

Corso: Integrazione BIM-GIS. Blocco 1 - Integrazione BIM-GIS: Introduzione e flusso di lavoro.

Lezione 1.1: Introduzione all'integrazione BIM-GIS

Note della lezione

Autore(i)/Organizzazione(i):

Ariana Kubart, Ocellus Information Systems AB, Sweden

Licenza



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Version

Versione: 1.0-Ita

Data: Giugno 2024

Sintesi

Questa lezione introduce lo studente al tema dell'integrazione BIM-GIS, spiegando perché è vantaggioso combinare questi modelli e qual è la differenza tra interoperabilità e piena integrazione. Nella seconda parte, la lezione affronta le principali somiglianze e differenze tra i modelli e il motivo per cui le differenze causano problemi all'integrazione.

Risultati di apprendimento

Al termine di questa lezione, il partecipante dovrà essere in grado di:

- Spiegare perché integrare BIM e GIS.
- Comprendere le differenze tra interoperabilità e piena integrazione.
- Conoscere le caratteristiche del BIM e del GIS che sfidano l'integrazione.

Competenze attese per l'accesso alla lezione

Conoscenza del BIM e del GIS 3D corrispondente ai corsi BIRGIT Introduzione al BIM e al GIS 3D.

Durata prevista

12 diapositive con informazioni e testo di accompagnamento, circa 1,5 ore

Dichiarazione di non responsabilità

Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni espresse appartengono, tuttavia, al solo o ai soli autori e non riflettono necessariamente le opinioni dell'Unione europea o dell'Agenzia esecutiva europea per l'istruzione e la cultura (EACEA). Né l'Unione europea né l'EACEA possono esserne ritenute responsabili.

Contenuto della lezione:

| | |
|---|----|
| Panoramica delle lezioni L1.1 - L1.3..... | 4 |
| Perché utilizzare il BIM? | 5 |
| Perché utilizzare i GIS? | 6 |
| Perché integrare BIM e GIS? | 7 |
| Interoperabilità BIM-GIS | 8 |
| Integrazione BIM-GIS..... | 9 |
| Ambito e scala diversi di BIM e GIS | 10 |
| Formati diversi - IFC e CityGML..... | 11 |
| Memorizzazione dei dati: File System e database | 12 |
| Frequenza degli aggiornamenti..... | 13 |
| Georeferenziazione - totale e locale | 14 |
| LoD, Level of Detail | 15 |
| Ulteriori letture e riferimenti | 17 |

Panoramica delle lezioni L1.1 - L1.3

Introduzione all'integrazione BIM-GIS

  Cofinanziato
dall'Unione europea

Panoramica delle lezioni L1.1 - L1.3

Sia il BIM che il GIS forniscono dati 3D

- Quanto è facile o complicato utilizzare i dati insieme?
- Quali sono i vantaggi e le sfide?
- Come si svolge il processo?

[BIM-AND-GIS.png \(1233x919\) \(constructionplacements.com\)](#)



Sia i modelli BIM che quelli GIS forniscono dati 3D su edifici e altri beni. Pertanto, dovrebbe essere possibile utilizzarli insieme, non è vero?

- Ma è così facile farlo? Come si procede?
- E quali sono i vantaggi e le difficoltà di questa operazione?
- Qual è il modo migliore per integrare queste tecniche?

A queste domande risponderemo nelle lezioni di questo corso.

Perché utilizzare il BIM?

Introduzione all'integrazione BIM-GIS

Perché utilizzare il BIM?

- Building Information Modelling
- Modelli digitali 3D dettagliati di edifici di nuova progettazione, processo per l'intero ciclo di vita



<https://bimcorner.com/augmented-reality-in-aec-industry/>

WHAT IS BIM?

