

Gli strumenti della metodologia GeoUML

prof. Giuseppe Pelagatti
Politecnico di Milano



Struttura della presentazione

1. Il progetto «Metodologia GeoUML»
 - 1.1 Aspetti fondamentali
 - 1.2 Tappe del progetto
 - 1.3 Risultati conseguiti
2. Confronti Internazionali (standard e ricerca)
3. Applicazioni

Documentazione: **SpatialDBgroup.polimi.it**

1.1 Aspetti fondamentali

- una metodologia per la produzione e gestione dei Data Base territoriali e per la loro integrazione in una Infrastruttura dei Dati Territoriali (IIT o SDI)
- supportata da strumenti specifici
- sviluppata congiuntamente da CISIS e Polimi
- adottata dal Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali delle Pubbliche Amministrazioni per preparare:
 - il Catalogo dei Dati territoriali – Specifiche di contenuto per i DB Geotopografici (gdl2)
 - il Catalogo dei Dati relativi alle reti di sottoservizi - Specifiche di Contenuto per i DB delle Reti di Sottoservizi (gdl8)

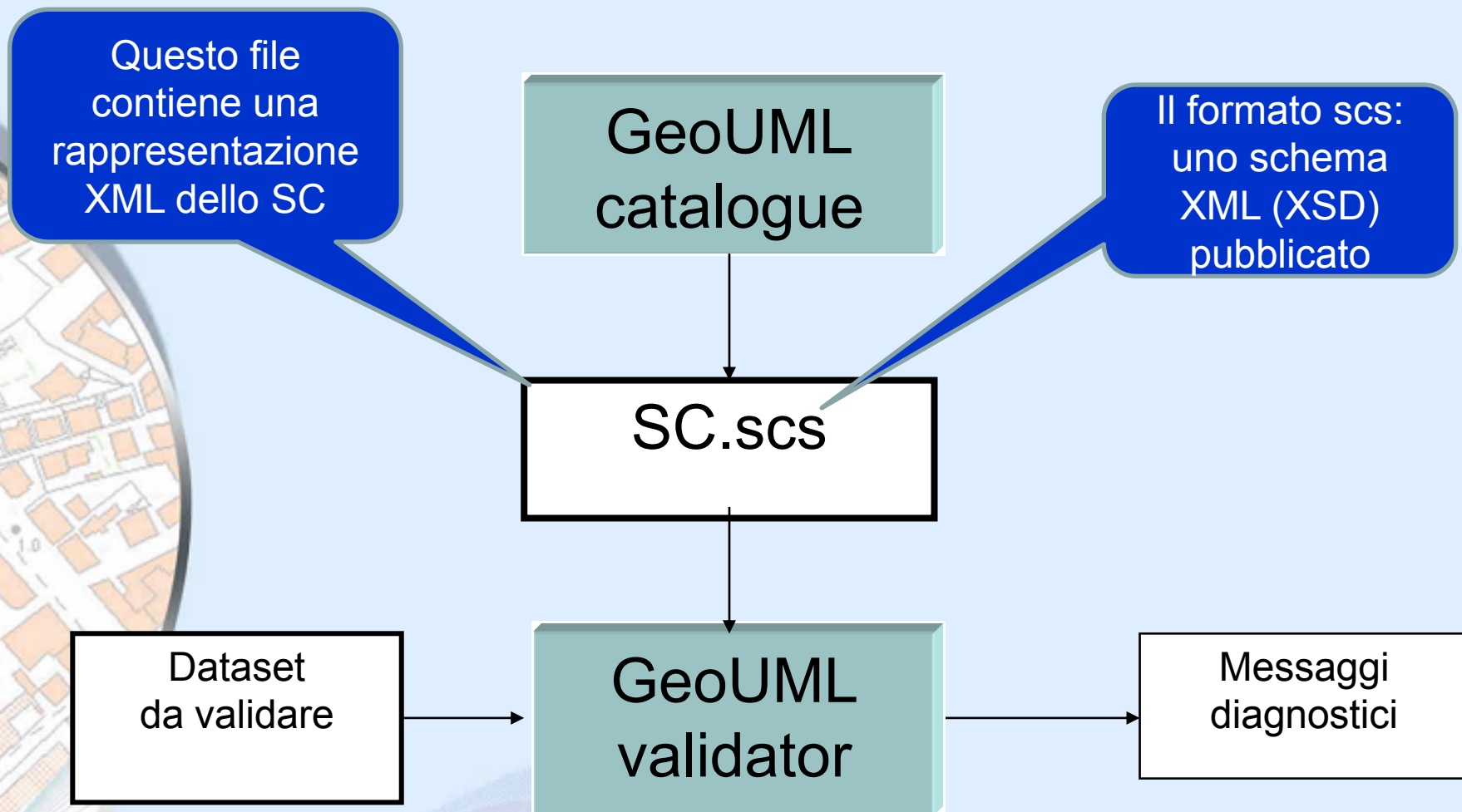
Schema Concettuale e modello GeoUML

- lo Schema Concettuale (SC) costituisce il nucleo centrale di tutta la metodologia; uno SC costituisce una:
 - definizione precisa del contenuto informativo di un DBT
 - indipendente dalla tecnologia
- uno Schema Concettuale è la parte formale, strutturata secondo regole precise, di una Specifica di Contenuto, che aggiunge allo SC anche delle parti descrittive
- il Modello GeoUML:
 - è un modello per la definizione di uno Schema Concettuale
 - è basato sugli standard ISO TC211, ma li completa negli aspetti carenti
 - considera come parte integrante e fondamentale di uno schema concettuale la definizione delle proprietà topologiche dell'informazione spaziale: Vincoli di Integrità Topologici

