

THESAURUS: UN SISTEMA PER LA CONOSCENZA DEL PATRIMONIO SOMMERSO

*Denise La Monica¹, Massimo Martinelli², Ovidio Salvetti², Oreste Signore²,
Marco Tampucci², Lucia Botarelli¹, Silvana Costa¹, Gloriana Pace¹,
Carla Papa¹, Sergio Bargagliotti¹, Lucia Franchi¹, Gianluca Casa¹*

¹Laboratorio LARTTE, Scuola Normale Superiore, SNS, Pisa, Italia.

²Laboratorio Segnali e Immagini, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione, CNR-ISTI, Pisa, Italia.

Abstract

Il progetto *Thesaurus (TecnicHe per l'Esplorazione Sottomarina Archeologica mediante l'Utilizzo di Robot aUtonomi in Sciami)* affronta lo sviluppo di metodologie e tecnologie scientifiche multidisciplinari al fine di individuare, censire e documentare manufatti e relitti subacquei di interesse archeologico e storico. Il sistema di gestione e consultazione dei dati già realizzato, a partire da un'attenta analisi di altri sistemi informativi e progetti similari, contiene sia dati sensoriali ottenuti mediante tecnologie avanzate per l'esplorazione dei fondali, sia dati di natura storica, archeologica e documentaria derivanti dalle ricerche umanistiche.

Keywords

Patrimonio sommerso, sistemi informativi.

1. Introduzione

Thesaurus (TecnicHe per l'Esplorazione Sottomarina Archeologica mediante l'Utilizzo di Robot aUtonomi in Sciami) è un progetto multidisciplinare, approvato dalla Regione Toscana, per la promozione della conoscenza del patrimonio culturale sommerso. Il progetto *Thesaurus* ha durata biennale (2011-2013).

Il partenariato è costituito da varie strutture di ricerca, che si occupano di aspetti diversi ma complementari. Il *Laboratorio Segnali e Immagini (SI-LAB) dell'Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione* del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Pisa (CNR-ISTI) si occupa della progettazione e implementazione del sistema di gestione dei dati, sia in relazione alle informazioni da rilevare e da trasmettere da parte dei veicoli in missione, sia in relazione a quelle da raccogliere, studiare e organizzare da parte dell'unità umanistica 'in missione' negli archivi. Il sistema di gestione dati, in questa prospettiva, costituisce il fattore di unificazione dei diversi filoni del progetto. Il *Laboratorio di Analisi, Ricerca, Tutela, Tecnologie ed Economia per il Patrimonio Culturale (LARTTE)* della Scuola Normale Superiore di Pisa si occupa delle ricerche storiche e archeologiche, della progettazione e

modellazione del sistema di gestione dati, insieme al CNR-ISTI, della promozione della conoscenza del patrimonio sommerso per l'area di interesse e dei rapporti con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Il *Centro Piaggio* e il *Dipartimento Sergio Stecco* dell'Università di Firenze lavorano alla progettazione di uno sciame di veicoli sottomarini che siano capaci di esplorare i fondali alla ricerca di oggetti di interesse storico e/o archeologico. Il tratto innovativo, su questo versante, riguarda la capacità che questi veicoli hanno di muoversi in sintonia tra loro seguendo le indicazioni di un veicolo guida e di comunicare con l'esterno, trasmettendo in tempo reale i dati rilevati. La Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana, con particolare riferimento al *Nucleo Tutela Patrimonio Sommerso*, segue le attività di ricerca.

Questo contributo intende descrivere il lavoro svolto da archeologi, storici e informatici per la modellazione di un sistema informativo dei dati di natura storica e archeologica legati al patrimonio sottomarino.

2. Istituzioni e progetti di interesse per *Thesaurus*

Dal punto di vista istituzionale esistono in Italia alcuni nuclei operativi di archeologia subacquea facenti capo alle soprintendenze territoriali, in particolare lo S.T.A.S. (*Servizio Tecnico per l'Archeologia Subacquea*) del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, NAUSICAA (*Nucleo Archeologia Umida Subacquea Italia Centro Alto Adriatico*) per il Friuli Venezia Giulia, il Veneto, l'Emilia Romagna e le Marche¹ e il N.O.S. (*Nucleo Operativo Subacqueo*) della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana, guidato dalla dott.ssa Pamela Gambogi, che segue anche il progetto *Thesaurus*. Oltre alle istituzioni, esistono poi associazioni che a vario titolo si interessano all'archeologia subacquea².

