

# El projecte SilkRoDE: una proposta de gestió de l'arqueologia a l'Àsia central

FARHOD MAKSUDOV\*, ALESSANDRO MOSCA\*\*, BERNARDO RONDELLI\*\*,\* I SEBASTIAN STRIDE\*\*\*

## 1. INTRODUCCIÓ

Entre el 2005 i el 2008, la Generalitat de Catalunya, a través del programa EXCAVA, ha finançat una missió arqueològica catalana a l'Uzbekistan. Aquesta missió (dirigida per J.-M. Gurt i Sh. Pidaev) ha treballat en quatre projectes principals:

- L'excavació del jaciment de Termez (al sud del país, a la frontera afgana)
- L'estudi arqueomètric del material de Termez comparant-lo amb material d'altres jaciments
- Prospecció arqueològica a la zona de Samarcanda
- Desenvolupament d'un sistema per a la preservació i difusió del coneixement de l'arqueologia centreasiàtica

Els primers resultats de la missió arqueològica a Termez i dels estudis arqueomètrics han estat publicats en dos volums (Gurt *et al.*, 2007 ; Gurt *et al.*, 2008). Mentre que els resultats de la prospecció arqueològica a la zona de Samarcanda, portada a terme per la missió catalano-uzbeka en col·laboració amb les missions franco-uzbeka, italo-uzbeka i japano-uzbeka, són en procés de publicació (Stride, Rondelli, Mantellini, 2009).

Paral·lelament al treball de camp, la missió arqueològica catalano-uzbeka s'ha adonat de la importància de gestionar el coneixement ja existent sobre l'Àsia central. L'accés a aquest coneixement ha esdevingut molt difícil, a causa del col·lapse de les estructures de recerca de l'arqueologia soviètica. En particular per la subseqüent pèrdua

---

\* Institut d'Arqueologia de l'Acadèmia de Ciències d'Uzbekistan

\*\* Departament d'Informàtica de la Universitat de Milà-Bicocca

\*\*\* ERAUB, Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, Universitat de Barcelona

no només d'una gran quantitat de dades, sinó del coneixement tàcit dels experts, que no s'està transmetent a una nova generació.

Per això, en col·laboració amb les altres missions arqueològiques actives a l'Àsia central, s'ha llençat el projecte SilkRoDE (Silk Roads in the Digital Era). Aquest projecte ha nascut dins una perspectiva *bottom-up* de col·laboració entre joves investigadors que treballen a l'Àsia central juntament amb científics de la computació. El projecte té com a objectiu crear un sistema de gestió i de transmissió del coneixement del patrimoni arqueològic. En aquesta perspectiva, el projecte està basat en la utilització de tecnologies semàntiques que ajudin a la integració de diferents fonts de dades i al seu aprofitament de manera més intel·ligent.

El naixement de SilkRoDE tingué lloc al desembre de 2006 com a conseqüència d'un workshop organitzat per la Universitat de Barcelona amb l'ajut financer del CIDOB (Centre d'Investigació de Relacions Internacionals i Desenvolupament). Actualment el projecte està coordinat pel Grup de Recerca ERAUB del Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia de la Universitat de Barcelona. Hi participen nombroses institucions actualment actives a l'Àsia central.

En aquesta perspectiva, l'article presenta tres parts principals que són l'essència del projecte SilkRoDE. La primera part de l'article vol ser una aproximació a la història de la recerca arqueològica a l'Àsia central i al problema actual de la conservació del patrimoni arqueològic. La segona, il·lustra la creació del sistema informatiu arqueològic i la descripció dels resultats obtinguts fins avui. La tercera descriu un intent de passar d'un sistema informatiu a un sistema de gestió del coneixement.

## 2. ARQUEOLOGIA A L'ÀSIA CENTRAL

El nostre coneixement de l'Àsia central està basat en gran part en els resultats de l'Escola Soviètica d'Arqueologia de l'Àsia central, que durant moltes dècades va ser una de les escoles líders a escala mundial (Trigger, 1989: 323-329). Els resultats del seu treball són remarcables però molt poc coneguts a Occident ja que no van ser traduïts ni difosos.<sup>1</sup>

Fins als anys setanta, l'arqueologia soviètica a l'Àsia central estava molt avançada des d'un punt de vista metodològic i teòric, i presentava un fort debat intern. Un excel·lent exemple de les seves fites va ser l'Expedició Arqueològica Multidisciplinària al Khorezm (XAKÈ), creada el 1937 per S.P. Tolstov.<sup>2</sup> L'expedició tenia com a objectiu reconstruir la història de l'ocupació territorial del delta de l'Amu Dària de la prehistòria als nostres dies. A part d'historiadors i arqueòlegs, hi havia etnòlegs, botànics, enginyers, climatòlegs, geògrafs, geòlegs, pedòlegs i artistes, entre

1. Per a una introducció general sobre l'Àsia central vegeu *History of Civilizations of Central Asia*, 1992-2005 o Litvinskij (1999).

2. Per a una història de l'expedició vegeu, per exemple, ANDRIANOV, B.V. "Arkheologicheskaja karta Khorezma". *Kul'tura i iskusstvo drevnego Khorezma*. 1981; \*FRANCFORT, H.P.; LECOMTE, O. "Irrigation et société en Asie centrale des origines à l'époque achéménide". *Annales. Histoire, Sciences Sociales* 57, 2002, p. 627-630; i \*VEA, L. *Una arqueologia gigantesca. El estudio de la santiguas sociedades hidráulicas en las repúblicas centroasiáticas de la extinta URSS*. Bellaterra: UAB, 1998.

