttavia necessario affrontare la principale criticità, riguardante la loro qualità, non sempre garantita in termini di professionalità e/o valore scientifico.

Diventa perciò necessario individuare metodi per stimare e trattare adeguatamente la qualità delle informazioni geografiche di origine volontaria, elemento estremamente complesso e variabile.

Questo lavoro propone una rappresentazione dei principali aspetti legati alla qualità, utile per delineare in modo sintetico ma sistematico i vari fattori in gioco e favorirne la gestione.

Gli elementi di questa rappresentazione possono essere utilizzati e combinati variamente per configurare una soluzione globale di gestione della qualità.

Tale rappresentazione è stata impiegata per descrivere e confrontare fra loro alcune soluzioni, adottate in tre progetti esistenti, per la gestione della qualità di VGI.

Ciascuna configurazione analizzata è stata progettata e definita bilanciando i diversi componenti, in funzione dei requisiti specifici delle diverse applicazioni. Ciò costituisce un chiaro esempio di come, nell'ampio panorama del VGI, non esista una soluzione ottimale in senso assoluto, bensì configurazioni efficienti negli specifici casi d'uso. Le scelte sono influenzate dallo scopo perseguito dall'attività, dal tipo di dato atteso in ingresso, dal target di volontari a cui ci si rivolge, dall'infrastruttura a cui ci si appoggia.

In conclusione, le soluzioni possibili non mirano all'eliminazione del problema della qualità, ma piuttosto alla gestione controllata delle variabili in gioco, estremamente dipendenti dal caso specifico.

Inoltre si evidenzia come una corretta rappresentazione sia un valido strumento di supporto sia nella fase di definizione del problema, sia nella conseguente individuazione delle risposte più efficaci.

## **Bibliografia**

- Bonney R, Cooper CB, Dickinson J, et al. (2009), "Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy", *BioScience*, 59: 977-84.
- Bordogna G., Criscuolo L., Carrara P., Pepe M. (2012), "An approach to Assess the Quality of Volunteer Geographic Information for Citizen Science", sottomesso a *Information Sciences*, 10-2012.
- Borruso G. (2010), "La 'nuova cartografia' creata dagli utenti. Problemi, prospettive, scenari" *Bollettino A.I.C. nr. 138 / 2010*.
- Bruns A. (2006), "Towards produsage: futures for user-led content production", Proceedings: *Cultural Attitude towards Communication and Technology*, pp. 275-84, F. Sudweeks, H. Hrachovec, and C. Ess (eds). MurdochUniversity, Perth, Australia
- English L.P. (1999), Defining Information Quality (capitol 2), in *Improving Data Warehouse and Business Information Quality: Methods for Reducing Costs and Increasing Profits*, John Wiley and Son, 544 pp.
- Goodchild M (2007), "Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography", *GeoJournal* 69(4): 211-221.
- "About eBird", <http://ebird.org/content/ebird/about>, ultima consultazione 15-08-2012.
- "About Wikimapia", [http://wikimapia.org/docs/About\\_Wikimapia](http://wikimapia.org/docs/About_Wikimapia), ultimo aggiornamento 29-08-2012, ultima consultazione 30-08-2012.
- Eisnor D. (2006), "Neogeography", <http://www.platial.com>, ultima consultazione il 23-04-2008.
- "Hai sentito il terremoto?", <http://www.haisentitoilterremoto.it>, ultima consultazione 28-08-2012.