¹ <http://www.archeosub.it/articoli/laguna/lgnsub.htm>

² ProMare (<http://www.promare.org/>), ad esempio, è un'organizzazione non-profit, fondata nel 2001, per la promozione della ricerca ed esplorazione marina, che opera in molti Paesi. Dal 2008 essa lavora anche in Italia per l'organizzazione di un Centro di Ricerca Marina con il MiBAC e ha partecipato a campagne di studio nel Lazio, in Toscana e in Calabria. In particolare nell'area dell'arcipelago toscano, ha preso parte a tre progetti: lo scavo della nave con *dolia* dell'Isola d'Elba (Punta del Nasuto), un *survey* a largo di Pianosa insieme al NATO Underwater Center di La Spezia e lo scavo a largo dell'Isola di Capraia di una nave oneraria romana con carico di ceramica campana A e B. Questa associazione partecipa agli scavi ed alle correlate pubblicazioni.

Negli anni più recenti sono stati avviati alcuni progetti di recupero cognitivo del patrimonio sottomarino. Oltre a Venus³, Ship⁴ ed altri presi in esame⁵, se ne segnalano in particolare due che per *Thesaurus* sono molto interessanti per la gestione dei dati in archivi digitali: Archeomar e Navis.

2.1 Archeomar

È un progetto sviluppato dal MiBAC con lo scopo di individuare e censire i siti archeologici sottomarini. La prima fase (2004-2008) ha riguardato alcune regioni dell'Italia meridionale (Basilicata, Calabria, Campania e Puglia); la seconda (2009-2010) ha riguardato il Lazio e la Toscana. Archeomar ha visto la collaborazione delle Soprintendenze archeologiche, di Dipartimenti universitari ed imprese per l'esplorazione dei fondali sottomarini, l'acquisizione di informazioni più precise e aggiornate su giacimenti archeologici sommersi già in parte noti, la gestione dei dati e il loro immagazzinamento in un database. La struttura informatica creata è parzialmente visibile sul sito ufficiale del progetto (www.archeomar.it) attraverso l'“Atlante dei siti”. Questa sezione presenta una mappa su cui sono localizzati i giacimenti schedati, distinti per tipologia. La scheda visibile sul sito presenta alcuni campi per la localizzazione (*Sito, Regione, Provincia, Comune, Località*), un campo per la definizione tipologica (*Tipologia*), uno per la cronologia (*Cronologia*) ed uno per la descrizione delle caratteristiche del giacimento (*Descrizione*). Il sistema informatico consente di associare ai singoli giacimenti anche altri tipi di fonte informativa, come immagini o filmati. *Archeomar* quindi si pone come interlocutore fondamentale, sia per il più ampio spazio geografico

³ *Venus Project (Virtual ExploratiON of Underwater Sites)*. Il progetto europeo Venus, sviluppato nell'ambito del VI Programma Quadro tra 2006 e 2008, ha previsto la realizzazione di tre missioni, di cui una nell'isola di Pianosa, unite allo sviluppo di un sistema di archiviazione digitale. Tale sistema è stato sperimentalmente applicato ad un relitto (Port Miou C nei pressi di Marsiglia) ma non è ancora pubblicamente disponibile.

⁴ *SHIP Project (Submerged Historical Inventory Project)*, <http://www.maritimehistory.org/content/ship-submerged-historical-inventory-project>. È un progetto internazionale dell'*Institute of Maritime History* (USA), condotto per lo *State Historic Preservation Officers* (SHPOs). Esso mira ad effettuare ricognizioni ed inventariazioni del patrimonio storico sommerso e si avvale della collaborazione di ricercatori volontari. Inoltre alcuni progetti di ricerca, catalogazione e diffusione delle conoscenze sono condotti in molti Paesi, tra cui l'Italia, dall'*Institute of Nautical Archaeology* (USA). In Italia, in particolare, questo istituto ha condotto ricerche sul relitto di Porticello (stretto di Messina), indagini presso la Secca di Capistello a largo di Lipari e *ROV e multibeam surveys* presso Levanzo (Isole Egadi, Sicilia).