BIMCORNER.COM



3D Model
Carrier of information and the dependencies of objects among each other

Technology
Used in Architecture Engineering & Construction

Information
Closely connected to the 3D model, allowing them to be easily found and accurate

Process
Starting from the investor's requirements, through design, construction stage, to the facility management during its lifetime

Documents
Appropriately named and placed in the CDE

Common Data Environment
As a disk space for information sharing available for all stakeholders

[Everything You Should Know About Basics of BIM Technology – Bim Corner](#)

5

Oggi gli architetti e gli ingegneri edili creano modelli digitali dettagliati di ogni edificio pianificato, quando sviluppano un progetto. Il processo di creazione e utilizzo di questo modello digitale si chiama Building Information Modelling, abbreviato in BIM. Per consentire la costruzione, il modello è altamente dettagliato e mostra e descrive ogni elemento dell'edificio.

Naturalmente l'"edificio" non è necessariamente una casa, ma può anche essere una struttura, come una fabbrica, una stazione di depurazione o una centrale elettrica, o un'infrastruttura.

Per saperne di più sul BIM, consigliamo le nostre lezioni sugli argomenti del Corso **Introduzione al BIM**.

Ottime informazioni si possono trovare anche su <https://bimcorner.com/>.

Perché utilizzare i GIS?

Introduzione all'integrazione BIM-GIS

  Cofinanziato
dall'Unione europea

Perché utilizzare i GIS?

- Modelli di città 3D semantici
- Ogni edificio è un oggetto individuale
- Può includere attributi, interazioni, dati ambientali, ecc.
- Può essere completato da molti altri dati GIS



| Pop-up | |
|---------------------------|------|
| 3D_SemanticCity_3D - 2008 | |
| OBJECTID | 484 |
| Year | 2008 |
| OBJECTID_1 | 1000 |
| NAME | 1000 |
| NAME_1 | 1000 |
| NAME_2 | 1000 |
| NAME_3 | 1000 |
| NAME_4 | 1000 |
| NAME_5 | 1000 |
| NAME_6 | 1000 |
| NAME_7 | 1000 |
| NAME_8 | 1000 |
| NAME_9 | 1000 |
| NAME_10 | 1000 |
| NAME_11 | 1000 |
| NAME_12 | 1000 |
| NAME_13 | 1000 |
| NAME_14 | 1000 |
| NAME_15 | 1000 |
| NAME_16 | 1000 |
| NAME_17 | 1000 |
| NAME_18 | 1000 |
| NAME_19 | 1000 |
| NAME_20 | 1000 |
| NAME_21 | 1000 |
| NAME_22 | 1000 |
| NAME_23 | 1000 |
| NAME_24 | 1000 |
| NAME_25 | 1000 |
| NAME_26 | 1000 |
| NAME_27 | 1000 |
| NAME_28 | 1000 |
| NAME_29 | 1000 |
| NAME_30 | 1000 |
| NAME_31 | 1000 |
| NAME_32 | 1000 |
| NAME_33 | 1000 |
| NAME_34 | 1000 |
| NAME_35 | 1000 |
| NAME_36 | 1000 |
| NAME_37 | 1000 |
| NAME_38 | 1000 |
| NAME_39 | 1000 |
| NAME_40 | 1000 |
| NAME_41 | 1000 |
| NAME_42 | 1000 |
| NAME_43 | 1000 |
| NAME_44 | 1000 |
| NAME_45 | 1000 |
| NAME_46 | 1000 |
| NAME_47 | 1000 |
| NAME_48 | 1000 |
| NAME_49 | 1000 |
| NAME_50 | 1000 |
| NAME_51 | 1000 |
| NAME_52 | 1000 |
| NAME_53 | 1000 |
| NAME_54 | 1000 |
| NAME_55 | 1000 |
| NAME_56 | 1000 |
| NAME_57 | 1000 |
| NAME_58 | 1000 |
| NAME_59 | 1000 |
| NAME_60 | 1000 |
| NAME_61 | 1000 |
| NAME_62 | 1000 |
| NAME_63 | 1000 |
| NAME_64 | 1000 |
| NAME_65 | 1000 |
| NAME_66 | 1000 |
| NAME_67 | 1000 |
| NAME_68 | 1000 |
| NAME_69 | 1000 |
| NAME_70 | 1000 |
| NAME_71 | 1000 |
| NAME_72 | 1000 |
| NAME_73 | 1000 |
| NAME_74 | 1000 |
| NAME_75 | 1000 |
| NAME_76 | 1000 |
| NAME_77 | 1000 |
| NAME_78 | 1000 |
| NAME_79 | 1000 |
| NAME_80 | 1000 |
| NAME_81 | 1000 |
| NAME_82 | 1000 |
| NAME_83 | 1000 |
| NAME_84 | 1000 |
| NAME_85 | 1000 |
| NAME_86 | 1000 |
| NAME_87 | 1000 |
| NAME_88 | 1000 |
| NAME_89 | 1000 |
| NAME_90 | 1000 |
| NAME_91 | 1000 |
| NAME_92 | 1000 |
| NAME_93 | 1000 |
| NAME_94 | 1000 |
| NAME_95 | 1000 |
| NAME_96 | 1000 |
| NAME_97 | 1000 |
| NAME_98 | 1000 |
| NAME_99 | 1000 |
| NAME_100 | 1000 |