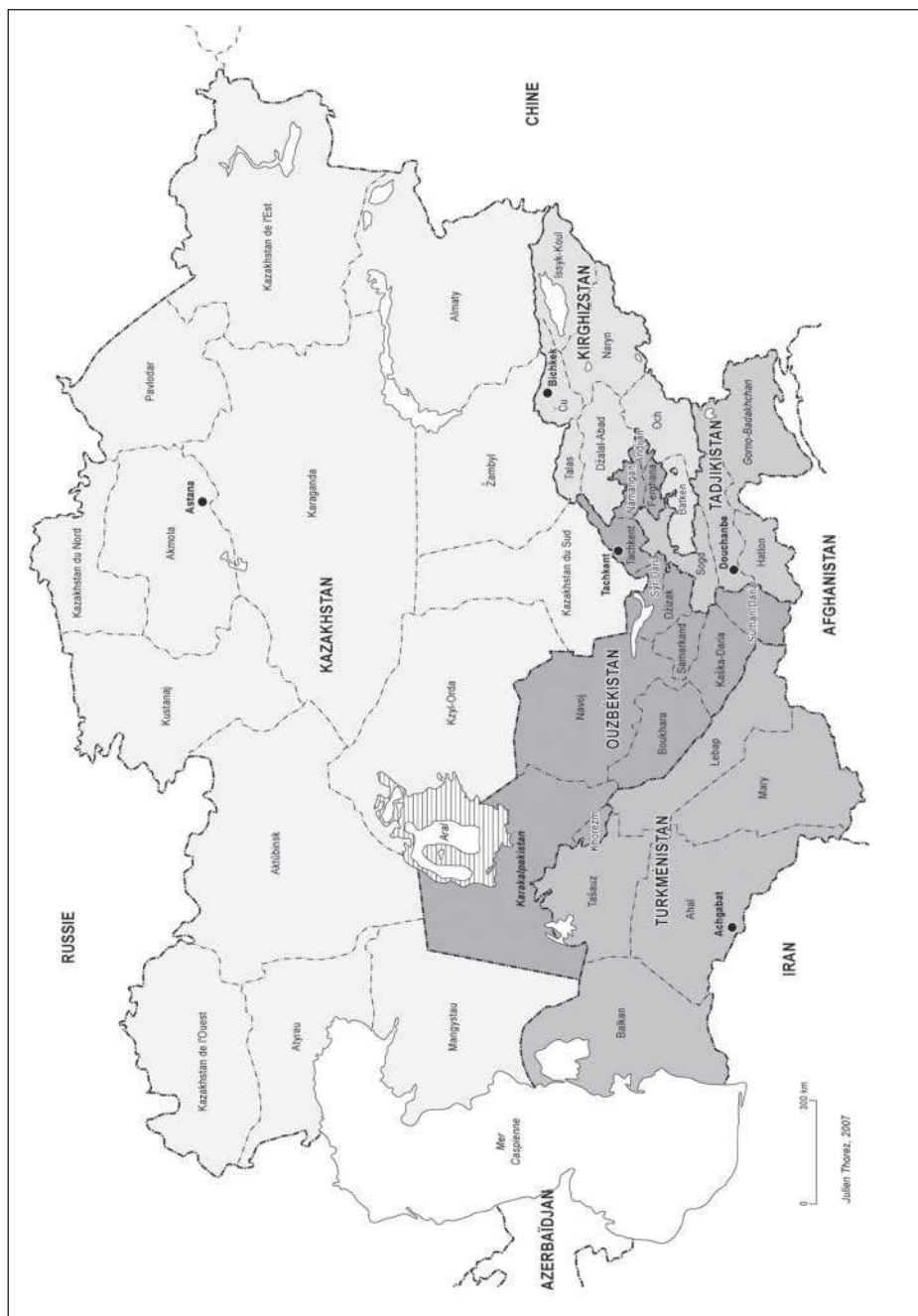


Figura 1. Mapa de l'Àsia central (J. Thorez, 2007)

d'altres. XAKÈ va publicar centenars d'articles sobre Khorezm, incloent-hi una sèrie de monogràfics que cobrien tots els aspectes arqueològics, etnogràfics i històrics. El dinamisme de l'arqueologia soviètica de l'Àsia central es reflecteix en el fet que la disciplina arqueològica s'ensenyava a la majoria de les universitats de la regió i fins i tot existia com una llicenciatura específica a la Universitat Estatal de Tashkent. Els arqueòlegs soviètics estaven ben al corrent de les perspectives teòriques dels arqueòlegs occidentals i hi integraven les seves reflexions. No només s'invitava arqueòlegs occidentals a donar conferències a la Unió Soviètica, sinó que les principals monografies eren traduïdes al rus i llegides tant pels acadèmics com pels mateixos estudiants.

Les innovacions de la *New Archaeology* trobaren també un ressò en l'arqueologia soviètica als anys seixanta i setanta. Per exemple, dins l'Acadèmia de Ciències de l'URSS es van crear instituts d'arqueologia amb un enfocament fortament científic (Kolchin, 1970). Així, a l'Uzbekistan la meitat de l'espai de l'Institut d'Arqueologia creat el 1970 era per a laboratoris analítics (de metal·lúrgia, vidre, ceràmica, esmalts, pintures murals i escultura). Cadascun d'aquests laboratoris estava dotat amb el millor equipament disponible a l'època i amb especialistes de les disciplines corresponents.

A partir de la fi dels anys setanta, el dinamisme de la recerca soviètica s'aturà. Particularment, aquesta tendència es reflectí en el fracàs de la Unió Soviètica a l'hora d'arribar a comprendre el potencial dels ordinadors personals per a la gestió de dades durant els anys vuitanta. El resultat va ser que les excavacions arqueològiques continuaven i les dades s'acumulaven sense que ningú fes cap esforç per sistematitzar-les. Així doncs, podem dir que l'arqueologia soviètica treballà de forma molt precisa al camp, però sense traduir la recerca en una organització correcta de les dades recollides. A la fi del període soviètic, dos dels principals especialistes russos escrivien:

*“Sense un sistema [de gestió de dades] l'arqueologia de la Unió Soviètica corre el risc d'una desorganització caòtica [...] No és sorprenent que els investigadors estrangers es desanimin amb les dificultats que troben quan intenten orientar-se en el laberint de l'arqueologia soviètica moderna. El fet que alguns ho aconsegueixin és una autèntica sorpresa.”* (Trifonov, Dolukhanov, 1992: 64-65)

Tots els especialistes que actualment treballen a l'Àsia Central són conscients d'aquest problema, particularment quan es tracta de la localització de jaciments arqueològics. De fet la major part de jaciments estudiats durant el període soviètic no tenen una localització geogràfica precisa, situació que fa impossible gestionar-ne la preservació o analitzar de manera sistemàtica la dinàmica de la distribució del poblament (Kohl, 1984: 245).



*Figura 2. Exemple d'alguns jaciments arqueològics. La seva forma és el típic mound, denominat a la zona com tepe.*

D'altra banda, no hi ha gairebé bibliografies indexades dels jaciments arqueològics ni cap manera de saber en quins ha estat trobat un tipus d'objecte específic o quants n'hi ha en una regió específica. Tanmateix, a propòsit de la importància del coneixement de l'arqueologia soviètica, J.-C. Gardin escriu: "El contingut de llibres d'història i prehistòria de l'Àsia central presents i futurs està destinat a basar-se en la seva major part en fets i teories produïdes per arqueòlegs que han treballat en l'estructura intel·lectual de l'arqueologia tradicional" (Gardin, 2000: 26). Quan la Unió Soviètica es va desfer el 1991, les estructures de recerca existents ben aviat van començar a enfonsar-se. L'esfondrament econòmic va afectar l'Àsia central d'una manera particularment forta. Hi va haver una retallada dràstica dels fons per a la investigació, que va afectar no tan sols el treball arqueològic de camp sinó el mateix registre de les dades i l'existència dels instituts de recerca. Els salaris dels investigadors van passar de ser alts a ser insuficients per sobreviure (el 1998, el salari a temps complet d'un investigador a l'Acadèmia de Ciències de l'Uzbekistan era l'equivalent a menys de 5 dòlars al mes). D'altra banda un gran problema és la destrucció mateixa de nombrosos jaciments arqueològics. Aquest fet es deu principalment a la important activitat agrícola ja present durant el període soviètic i actualment de major impacte, i també a l'ampliació urbanística de les ciutats. La situació resultant és dramàtica. El govern

no pot assegurar la protecció del patrimoni arqueològic ja que no hi ha un sistema de gestió de dades adequat.<sup>3</sup>