⁵ Un'altra esperienza con cui *Thesaurus* si è dovuto confrontare è costituita dalle attività francesi di conoscenza, censimento e comunicazione di beni di interesse culturale lungo le coste francesi, che prendono forma in una piattaforma geografica navigabile (<http://www.culture.gouv.fr/culture/archeosm/fr/index.html>) da cui si accede alla presentazione di casi di affondamento, ma che non poggia su un database complesso. Una seconda linea di confronto è costituita da musei e gruppi di studio che si occupano precipuamente di architettura navale e che offrono modalità molto dettagliate per la descrizione di imbarcazioni, riferibili però all'età contemporanea (ad esempio <http://202.14.152.30/collections/databases/maritime/shipwrecks/shipwreck.asp>).

ricoperto dalle sue ricerche, sia per la durata maggiore che, infine, perché avviato e condotto a livello ministeriale. *Archeomar* mira a fornire uno strumento utile alla tutela, capace di censire e gestire in poco tempo informazioni su moltissimi siti di interesse archeologico disseminati lungo le coste italiane.

2.2 *Navis*

Nell'ambito del progetto *Navis*, articolato in tre parti, *Navis1*, *Navis2* e *Navis3*, è stato messo a punto un database per la gestione delle informazioni relative al patrimonio sommerso. Esso è il frutto del lavoro congiunto di alcuni paesi europei per un progetto sostenuto dalla X Direzione Generale, "Informazione, Comunicazione, Cultura, Cultura Audiovisiva e Politica Audiovisiva" della Commissione Europea. *Navis1* riguarda la schedatura di alcune imbarcazioni selezionate e riferibili ad alcuni partner del progetto. Contiene testi descrittivi delle singole imbarcazioni selezionate, immagini, informazioni sul luogo di rinvenimento⁶, sull'attuale sede di conservazione⁷, sul contesto culturale e la datazione⁸, nonché sulle caratteristiche strutturali. *Navis2* riguarda, invece, il censimento di raffigurazioni di imbarcazioni su manufatti e su qualsiasi altro tipo di fonte documentaria, in riferimento ad età antica e medievale, conservati nei musei di molti paesi⁹. *Navis3*, più recente, usa il materiale numismatico come fonte informativa per manufatti navali.

Questa ampia iniziativa costituisce un importantissimo termine di confronto in primo luogo perché si tratta di un progetto cui hanno aderito molti Paesi europei e, in secondo luogo, perché ha permesso di conoscere e schedare una mole enorme di informazioni, mettendo a disposizione non solo le raffigurazioni fotografiche di manufatti riferibili all'ambito della navigazione antica e medievale, ma anche ricostruzioni grafiche, disegni e piante. Si potrebbe migliorare il sistema di organizzazione e recupero delle informazioni disponibili agendo sia sulle modalità di ricerca, ad esempio sostituendo allo schema ad albero il meccanismo dei campi ricercabili, sia sulla visualizzazione dei risultati delle ricerche, rendendo immediatamente visibili i lemmi ricercati.

⁶ Voci: *Country, Site, Findspot, Latitude, Longitude, Local Coordinates.*

⁷ Voci: *Depository, Archive, Contact, Conservation, Year of Discovery.*

⁸ Voci: *Cultural Context, Century, Exact Dating.*

⁹ <http://www2.rgzm.de/navis2/home/frames.htm>

3. La base informativa di *Thesaurus*

Come si è già evidenziato, *Thesaurus* propone un metodo per aggregare conoscenze diverse (archeologiche, storico-artistiche, documentarie, tecniche) nell'ambito del patrimonio sommerso. La progettazione e realizzazione di un sistema informatico di registrazione e gestione dei dati è quindi essenziale per la coesione di tutte le componenti disciplinari – ingegneristiche, informatiche, umanistiche – del progetto. La ricerca scientifica di ambito umanistico si è concentrata su un'area specifica, la Provincia di Livorno, per poter studiare approfonditamente tutti i tipi di informazioni disponibili sul patrimonio riferibile a tale zona “campione”.

Le informazioni sul patrimonio archeologico sommerso di età antica in ambito toscano sono state dedotte dallo studio della letteratura, specifica e talvolta anche divulgativa, ma soprattutto degli archivi della *Soprintendenza per i Beni Archeologici* della Toscana, che si articolano in tre settori tra loro *non* comunicanti: *Archivio storico*, deputato alla conservazione della documentazione storica originale, relativa a segnalazioni, rinvenimenti e scavi; *Archivio del catalogo*, che raccoglie e conserva le schede di catalogo elaborate dai funzionari di Soprintendenza relativamente ai materiali recuperati; *Archivio fotografico*, deputato alla catalogazione del materiale fotografico prodotto dalla Soprintendenza relativo ai manufatti di interesse archeologico. Questi settori archivistici conservano fonti di tipo sia testuale che figurativo, come fotografie, disegni, mappe o ricostruzioni. Oltre a questi repertori di dati (letteratura specialistica, pubblicistica divulgativa, archivi) esistono anche fonti di tipo normativo, ossia atti pubblici con cui le autorità competenti adottano provvedimenti di vario genere (recupero, protezione, indagine o affidamento) nei confronti dei beni e delle persone ad essi collegati.