Strumenti della metodologia GeoUML

- Lo strumento fondamentale è il **GeoUML Catalogue**, la cui funzione è di gestire uno schema concettuale
- Una specifica gestita dal Catalogue non è un semplice documento, come le specifiche tradizionali, perchè può essere elaborata automaticamente
- L'elaborazione automatica di una specifica tramite GeoUML Catalogue è utile in due direzioni:
 1. **nella elaborazione dei dati conformi alle specifiche** tramite *strumenti guidati dalle specifiche (Schema Driven Tools)*
 - il **GeoUML Validator**, che verifica la conformità di un Dataset a una specifica, è uno Schema Driven Tool del GeoUML
 2. **nell'analisi e confronto tra specifiche diverse**, in particolare nelle Infrastrutture dei dati territoriali (IIT o SDI)

Strumenti GeoUML



Quale conformità viene controllata?

Occorre distinguere:

- **Conformità Reale:** la conformità reale riguarda la corrispondenza tra il contenuto informativo del Dataset e la porzione di Mondo Reale alla quale il Dataset si riferisce; gli elementi informativi e i relativi elementi descrittivi della SC determinano come tale corrispondenza debba essere valutata

La conformità reale **non** può essere verificata automaticamente → collaudi a campione

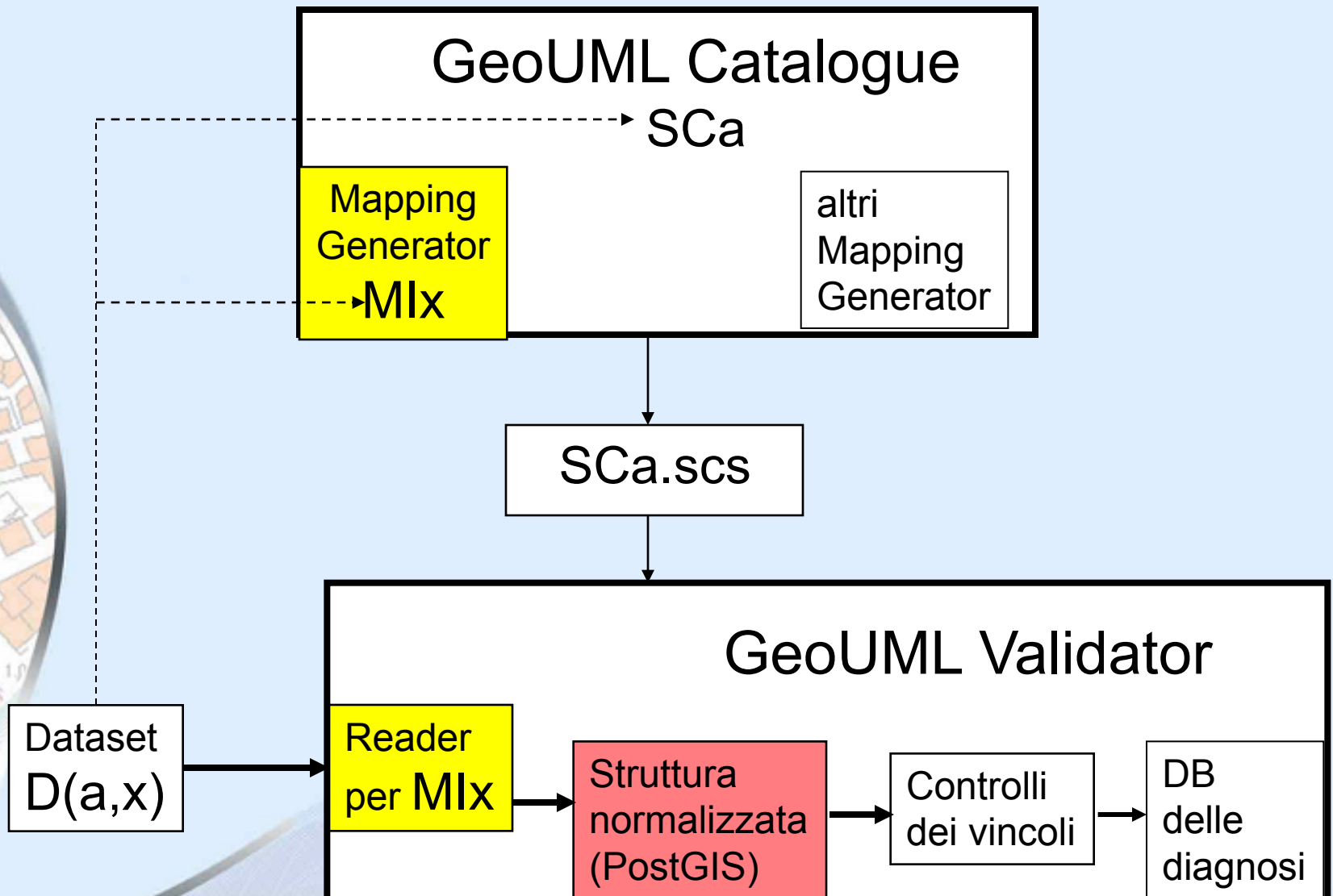
- **Conformità Intrinseca:** la conformità intrinseca riguarda la consistenza dell'informazione contenuta nel Dataset; sia gli elementi informativi che i vincoli dello SC sono utilizzati per valutare la conformità intrinseca