Modello 3D semantico di Zagabria, Croazia. Schermata di ArcGIS Pro.

6

Nel contesto di questo corso, parleremo di GIS 3D, ovvero di modelli di città semantici.

I modelli di città 3D mostrano grandi aree urbane con edifici, strade, vegetazione e terreno, al fine di fornire una visione realistica della città.

Nei modelli semantici, ogni edificio è rappresentato come un oggetto 3D indipendente con attributi e interazioni definiti in modo ottimale. Naturalmente, i modelli possono essere arricchiti da qualsiasi dato GIS disponibile.

Analogamente al BIM, forniamo un corso sui Modelli di città 3D, che contiene tutte le informazioni necessarie per proseguire con questo corso: *GIS 3D, Modelli di città e Gemelli digitali*.

Perché integrare BIM e GIS?

Introduzione all'integrazione BIM-GIS

  Cofinanziato dall'Unione europea

Perché integrare BIM e GIS?

- Il GIS informa il BIM, cioè il GIS fornisce il contesto ai modelli BIM dettagliati, come i dintorni, l'ambiente, la popolazione e altro ancora.
- L'ambiente influenza gli edifici e viceversa
- Nuove conoscenze resterebbero nascoste senza l'integrazione



<https://bimcorner.com/smarter-faster-better-7-ai-tools-that-impact-the-aec/>

Perché mettere insieme questi due tipi di modelli 3D?

I GIS 3D mostrano tipicamente intere aree edificate, mentre il BIM fornisce informazioni dettagliate sullo sviluppo pianificato. Il GIS rappresenta le relazioni spaziali tra gli edifici e il loro ambiente, ma manca di informazioni semantiche approfondite, rispetto al BIM.

In questo modo, il GIS a scala più ampia fornisce un **contesto spaziale** al modello BIM dettagliato; spesso si dice che “il GIS informa il BIM”. È logico integrarli, poiché l'ambiente influenza gli edifici e, inversamente, i nuovi edifici influenzeranno il loro ambiente.

Semplicemente accostando un modello BIM a un modello di città, le parti interessate possono vedere come il progetto edilizio si inserisce nell'ambiente circostante o confrontare visivamente diversi progetti. Ma non è tutto. Il GIS è progettato per diverse analisi spaziali, che sono ovviamente possibili anche con un modello BIM aggiunto. Tali analisi non sono solitamente possibili nei software BIM.

In particolare, si possono porre domande come:

- Il nuovo edificio proietterà un'ombra sul cortile di una scuola vicina?
- Quanta energia solare può essere prodotta dal nuovo edificio?
- Il parcheggio sotterraneo sarà allagato dopo una forte pioggia?

In sintesi, il BIM è principalmente uno strumento per creare informazioni e il GIS è principalmente uno strumento per analizzare e gestire le informazioni, nel contesto BIM-GIS. Le diverse applicazioni saranno analizzate in modo più approfondito nel corso.

Interoperabilità BIM-GIS

Introduzione all'integrazione BIM-GIS

  Co-funded by the European Union

Interoperabilità BIM-GIS

- L'interoperabilità è la capacità di scambiare e utilizzare informazioni tra diversi strumenti software.
- I dati BIM e GIS non sono completamente compatibili.
- La semantica è la sfida principale: le informazioni semantiche sono uniche in ogni sistema.
- Alcune parti di queste informazioni possono essere scambiate, altre no.