Riguardo al patrimonio storicamente più recente, riferibile ad età medievale e moderna, si possono attualmente individuare anche ulteriori fonti d'interesse – documentarie, testuali o figurative – conservate in altri archivi, diversi da quello della Soprintendenza. Rientrano in questa tipologia di fonte le cronache storiche, gli atti di registrazione amministrativa del passaggio di imbarcazioni e delle operazioni di carico/scarico di merci in aree portuali, le descrizioni di storici e i racconti di viaggio. Infine, riguardo a questo patrimonio di età post-antica, è possibile individuare informazioni utili anche in un'altra categoria di fonti molto ampia, ma apparentemente più sfuggente, ossia nella produzione figurativa di età medievale e moderna: pitture murali o su tavola, rilievi, disegni e stampe possono conservare

informazioni molto importanti su imbarcazioni che abbiano solcato i mari dell'area oggetto di indagine e in essi abbiano fatto naufragio.

La progettazione di uno strumento informatico per la conoscenza del patrimonio sommerso deve tener dunque presenti due esigenze: da una parte la necessità di descrivere in dettaglio il caso archeologico o storico dal punto di vista tecnico; dall'altra la necessità di conservare il quadro delle conoscenze, registrando tutta la documentazione disponibile.

Compito di *Thesaurus* è costruire un database aggiornato rispetto agli standard tecnologici necessari per l'accesso pubblico ma adatto, allo stesso tempo, alla diffusione della conoscenza e promozione della ricerca. Il database progettato gestisce le seguenti informazioni:

- dati tecnici su imbarcazioni di età antica e post antica;
- dati su materiali/oggetti riferibili a tali imbarcazioni;
- dati sulle fonti di documentazione su tali imbarcazioni;
- dati essenziali sul contesto geografico-geologico-naturalistico delle imbarcazioni.

In questa concezione si presuppone che l'oggetto centrale della ricerca sia un'entità denominata imbarcazione che sia, in qualche modo, riferibile all'area geografica oggetto di studio. È necessario precisare che la situazione archeologica non è sempre così chiara e rassicurante poiché spesso l'imbarcazione, ossia l'entità principale che guida la ricerca, attualmente non esiste o non è più conoscibile. Esistono però altri dati, indiretti, che lasciano ipotizzare che in passato un'imbarcazione ci sia stata o che, anche senza di essa, un determinato punto geografico possieda un interesse archeologico o storico in virtù di altri tipi di attestazione materiale. Questo ultimo aspetto ha indotto a far evolvere l'interesse dalla sola imbarcazione ad altri tipi di evidenze archeologiche, che sono state distinte come segue: *campo d'anfore, discarica portuale, gruppo di reperti, materiale sporadico*. Si è ritenuto quindi che tutte queste voci (*relitto, campo d'anfore, discarica portuale, gruppo di reperti, materiale sporadico*) potessero essere logicamente riferibili ad un'entità, gestibile con proprietà omologhe, definibile in generale come *complesso*. Con *complesso* si intende indicare la situazione archeologica in corso di studio, volendo evidenziare con questo termine la pluralità di elementi che compongono tale situazione e la loro interconnessione. Tale *complesso* viene descritto in dettaglio attraverso campi specifici, con liste a tendina, talvolta ripetibili.

La sua localizzazione geografica non viene però gestita come proprietà del *complesso*, bensì attraverso un collegamento con un'altra entità, che è stata denominata *sito*. Con *sito* si intende la località geografica in cui si trovava o si trova l'entità archeologica o storica in corso di analisi. Il *sito* viene identificato attraverso coordinate, che rimarranno riservate e non accessibili al pubblico, ma anche attraverso un'arbitraria divisione in zone del territorio e la costruzione di un sistema di corrispondenze tra mappe, nomi geografici e coordinate che permetta poi di agganciare al database una mappa interattiva e navigabile. La mappa permetterà di accedere ai contenuti del database e di visualizzare in maniera semplificata e generale l'accesso ai dati.