La conformità intrinseca può essere valutata automaticamente in maniera esaustiva

Modello Implementativo

- Uno strumento che accede ai dati, come il Validator, deve conoscere, oltre allo SC, anche la struttura fisica dei dati (Schema fisico)
 - Schema Fisico(SF) dipende dalla tecnologia, ad esempio:
 - XSD per un file GML
 - Create Table per Georelazionale SQL
 - Struttura degli Shapefile
 - Modello Implementativo (MI): è un insieme di Regole che permettono di generare un SF da un SC
 - La struttura del Validator è progettata per limitare al minimo il costo dell'adattamento ad un nuovo MI
- isolamento dei componenti che dipendono dal MI tramite una struttura normalizzata

Isolamento del MI nei tools



1.2 Tappe del progetto

- 5 dic 07: Bologna – presentazione del progetto «Lotto 2»
 - Catalogue: uno strumento per la gestione di specifiche
 - Generatore dello schema GML
- 23 set 08: Roma
 - presentazione GeoUML Catalogue (con specifiche Intesa)
 - prima proposta GeoUML Validator (su dataset GML)
 - successivamente, a causa della non disponibilità di dataset GML viene concordata una prima versione su MI SQL_flat Oracle
- 4-6 set 09: Cremona – corso tecnico
 - discussione delle problematiche di impiego del Catalogue per il NC
 - definizione dei concetti di «popolamento alle scale» e di «aree collassabili» da introdurre nel Catalogue

Tappe del progetto

- dic 09: Catalogue disponibile con le estensioni per il NC
- apr 10: pubblicazione NC su sito CNIPA
- 9 nov 10: Brescia (ASITA)
 - presentazione primo rilascio del Validator
 - MI SQL_flat Oracle
 - dati del Comune di Cremona
- giu 11: consegna MI Shape_Flat e Shape_Topo per le produzioni sperimentali Veneto, Piemonte, Lazio, Umbria
- lug 11: consegna MI SQL_monogeometria (Postgis e Oracle) per sperimentazione DBT Lazio
- lug – ott 11: primi risultati delle sperimentazioni
- in corso:
 - correzione errori, completamenti di alcuni Reader
 - stesura documentazione

1.3 Risultati Conseguiti

Strumenti realizzati

- Catalogue
- Validator
- Mapping Generator e Reader per i seguenti MI:
 - Shape_Flat
 - Shape_Topo
 - GML (versione revisionata rispetto al 2009)
 - SQL_flat_Oracle
 - SQL_monogeometria_PostGIS
 - SQL_monogeometria_Oracle

Dimensioni del progetto

Circa 7 anni/uomo di sviluppo + attività di studio e ricerca

Linee di codice effettive misurate sui sistemi completati:
(escluse le numerose librerie di terze parti incorporate)

Catalogue (esclusi MI): 138316

Generatori di schema (6 MI): 27501

Totale: 165817

Validator: 104161

Reader di 3 MI (6 al completamento): 29592

Totale: 133753

Totale complessivo: 299570

Prestazioni

Misure relative alla sperimentazione
Veneto:

Totale record: 62143

Tempo di totale: 7 min 42 sec

Numero di query generate ed eseguite

- Controllo chiavi e univocità: 1118
- Controllo dei vincoli GeoUML: 2074

Documentazione prodotta

Documenti di Specifica

- Il modello GeoUML (aprile 2008)
- Il MI Shape_Flat
- Il MI Shape_Topo
- Il MI SQL_Flat Oracle
- Il MI SQL_monogeometria PostGIS
- Il MI SQL_monogeometria Oracle
- Il MI ESF_GML (versione 2011)

Guide all'Uso (da completare entro 2011)

- GeoUML Methodology and Tools – Organizzazione complessiva
- Guida al modello GeoUML
- Guida all'uso del GeoUML Catalogue
- Guida all'uso del GeoUML Validator
- Guida ai MI di tipo flat
- Guida alla implementazione delle proprietà geometriche del GeoUML

Know How

Creazione di **Know How** relativamente a:

- GeoUML Tools
- DB topografici
- problemi di rappresentazione numerica del dato
- problemi di interscambio dei dati

Diffusione del Know How tramite:

- i corsi
- la collaborazione nelle sperimentazioni
- la collaborazione nel gruppo di lavoro tecnico

2. Confronti Internazionali (standard e ricerca)

Nel progetto sono sempre stati applicati i seguenti criteri:

- gli standard internazionali sono stati applicati il più possibile, compatibilmente con gli obiettivi della metodologia
- Le soluzioni adottate sono sempre state confrontate con le ricerche su temi simili a livello internazionale

Confronti con Standard Internazionali

- E' doveroso porsi le seguenti domande
 - Perchè definire un approccio e un modello originali?
 - Non sono sufficienti gli standard e le relative tecnologie, in particolare:
 - Standard di Geomatica (ISO TC 211), che a loro volta si basano su alcuni
 - Standard informatici (UML e OCL) e relativi strumenti CASE (Computer Aided Software Engineering)
- Risposta: pur volendo utilizzare gli standard e le tecnologie disponibili ovunque possibile, è necessario superare 2 categorie di limitazioni:
 - limiti a livello del modello → modello GeoUML
 - limiti a livello degli strumenti → GeoUML tools

GeoUML è basato sugli standard

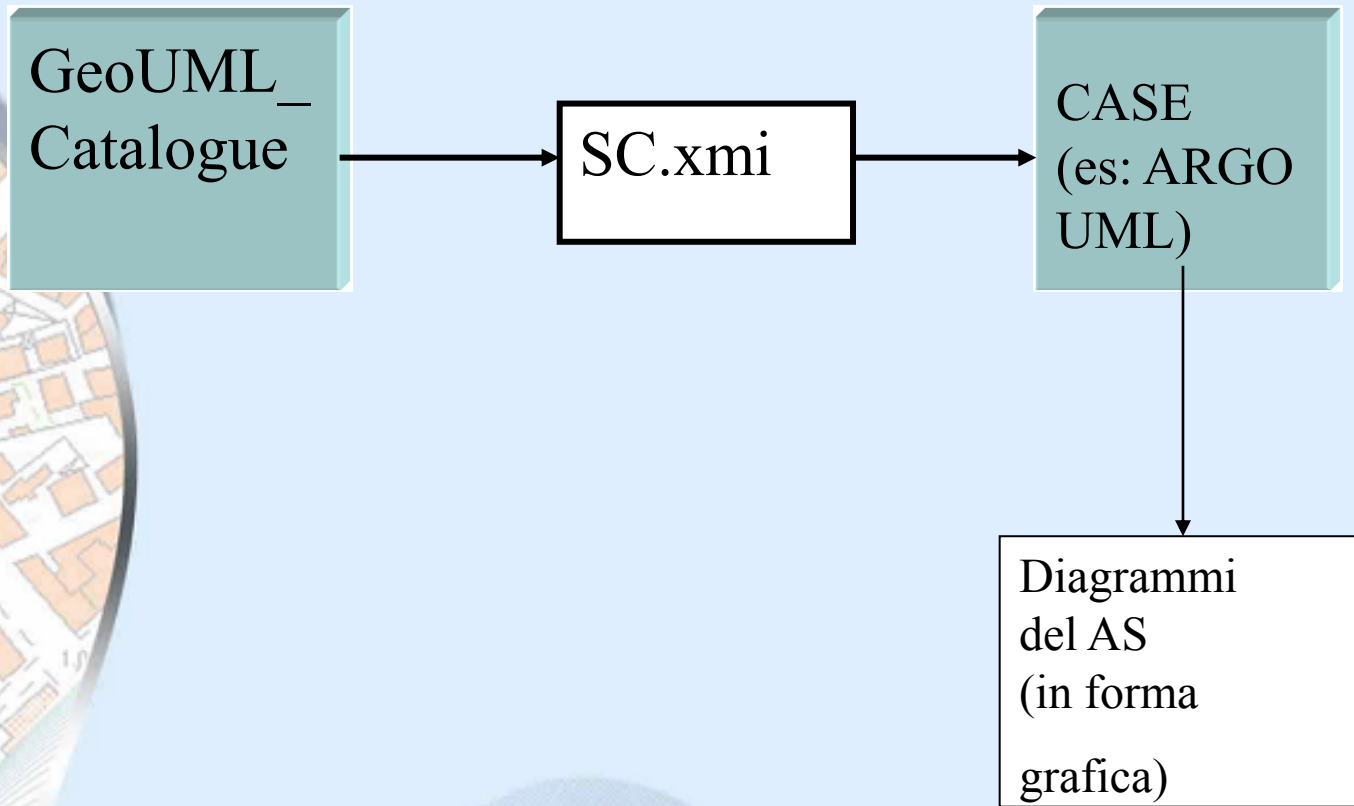
- uno Schema Concettuale GeoUML può essere trasformato in un Application Schema standard utilizzando delle regole precise
- tali regole sono definite nel documento