*Figura 3. Foto de destruccions de jaciments arqueològics. Molt sovint la terra dels jaciments és utilitzada per fer maons.*

### 3. EL PROJECTE SILKRODE

El projecte SilkRoDE neix com a resposta als problemes evidenciats. Així doncs, té com a objectiu recol·lectar, estructurar i difondre tot el coneixement que concerneix l'arqueologia de l'Àsia central. És una xarxa oberta que intenta relacionar totes les institucions, grups de recerca i especialistes interessats en aquesta part del món. Els principals objectius del projecte són:

---

3. El director de la Junta de Monuments de la regió de Samarkand ens va dir en una entrevista (15 juny 2008) que no només no tenen una llista detallada dels jaciments arqueològics que se suposa que han de protegir, sinó que no tenen localitzats els jaciments que són en la seva llista. El resultat és que quan intervenen per preservar un jaciment en perill no poden provar que forma part de la seva llista i per consegüent no tenen l'autoritat legal necessària.



- Recuperar, preservar, gestionar i difondre tot el material que concerneix l'arqueologia de l'Àsia central.
- Crear un sistema que permeti l'adquisició i transmissió del coneixement sobre arqueologia i patrimoni de l'Àsia central.
- Desenvolupar i promoure plantejaments multidisciplinaris per definir nous models analítics i conceptuals que desemboquin en la comprensió de la variabilitat cultural i el procés d'evolució cultural.

Hi ha hagut diversos intents de crear un sistema similar. Ja en els anys cinquanta hi va haver especialistes soviètics que varen proposar la creació d'una base de dades i un catàleg de mapes amb tot el material arqueològic i etnològic de l'Àsia central. Aquesta idea, clarament formulada per B.A. Litvinskij (Litvinskij, 1959), va ser plasmada en una sèrie de publicacions com el *Mapa Arqueològic del Kazakhstan (Arkheo-logicheskaja Karta Kazakhstana, 1960)*. Però per raons tècniques i polítiques (en particular la fòbia per part de les autoritats soviètiques a la difusió de mapes, especialment després de la crisi cubana de 1962), el projecte global va ser abandonat.

Uns 25 anys més tard J.-C. Gardin (1985 i 1985a) també va emfatitzar la necessitat d'un atlas arqueològic de l'Àsia central i va proposar les bases teòriques per a aquesta tasca en les seves nombroses publicacions sobre sistemes d'informació. No obstant això, les tècniques i les tecnologies no permetien encara de portar endavant aquest projecte. Per totes aquestes raons, un dels aspectes importants de SilkRoDE és la possibilitat actual d'utilitzar les noves tecnologies de la comunicació.

La primera idea del projecte va néixer a principis dels anys 2000, i va derivar en la publicació d'una col·lecció d'articles sobre Sistemes d'Informació Geogràfica a l'Àsia central (Padwa, Stride, 2004; Rondelli, Mantellini, 2004). Inicialment va ser intitulat AISCA (Sistema d'Informació Arqueològica per a l'Àsia Central) i presentat a diversos congressos. No és fins al desembre de 2006 que el projecte rep el nom de SilkRoDE al workshop organitzat a la Universitat de Barcelona.<sup>4</sup>

Entre el 2007 i el 2008, es varen organitzar diverses iniciatives per la xarxa SilkRoDE:

1. La creació d'un Catàleg de Jaciments i Monuments de l'Àsia central.
2. La creació d'una biblioteca digital
3. La integració de tota aquesta informació en un sistema d'informació geogràfica en línia (WebGIS)

### 3.1. Catàleg de Jaciments i Monuments de l'Àsia central

El projecte del Catàleg de Jaciments i Monuments va néixer amb la finalitat d'integrar els resultats de les diferents prospeccions actualment en curs a l'Àsia central i la informació continguda als arxius soviètics precedents. La primera tasca va ser crear una

---

4. Silk Roads in the Digital Era - First International Workshop. 14-15 December, 2006, Faculty of Geography and History of the University of Barcelona (<http://www.lintar.disco.unimib.it/space/Cultural+Resource+Management/Silk+Roads+in+the+Digital+Era+-+First+International+Workshop>)

base de dades de jaciments amb informacions relatives a la cronologia, la tipologia, la funció, l'estat de conservació i la història de la recerca. Com a elements gràfics, per cada jaciment s'integraren fotografies i plantes. Tota la informació va ser organitzada utilitzant la divisió per províncies administratives actuals. Cada província es va posar sota la responsabilitat d'un equip de treball, que havia de seleccionar el material publicat i no publicat per digitalitzar-lo i connectar-lo a la base de dades del jaciment. Per tal d'assegurar un nivell general uniforme, tot el treball fet haurà de ser revisat per un comitè editorial.

En el moment actual, el projecte té contractats diversos estudiants centreasiàtics per compilar bases de dades. Les províncies sobre les quals s'ha treballat fins a l'actualitat són:

- la província del Kashka Darya (Uzbekistan), amb 606 jaciments
- la província autònoma de Gornyj Badakhshan (Tadjikistan) amb 286 jaciments
- els jaciments paleolítics de l'Àsia central (311 jaciments).

Paral·lelament ha estat creada una base de dades parcial de l'Afganistan utilitzant, d'una banda el catàleg dels seus jaciments arqueològics publicat per W. Ball i de l'altra, els resultats del treball de la missió francesa a l'Àsia central (MAFAC).

Al mateix temps, la base de dades va ser integrada amb el treball de camp conduït per les diverses expedicions en curs. En aquest context, per exemple, s'insereix la prospecció de la vall del Zerafshan (a la regió de Samarcanda), en la qual participa la missió catalana.



*Figura 4. Algunes imatges de l'activitat de prospecció: field walking, aixecament topogràfic i anàlisi dels mapes.*



Aquesta primera fase del projecte ha demostrat la viabilitat de l'adquisició de dades a una escala centreasiàtica que ens permet suposar que hi ha uns 40.000 jaciments arqueològics. D'altra banda, s'ha demostrat la possibilitat de lligar dades de camp amb dades que provenen d'arxius. Tanmateix, hi ha encara nombrosos problemes oberts. El principal, és la integració de:

- diferents llengües utilitzades
- diferents categories i taxonomies utilitzades per les diferents escoles de recerca
- diferents graus de detall i d'escala analítica comparant les dades d'arxius i el treball de camp actual

### 3.2. Biblioteca digital

Hi ha molt poques fonts primàries i secundàries sobre l'Àsia central a les biblioteques de recerca i institucions europees. Al mateix temps, a dia d'avui hi ha un risc important de perdre gran part del patrimoni escrit sobre l'arqueologia d'aquesta regió. De fet, molts llibres especialitzats sobre l'Àsia central tenen tiratges molt curts (de només 50 còpies en alguns casos) i mai han arribat fins a més enllà de les fronteres soviètiques. Amb la desaparició de les institucions de recerca i les biblioteques, actualment és molt difícil tenir accés a aquestes publicacions, fins i tot a escala local, i algunes ja poden ser considerades com a perdudes per la ciència.