Relation of semantic 3D city modelling and BIM modelling with respect to scope and scale. From Kolbe and Donaubauer (2021) [Semantic 3D City Modeling and BIM | SpringerLink](#)

8

Perché l'integrazione di BIM e GIS non è stata attuata prima?

La risposta principale è che i dati BIM e GIS non sono completamente compatibili. Oltre a ciò, è necessaria una maggiore consapevolezza dei potenziali benefici dell'integrazione di questi due sistemi, al fine di superare le barriere organizzative.

Entrambi i modelli di dati sono molto complessi. Sebbene vi siano molte somiglianze tra loro, la loro complessità si esprime in modi diversi. Per questo motivo esistono ancora problemi importanti che ne mettono in discussione l'interoperabilità e quindi la piena integrazione.

Possiamo definire l'interoperabilità come la capacità di scambiare e utilizzare informazioni tra diversi strumenti software. È possibile distinguere tre livelli di interoperabilità, collegati e costruiti l'uno sull'altro. Il livello di base riguarda le questioni **tecniche**, come il software e l'hardware, e non è più un problema nel caso dell'integrazione BIM e GIS. Allo stesso modo, la sintassi dei dati, cioè le diverse codifiche, è risolta.

Il terzo livello - **la semantica** - è la sfida principale dell'interoperabilità. La semantica indica cosa sono e dove si trovano gli oggetti, ovvero il **significato** dei messaggi da scambiare. Questa informazione semantica è unica in ogni sistema, ad esempio nel BIM rispetto al GIS. Alcune parti di queste informazioni possono essere tradotte, altre no.

Integrazione BIM-GIS

Introduzione all'integrazione BIM-GIS

 Co-funded by
the European Union

Integrazione BIM-GIS

- L'integrazione è il livello successivo all'interoperabilità
- Definita come “combinazione progressiva di componenti del sistema in un sistema complessivo”
= non solo la capacità di utilizzare informazioni in software diversi
- Aggregazione dei dati BIM e GIS in un unico database unificato, condivisione delle informazioni in esso contenute.



BIM model used in a city model. Esri's training data, screenshot from ArcGIS Pro.

9


Qual è allora la differenza tra interoperabilità e integrazione?

Possiamo considerare l'integrazione come il livello successivo all'interoperabilità. L'integrazione è definita come “assemblaggio progressivo/combinazione di componenti di sistema/software in un sistema complessivo”. (Quindi non solo la capacità di utilizzare informazioni in software diversi, come l'interoperabilità, di cui abbiamo parlato sopra).

Nel nostro caso, significa **aggregare i dati BIM e GIS in un unico modello o database unificato**. Ciò consentirebbe agli strumenti BIM e GIS di condividere le informazioni inviando e recuperando dati da e verso tale database unificato.

Ora esamineremo le cause che ostacolano la traduzione diretta tra BIM e GIS.

Ambito e scala diversi di BIM e GIS

Introduzione all'integrazione BIM-GIS Co-funded by
the European Union

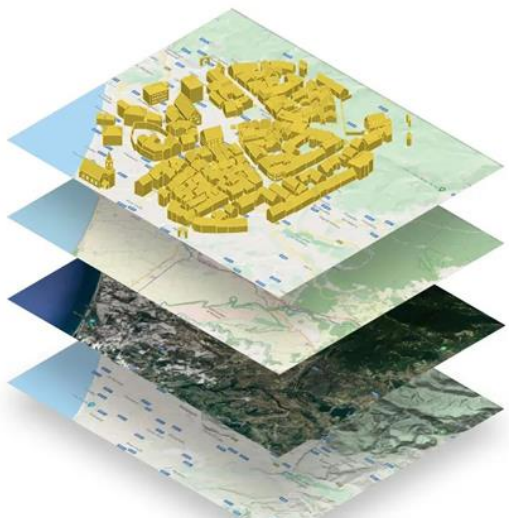
Ambito e scala diversi di BIM e GIS

BIM

- Tipicamente nuovi edifici
- Settore AEC
- Singoli edifici specifici
- Migliaia di proprietà

GIS

- Grandi aree edificate
- Spesso settore pubblico
- Molti edifici con meno proprietà
- Anche i dintorni degli edifici



<https://biblius.accasoftware.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2022/10/usBIM-GIS.jpg>

10

Il modello BIM è tipicamente per oggetti di nuova progettazione o di recente costruzione. È in contrasto con i modelli di città, il cui modello è di grandi dimensioni e riguarda aree già costruite, spesso intere città.