Si è rivelato inoltre necessario poter trattare in modo dettagliato e autonomo particolari manufatti di interesse storico o archeologico riferibili ad un determinato *complesso*. Ciò deriva dal fatto che tali oggetti possiedono una propria specifica carica documentaria, potendo anche da soli, se avulsi dal loro occasionale contesto di appartenenza, fornire informazioni proprie e specifiche, ad esempio sul luogo di produzione, sulla loro provenienza, sul carico cui solitamente erano collegati, sulle persone o le istituzioni preposte alla loro produzione. Pertanto è stato ritenuto utile modellare tali manufatti come entità specifica, che è stata denominata *reperto*. Con *reperto* si intende un oggetto di interesse archeologico o storico, precisamente identificabile, da trattare nel database perché fornisce informazioni sul *complesso* di cui fa parte, sulla storia e le ragioni della navigazione o sui traffici nell'area oggetto di indagine. In tal modo le entità fondamentali modellate per il database sono il *sito*, il *complesso* e il *reperto*.

Per gestire le informazioni provenienti da tutte le tipologie di fonti utili, è stata formulata quindi la necessità di modellare un'altra entità, denominata *Fonte*, che possiede a sua volta campi specifici, è autonoma e conferisce informazioni alle entità *Sito*, *Complesso* e *Reperto* tramite l'attivazione di uno o più collegamenti. La *Fonte* non è una proprietà di altre entità, ma è essa stessa un'entità. Ciascuna delle entità può essere descritta nei dettagli tramite una serie di campi, che possono essere liberi o dotati di una lista a tendina. Questa nuova impostazione mira ad allargare lo studio ai reperti e alle fonti.

3.1 Confronti

I principali sistemi di gestione di dati con cui *Thesaurus* si confronta sono pertanto quelli costituiti dai progetti *Archeomar* e *Navis1* e 2.

Archeomar interessa sia per quanto riguarda i contenuti e la dimensione territoriale, visto che nella sua maggior ampiezza comprende anche l'area oggetto di studio di *Thesaurus*, sia per quanto riguarda l'architettura generale del lavoro, poiché articola i contenuti in base al dato geografico, tramite localizzazione su mappa, a cui aggancia tutte le informazioni disponibili su un singolo caso di affondamento. La visione offerta da *Archeomar* è molto più ampia di quella di *Thesaurus* e mira al primario obiettivo di censire, conoscere e dunque proteggere i giacimenti sommersi ancora presenti nei mari italiani. Rispetto a questo lavoro di fondamentale importanza, *Thesaurus* cerca di mettere a punto uno strumento che consenta di scendere più in dettaglio nella descrizione del complesso archeologico e dei reperti ad esso riferibili ma che, proprio per questo secondo obiettivo che punta maggiormente alla ricerca specialistica, richiede anche tempi più lunghi di messa a punto e compilazione.

Navis1 e *Navis2* interessano non tanto per i contenuti inseriti, poiché non vi sono relitti e reperti riferibili all'area della provincia di Livorno, quanto piuttosto per la modalità di organizzazione delle informazioni. Il record per l'imbarcazione di *Navis1* indica i dati essenziali necessari ad una descrizione completa di un'imbarcazione antica; in più presenta la prospettiva di offrire informazioni aggiuntive sul carico. *Navis2* presenta una griglia descrittiva molto dettagliata delle caratteristiche strutturali e contestuali della navigazione antica; in più offre la prospettiva di trattazione delle fonti documentarie, che non viene però sviluppata. *Thesaurus* quindi, rispetto a queste esperienze, intende offrire la possibilità di descrivere in maniera dettagliata un'imbarcazione sia antica che post antica; inoltre sviluppa le due prospettive della trattazione del carico e delle fonti documentarie o figurative di vario tipo riferibili ad una imbarcazione o, più in generale, ad un caso di affondamento.

3.2 Aspetti tecnici

Il sistema informativo è stato concepito seguendo il pattern di Model-View-Controller; per l'implementazione sono state utilizzate le ultime versioni delle tecnologie Java Server Faces, estese con le librerie di Primefaces, HTML5 e il framework Enterprise Java Beans.