Al mateix temps, la jubilació de l'última generació d'especialistes formats per l'escola soviètica de recerca a l'Àsia central ha significat la pèrdua i/o dispersió de molts dels seus arxius, i la manca de recursos està causant la venda o destrucció de nombrosos arxius institucionals (a Dushanbe i Bishkek centenars d'arxius han estat perduts recentment a causa de les condicions de preservació).

Amb la transformació postsoviètica continua existint el risc seriós de perdre, no sols el coneixement oral dels especialistes, sinó també arxius i treballs publicats. Per tant, una part important del projecte SilkRoDE s'ha centrat a escanejar tot el material al nostre abast, publicat o no publicat, que concerneixi els jaciments arqueològics de l'Àsia central.

SilkRoDE va fer assaigs preliminars en col·laboració amb l'Institut Internacional d'Estudis de l'Àsia central (IICAS-UNESCO) i la missió arqueològica Italo-Uzbeka a la vall mitjana del Zerafshan durant el 2004 i el 2005. Aquesta primera tasca ha permès d'escanejar prop de 200 volums i indexar i catalogar totes les publicacions que tracten d'arqueologia que hi ha a la Biblioteca de la Universitat de Samarcanda i a l'Institut d'Arqueologia de l'Acadèmia de les Ciències de l'Uzbekistan.

Entre setembre del 2006 i juny del 2007, ha començat un projecte a escala més àmplia, dut a terme amb el finançament i l'assistència de l'IFEAC (Institut Francès d'Estudis sobre l'Àsia Central), l'Institut d'Arqueologia de l'Acadèmia de Ciències de l'Uzbekistan, l'Institut Internacional d'Estudis Centreasiàtics, les ambaixades alemanyes, americanes i suïsses a l'Uzbekistan, i l'Oficina de la UNESCO de Tashkent.

L'escaneig ha arribat a dia d'avui fins a 300.000 pàgines en *optical character recognition* (OCR). Els documents digitals (format pdf) són temporalment accessibles en línia gràcies a la col·laboració amb la Universitat de Humboldt. S'està construint una arquitectura per a la recerca de documents basada en les metadades i estàndards d'indicacions europees (projecte *Europeana*).

D'altra banda, està en curs una experimentació amb la Universitat de Halle per a la digitalització dels manuscrits islàmics de la baixa edat mitjana.

### 3.3. Web GIS

L'objectiu d'aquest subprojecte és la construcció d'un sistema GIS (Geographical Information System) en línia per integrar les dades geoespacionals relatives a les investigacions arqueològiques soviètiques i els treballs de recerca actualment en curs. Durant l'última dècada, diversos equips que treballen a l'Àsia central han desenvolupat projectes GIS per fer mapes de la distribució arqueològica dels jaciments i monuments històrics en àrees específiques. Aquests projectes s'han dut a terme en diverses escales incloses la local, provincial —per exemple, el GIS desenvolupat per a les muntanyes Dzhungar al Kazakhstan (Frachetti, 2004), per a la Província del Surkhan Darya (Stride, 2004) i la vall mitjana del Zeravshan (Rondelli, Mantellini, 2004) a l'Uzbekistan i per al delta del Murghab, al Turkmenistan (Cerasetti, 2004)—, nacional —per exemple els intents preliminars de crear un GIS per a l'Afganistan (Padwa, 2004)— i supraregional (com la Llista del Patrimoni Mundial creada per la UNESCO).

Un WebGIS és un sistema d'informació geogràfica les dades del qual són publicades al web. A través del web, els usuaris poden accedir al GIS, veure un mapa interactiu i fer preguntes rellevants sense ni tan sols haver de tenir un software específic instal·lat en el seu ordinador. Això, juntament amb la disponibilitat creixent dels continguts georeferenciats i la capacitat de buscar, descobrir i acoblar tots aquests serveis, portarà al desenvolupament de noves pautes per al desplegament del GIS. Aquestes pautes donaran èmfasi a serveis oberts i interoperatius a una arquitectura basada en estàndards i orientada al web, la qual podrà ser utilitzada com a suport d'una gran selecció d'aplicacions relacionades geogràficament.

Per desenvolupar el WebGIS es van utilitzar tecnologies de Codi Obert i llenguatges de programació específics, basant-se en els estàndards emergents representats per MapServer, com a servidor cartogràfic, i PostgreSQL combinat amb l'extensió PostGIS, com a servidor de la base de dades. L'arquitectura del sistema és representada en la il·lustració següent:

Encara que la versió preliminar sigui simple, és completament funcional i adaptable als requisits de l'usuari. Ha estat possible desenvolupar totes les funcions que són comunament disponibles per a aquests tipus d'aplicacions: selecció de temes per *raster* i vector, barra d'informació, *zoom*, *pan tool* i mapa de referència.