Questo è anche il motivo per cui i produttori e i proprietari di modelli BIM provengono dall'industria AEC (Architettura, Ingegneria e Costruzioni), mentre i fornitori di modelli urbani sono solitamente comuni o altri soggetti del settore pubblico.



Poiché il BIM si concentra su singoli oggetti/edifici specifici, il modello è altamente dettagliato. I siti sono costruiti da componenti come muri, solette, scale, tubi, cavi o persino prese di corrente, e così via. Questi componenti includono anche informazioni descrittive, ad esempio sui materiali, le dimensioni, i produttori o i costi.

I modelli urbani non possono essere dettagliati come quelli BIM per due motivi. In primo luogo, il loro campo di applicazione è costituito da un numero elevato di oggetti/edifici e fornire un'enorme quantità di dettagli sarebbe troppo oneroso, se non addirittura inutile. In secondo luogo, le informazioni dettagliate non sono semplicemente disponibili, come conseguenza del diverso processo di creazione dei modelli urbani.

D'altra parte, i modelli di città forniscono ulteriori aree tematiche come i trasporti, la vegetazione e i corpi idrici, oltre al solo ambiente costruito.

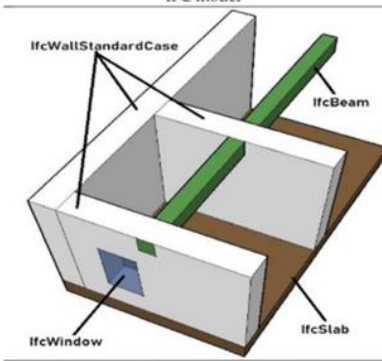
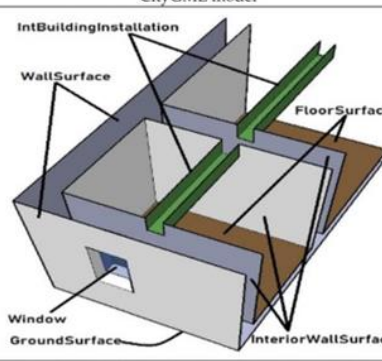
Formati diversi - IFC e CityGML

Introduzione all'integrazione BIM-GIS


 Cofinanziato
dall'Unione europea

Formati diversi - IFC e CityGML

- Entrambe modellazioni semantiche
- IFC più ricco semanticamente (=più informazioni)
- Ostacola la conversione
- Limitare la complessità di IFC prima della conversione

| IFC model | CityGML model |
|--|---|
|  |  |
| The "IfcWallStandardCase" defined in IFC model file | The "WallSurface" defined in CityGML model file |

Example of differences between IFC and CityGML model. From: Ding et al (2017)

11

Sia il BIM che il GIS 3D si occupano della modellazione semantica dell'ambiente costruito. Entrambi i metodi hanno anche il loro formato standard internazionale aperto, ovvero **IFC e CityGML** (codificato come CityJSON, ma nel testo abbiamo usato il nome standard CityGML), rispettivamente. (Questi formati sono stati descritti da vicino nei corsi di Introduzione al BIM e di GIS 3D).

CityGML definisce 13 temi che possono rappresentare la geometria, la topologia, le informazioni semantiche, l'aspetto e altri attributi di tutte le entità rilevanti nel modello 3D della città. CityGML è ampiamente utilizzato in Europa; la maggior parte delle capitali europee fornisce modelli CityGML.



Poiché i modelli BIM devono fornire informazioni molto più dettagliate sugli oggetti da costruire, **IFC è più ricco dal punto di vista semantico rispetto a CityGML**. L'elevata complessità semantica di IFC è dovuta al maggior numero di attributi e all'elevato numero di relazioni associate agli oggetti e agli attributi.