Il Modello GeoUML

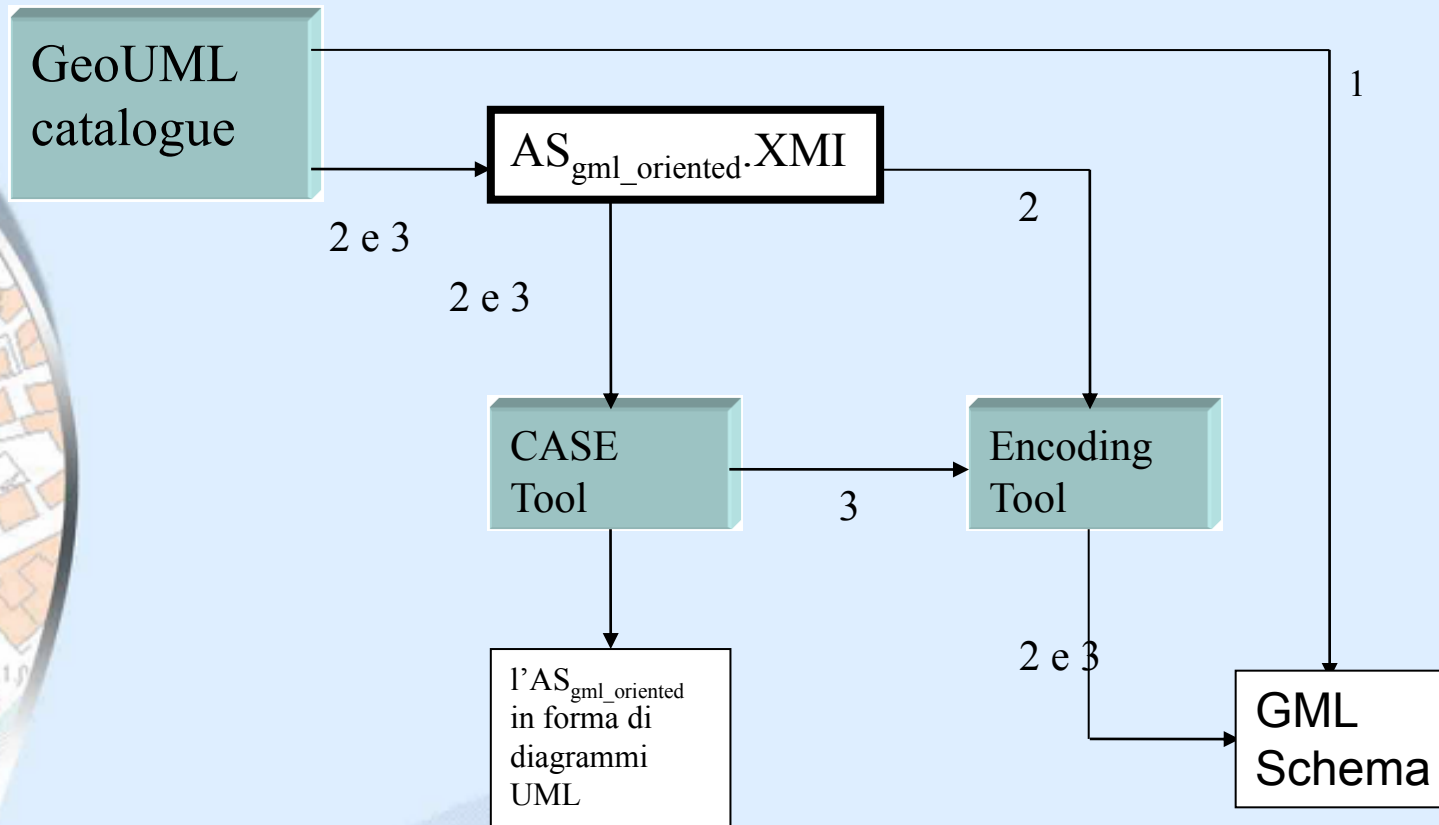
Regole di Interpretazione delle Specifiche di Contenuto per i Database Geotopografici

- tali regole costituiscono la definizione formale della semantica del GeoUML
- la produzione automatica di un Application Schema standard da uno Schema Concettuale è implementata nel GeoUML Catalogue
- anche la produzione automatica di un XSD per GML è basata sulle regole definite negli standard

Estrazione di un AS da uno schema GeoUML (non disponibile nella versione attuale)



dal GeoUML catalogue al GML schema (3 diversi percorsi possibili)



Limiti degli standard per i fini del progetto

- Problemi del **modello geometrico** (necessità prevista anche da ISO di creare profili) → **tipi geometrici del modello GeoUML**
- Inapplicabilità pratica (almeno allo stato attuale della tecnologia) del OCL per definire vincoli topologici → **vincoli topologici del modello GeoUML**
- Livello di astrazione insufficiente per alcuni costrutti → **costrutti speciali del modello GeoUML (esempio: attributi a tratti)**

Limiti del Modello Geometrico

- ISO definisce 2 modelli geometrici di interesse:
 - Spatial Schema: è un modello di riferimento molto generale, rispetto al quale si prevede di “ritagliare” dei profili
 - Simple Feature Model (SFM): è un profilo di Spatial Schema caratterizzato da:
 - primitive solamente 2D
 - interpolazione lineare
- Le tecnologie disponibili applicano SFM, ma generalmente prevedono
 - la possibilità di introdurre una terza coordinata nei vertici
 - tale coordinata non viene utilizzata nella valutazione delle relazioni topologiche (topologia planare)
 - esempio: una intersezione tra due curve è valutata nel piano