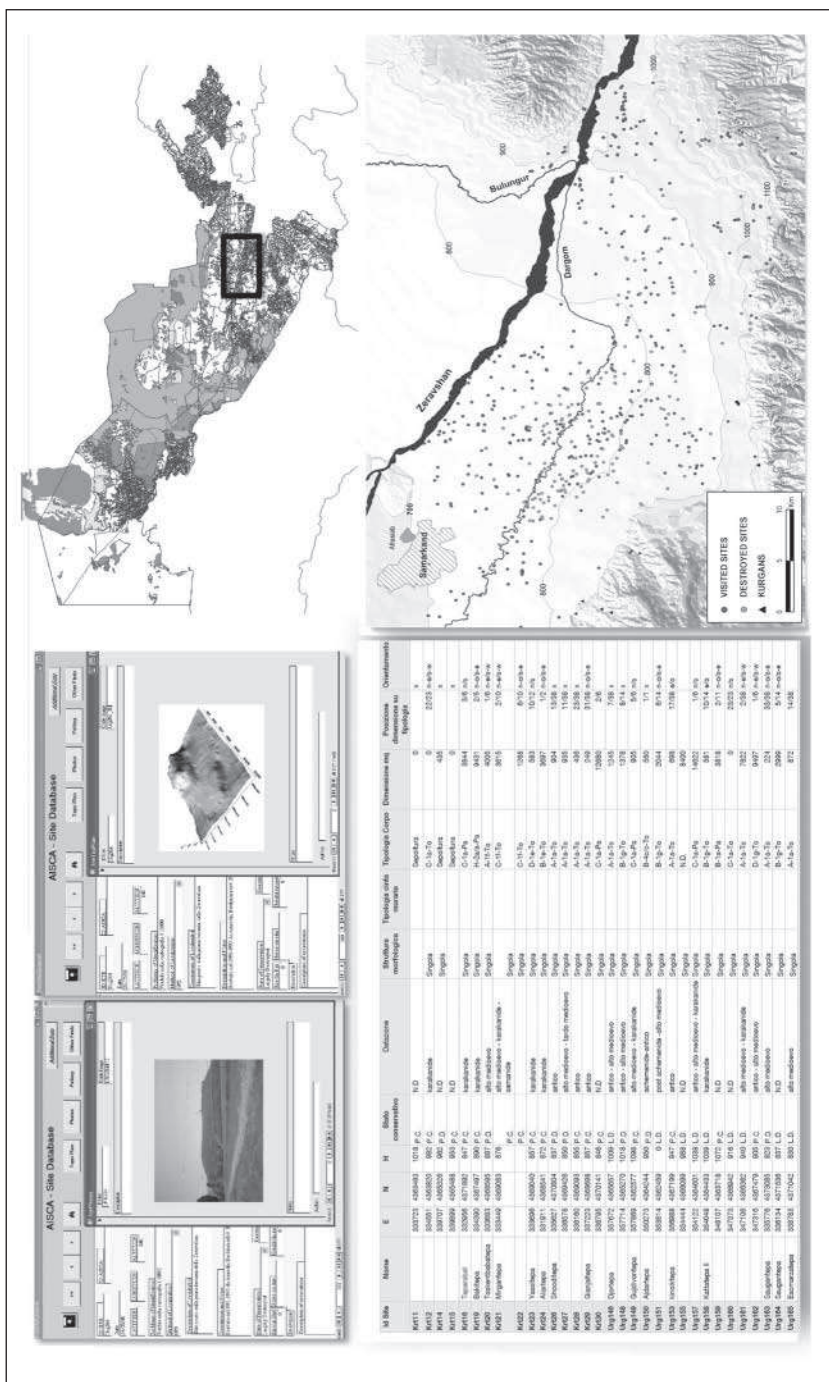


Figura 5. Exemples del sistema GIS: a dalt a la dreta, el mapa vectorial d'Uzbekistan amb alguns exemples de screenshot de la base de dades i llista dels jaciments de la zona de Samarcanda (mapa a sota a la dreta)

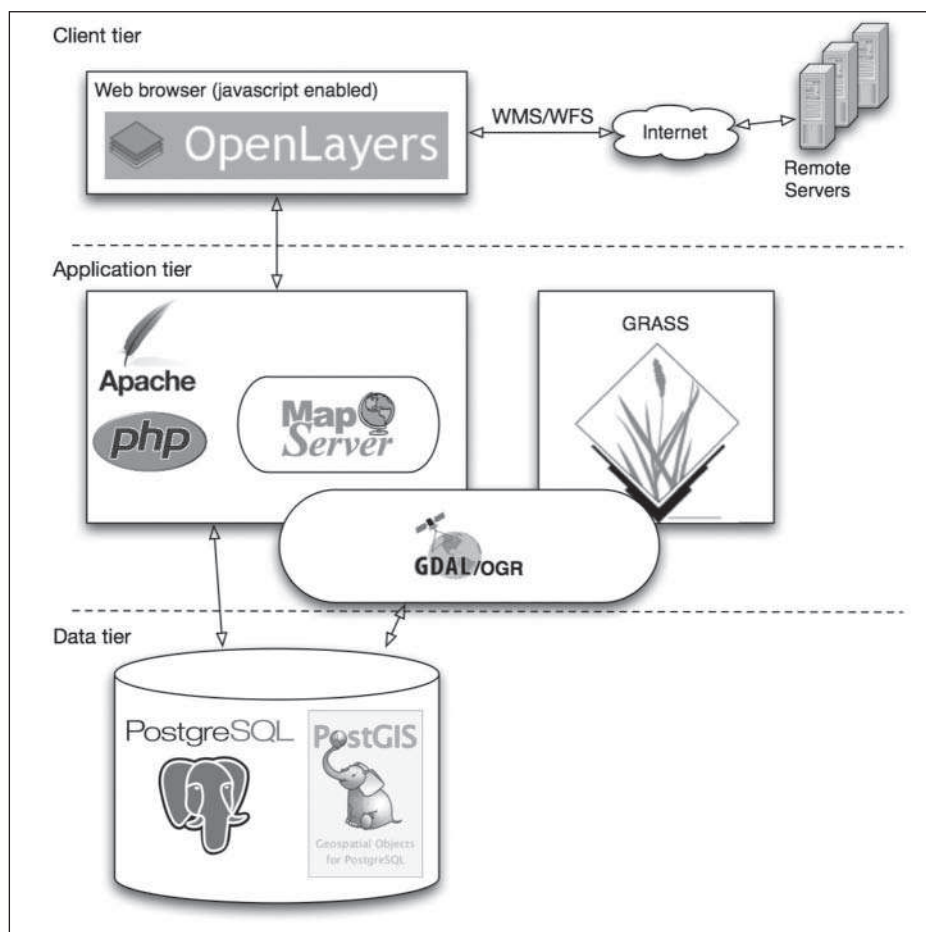


Figura 6. Esquema de les tecnologies utilitzades pel WebGIS

També és possible fer una consulta per obtenir una llista estructurada de resultats i veure els fitxers detallats de cada jaciment.

Per a l'Àsia central, lamentablement, les geodades digitals no estan disponibles o no són suficientment detallades. Per aquesta raó, a més d'utilitzar fonts de dades lliurement accessibles a Internet, també hem intentat adquirir i sistematitzar dades geogràfiques bàsiques sobre les quals visualitzar la distribució dels jaciments i els monuments arqueològics.

Un cop aquestes dades han estat totalment incorporades al GIS, s'han incorporat mapes esquemàtics publicats d'antuvi amb les localitzacions de jaciments. Aquests van servir per localitzar els jaciments continguts en el Catàleg de Jaciments i Monuments, i varen ser digitalitzats província a província.

Un aspecte particularment interessant per a la localització dels jaciments és la recuperació, la digitalització i la difusió en línia de la cartografia soviètica. Aquesta, produïda entre els anys cinquanta i seixanta, gaudeix d'un gran nivell de detall topogràfic i permet individualitzar un gran nombre de jaciments que són registrats com a anomalies topogràfiques. La cartografia soviètica ha estat considerada fins fa pocs anys un secret militar i per tant inaccessible; ara és considerada cartografia històrica i pot ser recuperada i difosa. Per aquest motiu un aspecte important per al projecte SilkRoDE és la digitalització i la georeferenciació de la cartografia a escala 100.000 i per algunes àrees també 25.000 i 10.000.

#### 4. INTEGRACIÓ, DIFUSIÓ I ACCESSIBILITAT

Els projectes descrits representen tres activitats paral·leles, actualment en curs, orientades vers l'adquisició i inserció de dades. Una part fonamental sobre la qual s'estan concentrant els esforços i que presenta interessants elements de recerca multidisciplinària és la creació d'un sistema integrat que permeti no sols l'accés a les dades, sinó sobretot:

- la validació creuada de les interpretacions arqueològiques i històriques,
- el desenvolupament d'un nou corpus d'interpretacions arqueològiques i històriques,
- una gestió dels continguts fàcil i flexible (integració i modificació de nous continguts),
- una propagació i un aprofitament del contingut eficients i
- la definició d'una xarxa social internacional i interdisciplinària d'especialistes interessats a dur a terme projectes de recerca a l'Àsia central.