L'attività di modellazione del sistema informativo si articola in più fasi. In una prima fase, è stato scelto di modellare il dominio applicativo in modo libero da ogni preconcetto, allo scopo di evitare di forzare modelli preesistenti alla risoluzione di problemi contingenti. Ne è

derivata una rappresentazione del dominio la cui complessità è rilevante per granularità e specificità delle informazioni e delle relazioni.

La modellazione del dominio è stata soggetta a rifiniture fino al completamento del sistema di inserimento dati. Per poter gestire questo tipo di modellazione è stato scelto di utilizzare la rappresentazione più flessibile tra quelle a disposizione: per la gestione di dati georeferenziati è stato approntato un sistema database relazionale esteso ai dati spaziali, PostGIS; vista la complessità, pluralità ed eterogeneità dei dati di tipo storico-archivistico per la loro gestione è stato scelto un database XML nativo, Exist-DB, che consente una maggiore flessibilità nella gestione delle informazioni, una ricerca tramite il linguaggio di interrogazione Xquery e tramite il text search engine integrato, Lucene.

I dati prodotti durante le missioni e/o derivati dalla loro elaborazione (sia online a bordo veicolo, sia offline) sono organizzati mediante la modellazione di un database di tipo relazionale. I dati di minore complessità e dimensionalità (per esempio i dati derivanti dal profundimetro e i dati di navigazione) sono gestiti direttamente nel database. Gli altri dati (ad esempio le mappe di insieme, i modelli digitali di elevazione, le scene 3D e il footage dei sensori di imaging) saranno inseriti in un opportuno repository e saranno collegati a una serie di metadati gestiti nel database relazionale stesso. Questa soluzione agevola le funzionalità di gestione, ricerca e recupero – anche content-based – delle informazioni.

Per quanto riguarda le informazioni storico-archivistiche, è stato necessario utilizzare anche il linguaggio XPath per modellare le relazioni tra i dati: uno dei casi più utilizzati consente di relazionare le informazioni di una *fonte* di tipo bibliografico con le *proprietà* di una qualsiasi entità presente nel database, ad esempio con la proprietà “profondità” di un “Complesso”.

La rappresentazione mediante XML è solamente strutturale e non contiene di per sé informazioni a livello semantico, tuttavia è stato opportunamente tenuto conto dello stato dell’arte.

Pur non esistendo una estesa disponibilità di informazioni strutturate relative al patrimonio sommerso, le informazioni gestite nell’ambito del progetto Thesaurus potrebbero essere rappresentate facendo riferimento ad ontologie condivise per garantire interrogazioni più significative e interoperabilità. A tale scopo, durante lo studio e l’implementazione, i concetti e le relazioni modellate sono stati considerati in relazione a quelli definiti nel modello CIDOC-CRM, in modo da facilitare la trasformazione delle informazioni in accordo con il paradigma Linked Open Data (LOD) prevista durante l’ultima fase di sviluppo del sistema.

RIFERIMENTI

Navis I Project, <http://www2.rgzm.de/navis/home/frames.htm>

Navis II Project, <http://www2.rgzm.de/navis2/home/frames.htm>

Archeomar, <http://www.archeomar.it>

PARKER, A. J., *Römerzeitliche Schiffsfunde in der Datenbank "Navis I"*, in «The International Journal of Nautical Archaeology», 32,2, 2003, pp. 279-280.

ALLARD, M., PFERDEHIRT, B., *Römerzeitliche Schiffsfunde in der Datenbank "Navis I"*, con contributi di Carlo Beltrame *et alii*, Bonn, R. Habelt, 2002.

PFERDEHIRT, B., *Römerzeitliche Schiffsfunde in der Datenbank "Navis I"*, Mainz, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 2002

PFERDEHIRT, B., *Die Bilddatenbank NAVIS 1 im internet* <http://www.waterland.net/navis>, in «Skylis», 3,1, 2000, pp. 54-57

LE BOEUF, P., DOERR, M, EMIL ORE, C., STEAD, S., *Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model*, inizialmente prodotto da ICOM/CIDOC Documentation Standards Group, lavoro proseguito dal CIDOC CRM Special Interest Group, http://www.cidoc-crm.org/docs/cidoc_crm_version_5.1.pdf 2012

BERNERS-LEE, T., HENDLER, J., LASSILA, O., *The Semantic Web*, Scientific American, http://www-sop.inria.fr/acacia/cours/essi2006/Scientific%20American_%20Feature%20Article_%20The%20Semantic%20Web_%20May%202001.pdf 2001