Modello geometrico di GeoUML

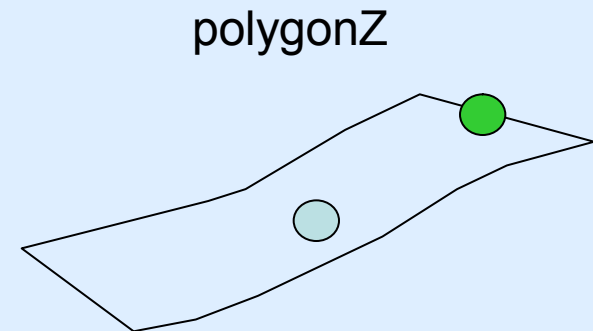
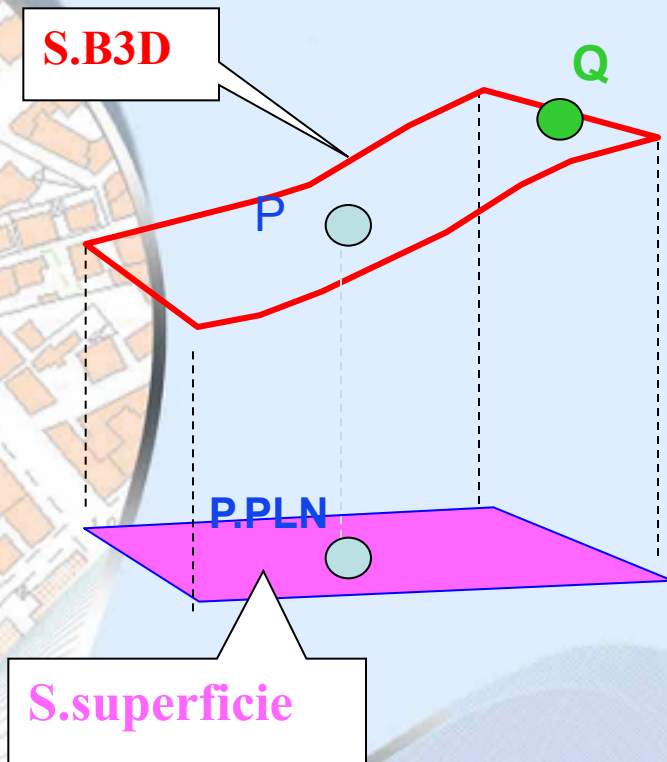
- fondamentalmente basato su SFM, con le seguenti estensioni:
 - le curve e i punti possono essere 3D
 - le relazioni topologiche su punti e curve 3D sono interpretate in 3D
 - esiste una funzione planar per trasformare primitive 3D in primitive 2D
- esempio: date 2 curve 3D, A e B, posso esplicitare la relazione CROSS sia in 3D che in 2D:
 - $A \text{ (CROSS) } B$ è interpretata in 3D
 - $A.\text{pln} \text{ (CROSS) } B.\text{pln}$ è interpretata in 2D

Modello Geometrico di GeoUML

- le superfici nei sistemi basati su SFM
 - sono trattate in 2D
 - ma generalmente è supportata la frontiera in 3D (polygonZ)
 - le relazioni topologiche non sono ambigue, ma limitate, perchè tutto è interpretato in 2D
- in GeoUML risultava quindi necessario un meccanismo per esplicitare lo spazio di riferimento per l'interpretazione delle relazioni topologiche relative alle superfici con frontiera 3D
- tale meccanismo è costituito da un tipo geometrico, le SurfaceB3D, che è rappresentato da una struttura con due componenti.
 - la superficie, interpretata in 2D
 - la frontiera B3D, interpretata in 3D

una SurfaceB3D fornisce una semantica precisa a un polygonZ

- Esempio: siano **P** e **Q** punti 3D, **S** una SurfaceB3D; posso esprimere
 - **P.pln (IN) S.superficie** (interpretata in 2D)
 - **Q (IN) S.B3D** (interpretata in 3D)



ambedue le relazioni sono interpretate in 2D, quindi su **Q** si esprime solamente la relazione equivalente in GeoUML a **Q.pln (IN) S.superficie.BND**

Vincoli Topologici

- I vincoli sono trattati negli standard ISO TC211 semplicemente rimandando al linguaggio OCL (object constraint language) del UML, all'interno del quale dovrebbero essere invocate le funzioni topologiche del modello geometrico
- in GeoUML è stato definito un formalismo apposito per definire vincoli di natura topologica, con le seguenti motivazioni:
 - la valutazione automatica dei vincoli OCL, in particolare con l'inclusione di richiami a funzioni spaziali, è oggetto di sperimentazione in alcuni progetti di ricerca, ma non esiste una soluzione completa al problema
 - l'uso di OCL con funzioni spaziali è molto difficile e improponibile ad utenti non specialisti di UML/OCL
 - la generalità di OCL rende difficile estrarre dai vincoli topologici delle indicazioni per la strutturazione dei dati