El projecte SilkRoDE no és un projecte de col·lecció de dades. Ningú no està interessat en les dades *per se*: investigadors i especialistes normalment recullen dades i informació per produir nous coneixements i comparar-los sistemàticament amb el treball de col·legues presents o passats. L'objectiu de SilkRoDE a mitjà i llarg termini, és la creació d'un sistema per a l'adquisició, la creació i la transmissió de coneixement. El tema del coneixement és àmpliament debatut i de gran interès (i de moda) sota diferents punts de vista (Hendler, 2003; Globe *et al.*, 2004; Globe *et al.*, 2006; Bond, 2007; Hall *et al.*, 2009). Aquest no és el lloc per començar un debat sobre aquest tema; tanmateix s'intentarà explicar breument la nostra visió dins el projecte, en el qual el coneixement és entès com la capacitat de manipular informació i dades amb la finalitat de resoldre problemes de natura científica. En aquest sentit es pot argumentar que el contingut d'un article de recerca és coneixement així com el resultat d'una reconstrucció científica d'un territori i la seva representació cartogràfica, és coneixement. Els investigadors generen coneixement quan mitjançant l'estructuració de dades proposen mètodes de solució de problemes i els comuniquen a la resta de la comunitat científica internacional a través d'artefactes específics (articles, mapes temàtics, etc.). Així doncs, la idea és de fer un sistema que permeti adquirir, capturar i difondre el coneixement contingut en aquests artefactes utilitzant les noves tecnologies actualment disponibles i sobre les quals s'estan duent a terme investigacions interessants en el camp de la ciència computacional.

A partir de la dècada dels noranta, la gestió del coneixement (anomenada *knowledge management*) és entesa com un conjunt d'eines i pràctiques per millorar els rendiments econòmics dels individus i, més sovint, de les organitzacions (per exemple, comunitats de pràctiques). La millora general del rendiment en un context econòmic s'entén com un creixement de l'avantatge competitiu de l'individu en qüestió i de la seva habilitat per innovar constantment i utilitzar les experiències passades, tant les positives com les negatives. En aquest medi hipercompetitiu, el coneixement és considerat la principal clau estratègica per millorar els resultats. Per aquesta raó, moltes organitzacions estan involucrades a desenvolupar sistemes d'informació fets específicament per facilitar la integració i compartir el coneixement. Aquests sistemes s'anomenen *sistemes de gestió del coneixement* (*knowledge management system* o *KMS*) (Alavi, Leidner, 1999).

Els KMS estan dirigits vers la creació, la recollida, l'organització i la disseminació del coneixement d'una comunitat específica, produint la diferència entre KMS i altres sistemes relatius dedicats a la "informació" o a les "dades". Mentre que les "dades" són la representació de fets no organitzats i no processats, la "informació" pot ser considerada com una agregació estructurada de dades, i el "coneixement" es deriva de la informació de la mateixa manera que la informació es deriva de les dades. Així, el coneixement es pot considerar com una utilització de la informació en funció de la seva importància o rellevància dins un problema específic. Tal i com diu Nonaka "El Coneixement és una creença personal justificada que augmenta la capacitat individual de realitzar una acció efectiva" (Nonaka, 1994). El coneixement pot estar classificat en funció de si és *de procediment, declaratiu, semàntic, episòdic*, però també en funció de la manera com s'ha pogut trobar: *tàcit* o *explícit*. Per aquesta raó, a part dels objectius de l'àmbit d'aplicació, l'objectiu d'un KMS és representar formalment aquest coneixement i la seva transformació (creació, retenció, transferència i utilització) en contextos de resolució de problemes específics, per tal de fer que sigui possible de compartir el coneixement en qüestió amb altres membres de la comunitat, i millorar així la seva capacitat de resolució del problema.

Durant els últims anys, les comunitats científiques i la indústria, reconeixen el rol de la semàntica per a la gestió, l'accés i l'intercanvi del coneixement. Els enfocaments semàntics han estat aplicats a la recuperació d'informació i a la integració dins un sistema de coneixement compartit estructurat en coneixements basats en ontologies.<sup>5</sup>

Com a primer pas vers el desenvolupament d'un sistema de gestió del coneixement per a la comunitat d'investigadors especialitzats sobre l'Àsia central, l'esforç ha estat adreçat a la creació d'un portal web semàntic. El portal web ha estat creat amb l'objectiu principal de proporcionar una plataforma de col·laboració per a l'intercanvi del coneixement científic, de les pràctiques de recerca i de la informació i les dades entre diverses comunitats de recerca arqueològica de l'Àsia central (Bonomi *et al.*, 2008).

---

5. Vegeu en particular, des del punt de vista teòric, HUSTADT, U.; MOTIK, B.; SATTLER, U. *Data Complexity of Reasoning in Very Expressive Description Logics*. IJCAI, Professional Book Center, 2005; STAAB, S.; STUDER, R. (ed.) *Handbook on Ontologies*. Springer, 2004; i, entre les aplicacions, BROEKSTRA, J.; KAMPMAN, A.; VAN HARMELEN, F. "Sesame: an Architecture for Storing and Querying RDF Data and Schema Information". A: FENSEL, D.; HENDLER, J.; LIEBERMAN, H.; WAHLSTER, W. (ed.) *Spinning the Semantic Web*. MIT Press, 2004, i SCHREIBER, G. [et al.] *MultimediaN E-Culture Demonstrator*, 2006.



La modificació de l'arquitectura habitual dels portals web de gestió de dades amb l'adopció d'una ontologia en el lloc de bases de dades relacionals al cor del sistema i l'ús d'un motor *wiki*, permet de simplificar la funcionalitat del contingut, les contribucions i la gestió de les dades. El sistema d'accés i de gestió de l'ontologia es basa en *NavEditOW* (Bonomi *et al.*, 2007), un sistema de navegació, edició i consulta d'ontologies a través de la web que integra la tecnologia *wiki* a través de l'adopció de *Radeox* (Jugel, Schmidt, 2006). *NavEditOW* permet d'explorar els conceptes i les seves dependències relacionals, a més de les instàncies, per mitjà d'enllaços i ofereix un sistema de consultes fàcil gràcies a la utilització del llenguatge *SPARQL*.

Les principals raons per les quals hem escollit una arquitectura semàntica estan lligades amb una explotació més comprensiva de les relacions explícites entre els conceptes descrits a l'ontologia, i una 'integració més simple' d'aquest tipus d'arquitectura amb instruments i sistemes desenvolupats en el context de la web semàntica.

En resum, l'ontologia funciona aquí com un lligam entre les fonts i les aplicacions heterogènies del coneixement (Biblioteca Digital, Catàleg de Monuments i Jaciments, i Web-GIS). En aquest context, l'heterogeneïtat assumeix com a mínim dos significats diferents: d'una banda, es refereix a la presència de diferents esquemes de bases de dades, fins i tot quan aquests es refereixen a la gestió de dades de la mateixa categoria (diferents bases de dades de jaciments i monuments o diferents biblioteques digitals), i de l'altra, l'heterogeneïtat indica aquí la presència de dipòsits de dades, informació i coneixement que tracta amb un tipus de continguts digitals diferents (per exemple articles, fotografies, mapes).

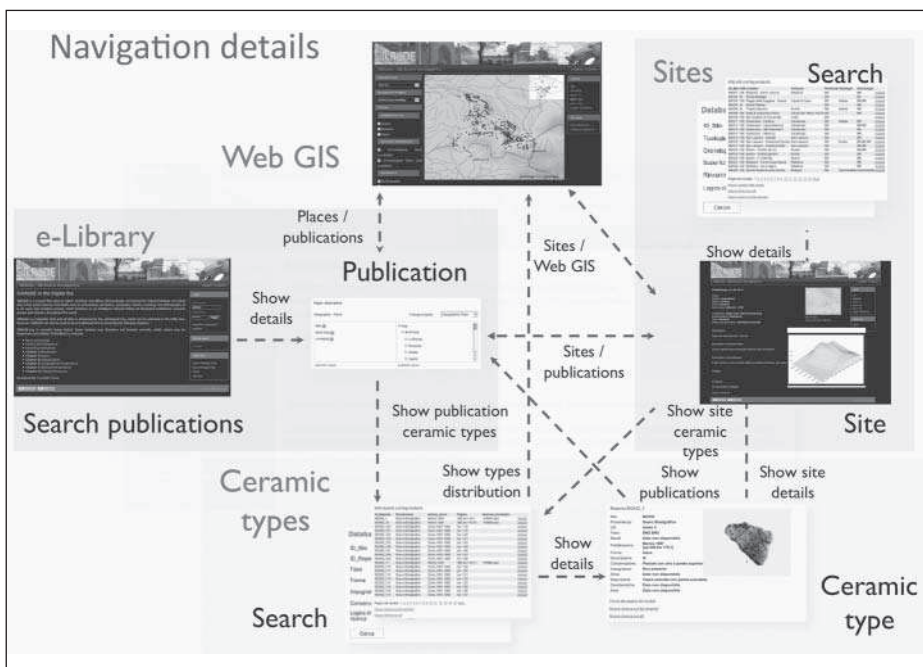


Figura 7. Esquema de la navegació a l'interior del sistema

Finalment, una part rellevant de l'ontologia del SilkRoDE es dedica a representar els actors (és a dir especialistes, estudiants, equips de recerca i institucions) involucrats en projectes de recerca activa a l'Àsia central. Tal i com es podria esperar, aquests poden estar relacionats amb publicacions específiques, excavacions arqueològiques actuals o antigues, prospeccions, anàlisis de cultura material, etc. Aquest tipus de representació ontològica és extremament útil per a la identificació de possibles connexions entre actors que estan treballant en temes relacionats o similars, o àrees geogràfiques pròximes, o que adopten metodologies similars.

## 5. CONCLUSIONS

En aquest article s'ha presentat com el projecte SilkRoDE neix com a resposta a un problema de conservació i tutela del patrimoni arqueològic de l'Àsia central i després esdevé un projecte que finalitza en la col·lecció i difusió del coneixement científic en aquesta àrea.

L'actual estat dels estudis a l'Àsia central reflecteix la realitat geopolítica: la recerca en la zona és fragmentada, desestructurada i poc difosa. Aquesta situació es tradueix en una segmentació del coneixement cada vegada més forta entre disciplines, períodes i regions. No és sorprenent que els especialistes de l'Europa Occidental no prenguin gaire en consideració les dades sobre l'Àsia central.

Ara ens enfrontem amb dos reptes: per una banda, vist que la factibilitat del sistema, descrita en els tres subprojectes (Catàleg de Jaciments i Monuments de l'Àsia Central, Biblioteca Digital i el WebGIS) ha estat demostrada, és necessari continuar a integrar les dades existents. De l'altra, el desenvolupament de noves tecnologies de gestió del coneixement fa possible intentar anar més enllà de les simples bases de dades, i elaborar sistemes que permetin l'adquisició i transmissió del coneixement de manera molt més eficaç. Ambdós reptes requereixen no sols finançament sinó la participació activa de la comunitat científica en el seu conjunt i la cooperació de les institucions locals i internacionals. Com a tal són representatius dels canvis paradigmàtics que tenen lloc d'una manera generalitzada en quasi tots els camps disciplinaris, amb l'emergència de les anomenades "eines dels sistemes d'informació" com les xarxes socials i les tecnologies semàntiques, que probablement transformaran radicalment la recerca científica en el futur, no només des d'un punt de vista tecnològic sinó també humà.

## AGRAÏMENTS

Agraïm l'ajut rebut de tots els nostres col·legues amb qui treballem al projecte i en particular a l'ERAUB (Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia de la Universitat de Barcelona, dirigit per J.-M. Gurt) dins del qual estem duent a terme el projecte SilkRoDE, així com del Centre de Sistemes Complexos i Intel·ligència Artificial de la Universitat de Milà-Bicocca (dirigit per S. Bandini) i l'Institut d'Arqueologia de l'Acadèmia de Ciències de l'Uzbekistan (dirigit per Sh. Pidaev). Finalment, gràcies a Maria Rosa Ruiz i Mònica Lopez per la traducció.