Vincoli topologici in GeoUML

- i vincoli topologici sono delle “strutture prefabbricate” (template) di vincoli OCL, pertanto:
 - i vincoli GeoUML possono essere trasformati in vincoli OCL
 - le regole di tale trasformazione sono fornite nel documento citato, che ne definisce la semantica precisa
 - i vincoli GeoUML sono definiti in modo da garantirne la implementabilità effettiva (come dimostrato dal GeoUML Validator)
 - i vincoli GeoUML sono (relativamente al OCL) più comprensibili
 - i vincoli GeoUML forniscono indicazioni per strutturare l’implementazione

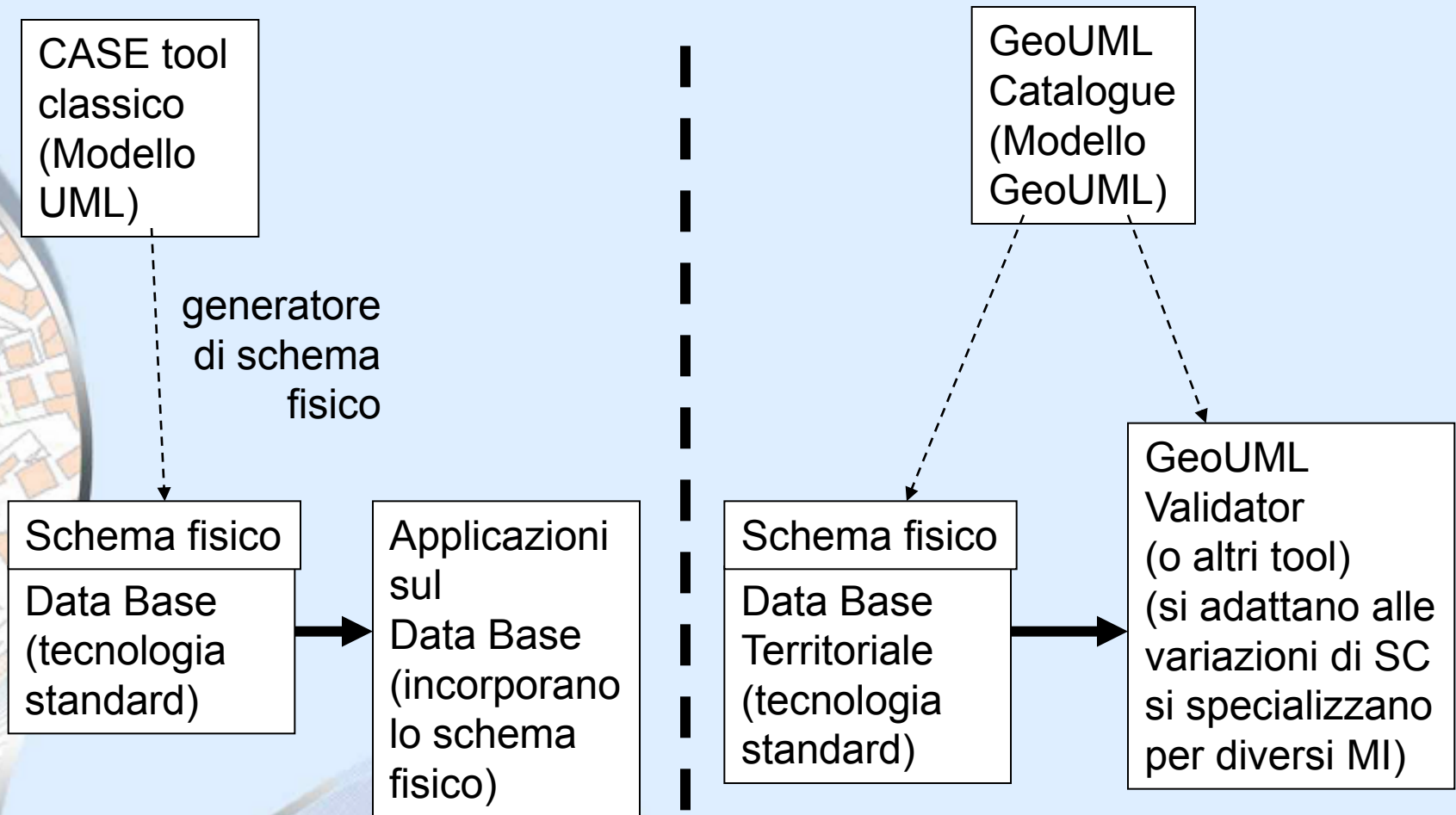
Costrutti speciali (esempio: Attributi a tratti)

- I costrutti speciali hanno due tipi di motivazione.
 - fornire dei costrutti utili per definire sinteticamente le proprietà dell'informazione
 - in alcuni casi tale definizione sintetica evita di includere scelte implementative nello Schema Concettuale
- esempio Attributi a tratti: attributi il cui valore varia lungo una curva (es. la “sede” di un “elemento stradale”)
 - il costrutto è sintetico e comodo da usare nella definizione dello Schema Concettuale
 - il costrutto è definito formalmente in GeoUML come una funzione
 - esistono due implementazioni completamente diverse di un ATT:
 - l'implementazione strutturale (“pezzettini” di curva)
 - l'implementazione tramite ascissa curvilinea