## BIBLIOGRAFIA

- ALAVI, M.; LEIDNER, D. E. (1999) "Knowledge management systems: issues, challenges, and benefits". *Commun. AIS 1, 2es (Feb. 1999)*. 1
- ANDRIANOV, B. V. (1981) "Arkheologicheskaja karta Khorezma". *Kul'tura i iskusstvo drevnego Khorezma*. P. 60-71.
- ARKHEOLOGICHESKAJA KARTA KAZAKHSTANA (1960) K. A. Akishev ed. Iz AN KSSR. Alma-Ata.
- BOND, C.E.; SHIPTON, Z.K.; JONES, R.R.; BUTLER, R.W.H.; GIBBS, A.D. (2007) "Knowledge transfer in a digital world: Field data acquisition, uncertainty, visualization, and data management". *Geosphere* (december 2007) v. 3, núm. 6, p. 568-576.
- BONOMI, A.; MANTEGARI, G.; VIZZARI, G. (2006) "A Framework for Ontological Description of Archaeological Scientific Publications". A: SWAP 2006 - Semantic Web Applications and Perspectives, Proceedings of the 3rd Italian Semantic Web Workshop. CEUR. (CEUR Workshop Proceedings; 201)
- BONOMI, A.; MOSCA, A.; PALMONARI, M.; VIZZARI, G. (2007) "NavEditOW - a System for Navigating, Editing and Querying Ontologies through the Web". A: APOLLONI, B.; HOWLETT, R.J.; JAIN, L.C. (ed.) *Knowledge-based Intelligent Information and Engineering Systems: 11th International Conference, Kes 2007* (3). Springer, p. 686-694. (Lecture Notes in Computer Science; 4694)
- BONOMI, A., MOSCA, A., PALMONARI M.; VIZZARI, G. (2008) *Integrating a Wiki in an Ontology Driven Web Site: Approach, Architecture and Application in the Archaeological Domain*. SemWiki, volume 360 of CEUR Workshop Proceedings, CEUR-WS.org.
- BROEKSTRA, J.; KAMPMAN, A.; VAN HARMELEN, F. (2003) "Sesame: an Architecture for Storing and Querying RDF Data and Schema Information". A: FENSEL, D.; HENDLER, J.; LIEBERMAN, H.; WAHLSTER, W. (ed.) *Spinning the Semantic Web*. MIT Press, p. 197-222.
- CERASETTI, B. (2004) "Reasoning with GIS: Tracing the Silk Road and the Defensive Systems of the Murghab Delta (Turkmenistan)". *Silkroad Newsletter 2/2*. <http://www.silk-road.com/newsletter/vol2num2/Reasoning.htm>
- FRACHETTI, M. (2004) "Archaeological Explorations of Bronze Age Pastoral Societies in the Mountains of Eastern Eurasia". *Silkroad Newsletter 1, 2*. <http://www.silk-road.com/newsletter/2004vol2num1/bronzeage.htm>
- FRANCFORT, H.-P., LECOMTE, O. (2002) "Irrigation et société en Asie centrale des origines à l'époque achéménide". *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, núm. 57, 3. p. 625-663.
- FRANCK (1998) *Reorient: global economy in the Asian Age*. Berkeley: UCP.
- GARDIN, J.-CL. (1985) "Pour une géographie archéologique de la Bactriane". A: ACADEMIE DES SCIENCES DE L'URSS [et al.]. *L'archéologie de la Bactriane ancienne*. Paris: Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, p. 39-46.
- GARDIN, J.-CL. (1985a) "De l'utilité d'un Atlas archéologique de l'Asie centrale". A: ACADEMIE DES SCIENCES DE L'URSS [et al.]. *L'archéologie de la Bactriane ancienne*. Paris: Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, p. 326-327.
- GARDIN, J.-CL. (2000) "Tradition and innovation in modern archaeology". *Vzaimodejstvie kul'tur i tsivilizatsij*, p. 25-31.

- GOBLE, C.A.; DE ROURE, D.; SHADBOLT, N.R.; FERNANDES, A.A. (2004) "Enhancing Services and Applications with Knowledge and Semantics". A: FOSTER, I.; KESSELMAN, C. (ed.) *The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure*. San Francisco: Morgan-Kaufmann, p. 431-458.
- GOBLE, C.A.; CORCHO, O.; ALPER, P.; DE ROUR, D. (2006) "E-Science and the Semantic Web: A Symbiotic Relationship". A: *Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 4265/2006. Berlin, Heidelberg: Springer, p. 1-12
- GURT, J.-M.; PIDAEV, SH.; STRIDE, S. (ed.) (2007) *IPAEB I (International Pluridisciplinary Archaeological Expedition in Bactria)*. Barcelona.
- GURT, J.-M.; PIDAEV, SH.; RAURET, A.-M.; STRIDE, S. (ed.) (2008) *IPAEB II (International Pluridisciplinary Archaeological Expedition in Bactria)*. Barcelona.
- HALL, W.; DE ROURE, D.; SHADBOLT, N. (2009) *The evolution of the Web and implications for eResearch*. Phil Trans R Soc A 367, p. 991-1001
- HENDLER, J. (2003) "Science and the Semantic Web". *Science* (jan 24); 299(5606), p. 520-521.
- History of civilisations of central Asia* (6 vol.) (1992-2005). Paris: UNESCO.
- HOBSON (2004) *The Eastern Origins of Western Civilization*. Cambridge: Cambridge UP.
- HUSTADT, U.; MOTIK, B.; SATTLER, U. (2005) *Data Complexity of Reasoning in Very Expressive Description Logics*. IJCAI, Professional Book Center, p. 466-471.
- JUGEL, M.L.; SCHMIDT, S.J. (2006) "The Radeox Wiki Render Engine". A: RIEHLE, D.; NOBLE, J. (ed.) *Int. Sym. Wikis*. ACM, p. 33-36.
- KOHL, P. L. (1984) *Central Asia, Paleolithic beginnings to the Iron Age*. Paris: ERC.
- KOLCHIN (1970) "Integration of Science and Archaeology in the USSR". *Archaeometry* 12/2, p. 111-114.
- LITVINSKIJ, B. A. (1959) *O metodike kartografirovanija arkeologičeskogo materiala dlja atlasa*. Materialy vtorogo soveshčanija arkeologov i ètnografov Srednej Azii. p. 242-243.
- LITVINSKIJ, B. A. (1999) *La civilisation de l'Asie centrale antique*. Verlag Marie Leidorf. Rahden. [Archäologie in Iran und Turan, band 3]
- MANTEGARI, G.; CATTANI, M.; DE MARINIS, R.; VIZZARI, G. (2008) "Towards a Web-based Environment for Italian Prehistory and Protohistory". A: *Proceedings of the Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference*. Fargo (ND) - USA, 18-21 April 2006.
- NONAKA, I. (1994) "A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation". *Organization Science*, (5) 1, p. 14-37.
- PADWA, M. (2004) "Evolving the Archaeological Mapping of Afghanistan". *Silkroad Newsletter* 2/2. <http://www.silk-road.com/newsletter/vol2num2/Evolving.html>
- PADWA, M.; STRIDE, S. (2004) "Archaeological GIS in Central Asia". *Silkroad Newsletter* 2/2. <http://www.silk-road.com/newsletter/vol2num2/GIS.html>
- RONDELLI, B.; MANTELLINI, S. (2004) "Methods and Perspectives for Ancient Settlement Studies in the Middle Zeravshan Valley". *Silkroad Newsletter* 2/2. <http://www.silk-road.com/newsletter/vol2num2/Zeravshan.html>
- SCHREIBER, G. [et al.] (2006) *MultimediaN E-Culture Demonstrator*. ISWC. Vol. 4273 of LNCS. Springer, p. 951-958.
- STAAB, S.; STUDER, R. (ed.) (2004) *Handbook on Ontologies*. Springer. (International Handbooks on Information Systems)

- STRIDE, S. (2004) "An Archaeological GIS of the Surkhan Darya Province (Southern Uzbekistan)". *Silkroad Newsletter* 2/2. <http://www.silk-road.com/newsletter/vol2num2/Surkhan.htm>
- STRIDE, S.; RONDELLI, B.; MANTELLINI, S. (2009) "Canals versus horses: political power in the oasis of Samarkand". *World Archaeology*, 41:1, p. 73-87.
- TRIFONOV, V.; DOLUKHANOV, P. (1992) "Archaeological data in the USSR – collection, storage and exploitation: has IT a role?". REILLY, P.; RAHTZ, S. (ed.) *Archaeology and the Information Age*. London: Routledge, p. 64-65.
- TRIGGER, B. G. (1989) *A history of archaeological thought*. Cambridge: Cambridge UP.
- VEA, L. (1998) *Una arqueología gigantesca. El estudio de la antiguas sociedades hidráulicas en las repúblicas centroasiáticas de la extinta URSS*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.