Limiti a livello degli strumenti

- Limiti degli Strumenti CASE classici
 - non gestiscono le caratteristiche del modello GeoUML
 - permettono la generazione della struttura fisica, ma non supportano direttamente strumenti operanti sui dati guidati dallo schema
- GeoUML tools
 - il Catalogue gestisce il modello GeoUML
 - permette la generazione della struttura fisica e il salvataggio dell'informazione di mapping, che è a sua volta usabile dai GeoUML Tools
- NB: questo è possibile perchè siamo in un contesto più specializzato e meno generale dei CASE standard

CASE generali verso GeoUML tools



Confronti con la ricerca internazionale:

1) il modello concettuale

- Il modello GeoUML è stato presentato a livello concettuale all'epoca della sua definizione e adozione nel progetto «IntesaGIS»:
 - *GeoUML: a Geographic Conceptual Model Defined through Specialization of ISO TC 211 Standards*, Atti di "10th EC-GI&GIS Workshop", Warsaw, Poland, 23-25 June, 2004.
- Le problematiche specifiche relative alle tipologie di vincoli spaziali sono state pubblicate in:
 - *Modelling Spatial Whole-Part Relationships using an ISO-TC211 conformant approach*, «Information and Software Technology», vol.48, 2006, pp.1095-1103.
 - *An ISO TC 211 Conformant Approach to Model Spatial Integrity Constraints in the Conceptual Design of Geographical Databases*, in Lecture Notes in Computer Science a cura di John F. Roddick et al., Berlin/Heidelberg, Springer, 2006, pp. 100-109.

Confronti con la ricerca internazionale

2) L'architettura dei tools

- L'architettura dei GeoUML tools è stata presentata in
 - *From the Conceptual Design of Spatial Constraints to their Implementation in Real Systems*, Atti di "17th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in GIS", Seattle, Washington, USA, Nov. 4-6, 2009, pp. 448-451.
- L'insieme dei modelli implementativi inseriti nell'architettura è stata presentata in:
 - *Validation of geographical datasets against spatial constraints at conceptual level*, atti di UDMS 2011, Delft
- Esiste un'attività di confronto su questi temi con l'università di Delft e l'università di Stuttgart; in particolare si vogliono esplorare:
 - estensioni al 3D
 - rapporto con CityGML

3) Applicazioni

Modalità di distribuzione

- Catalogue è
 - distribuito a tutti, previa registrazione, nella versione **Viewer**
 - distribuito agli enti abilitati dal CISIS nella versione **Editor**
- Validator verrà (dettagli ancora da definire)
 - distribuito agli enti abilitati dal CISIS nella versione completa
 - questi enti potranno distribuirlo a altri (esempio ditte) in versione «chiusa», cioè con la SC bloccata

Sperimentazione iniziale nel 2009- 2010 (presso il Comune di Cremona)

- sperimentazione estensiva con il Comune di Cremona
- il Comune aveva già un DB topografico e un SIT basato su tale DB
- è stata definita una nuova specifica concettuale tramite Catalogue, conforme al National Core e al capitolato di fornitura attuale della RL
- è stato applicato il Generatore dello Schema fisico del MI ESF-SQL-flat (versione per ORACLE)
- il modello fisico generato è stato adattato alle convenzioni specifiche del Comune
- sono state definite delle procedure di conversione dal vecchio al nuovo DBT
- è stato utilizzato il Validator per controllare il nuovo DBT
- sono state definite delle Views sul database nuovo per supportare il funzionamento delle precedenti procedure applicative

Uso di Catalogue e Validator nelle nuove forniture

- **Capitolato** di fornitura - Sezione contenuti e struttura consiste in:
 - SC prodotta dal Catalogue
 - schema fisico e schema di mapping prodotti dal Mapping Generator in base al **MI di fornitura** scelto
- per ridurre l'impatto sulle ditte è opportuno concordare pochi MI di fornitura adottati da tutte le regioni che applicano la metodologia
- il controllo di **conformità intrinseca** della fornitura avviene tramite Validator – tale controllo si affianca (dovrebbe precedere) e supporta il tradizionale collaudo di conformità reale

Uso di Catalogue e Validator nella implementazione dei DBT regionali

- **definizione dello schema:** I MI di tipo SQL supportano questa attività producendo direttamente lo schema fisico del DB
 - tali schemi sono adattabili e flessibili per adattarsi alle esigenze di uno specifico contesto
- **caricamento:** la filiera produzione dei dati → caricamento in DB è particolarmente facilitata dai seguenti aspetti:
 - le strutture adottate nei MI di produzione sono molto allineate alle strutture adottate nei MI dei DB (questo aspetto è più o meno forte in base agli specifici MI scelti)
 - la qualità strutturale dei dati prodotti e collaudati tramite Validator rende gli Shapefile di produzione caricabili con poche difficoltà nei DB

Considerazioni finali

La effettiva applicabilità degli strumenti verrà ora analizzata nei resoconti e dimostrazioni delle sperimentazioni effettuate da alcune Regioni

Teniamo presente che tali sperimentazioni mettono in gioco non solo gli strumenti ma anche le scelte del National Core

Pertanto, è necessario considerarle distinguendo gli aspetti dovuti a queste 2 componenti

Sia gli strumenti che il NC possono essere migliorati