L'elevato livello di dettaglio di IFC fornisce la rappresentazione più fedele del bene costruito, ma può ostacolare l'interoperabilità BIM-GIS, in quanto mette in discussione la coerenza della conversione. Può quindi essere utile limitare la complessità dell'IFC selezionando solo i dati necessari nel modello integrato.

IFC e CityGML differiscono ampiamente nel modo in cui codificano i componenti del modello. Pertanto, il primo passo della conversione è la definizione di questi componenti: semantica, geometria, topologia e georeferenziazione. Ne parleremo più avanti nel corso della lezione.

Memorizzazione dei dati: File System e database


Introduzione all'integrazione BIM-GIS

  Cofinanziato
dall'Unione europea

**Memorizzazione dei dati:
File System e database**

- Il BIM e il GIS utilizzano sistemi diversi di archiviazione dei dati.
- Il BIM utilizza un file system, organizzato e accessibile in un Common Data Environment (Ambiente dati comune)
- I dati GIS sono archiviati in database relazionali. Possono essere consultati e interrogati con SQL

**Document Database
VS
Relational Database**



| | |
|-------------------|---|
| Data Model | <ul style="list-style-type: none">• A document database stores data in the form of documents, which can include nested data structures. Each document can have a unique structure and can contain different fields.• A relational database stores data in tables with rows and columns, with a fixed schema. Data is split across multiple tables to eliminate data redundancy and improve data integrity. |
| Querying | <ul style="list-style-type: none">• Document databases may have limited querying capabilities compared to relational databases, particularly when it comes to performing complex, multi-table joins.• Relational databases have a powerful querying language (SQL) that allows for complex data retrieval and joins across multiple tables. |

<https://databasetown.com/wp-content/uploads/2023/01/Document-Database-VS-Relational-Database-Copy-2-min.jpg>

12

Il BIM e il GIS utilizzano sistemi diversi di archiviazione dei dati.



Il BIM utilizza un sistema di file, in cui i dati dell'intero progetto sono archiviati come singoli file. Questi file sono organizzati e accessibili nel BIM **Common Data Environment, CDE**.

Al contrario, i dati GIS sono archiviati in database relazionali. È possibile accedervi e interrogarli tramite SQL in un sistema di gestione di database.

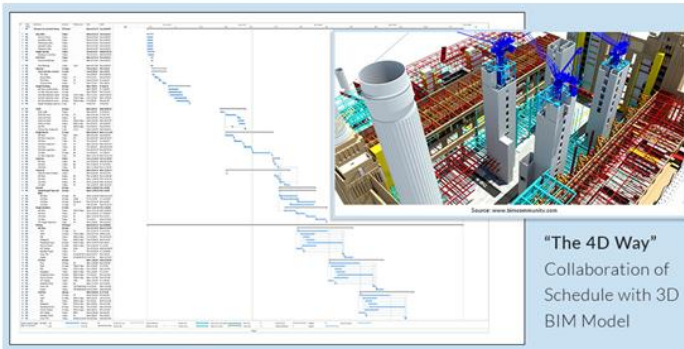
È possibile creare una struttura di database relazionale corrispondente al modello IFC, ma la procedura non è ottimale ed è piuttosto complessa.

Frequenza degli aggiornamenti

Introduzione all'integrazione BIM-GIS

  Cofinanziato
dall'Unione europea

Frequenza degli aggiornamenti



The-4D-Way-Collaboration-of-Schedule-with-3D-BIM-Model-Blog-by-United-BIM_.jpg

- BIM - aggiornamenti frequenti, soprattutto durante la costruzione
- Modelli 3D della città - non necessitano di modifiche frequenti
- I modelli integrati BIM-GIS devono essere aggiornati con la stessa frequenza del BIM stesso.
- Compatibilità senza soluzione di continuità cruciale

13

Poiché il BIM si concentra sulla progettazione e sulla costruzione, i file IFC vengono tipicamente aggiornati a breve termine, in modo che tutte le parti interessate ricevano informazioni aggiornate. Si parla di settimane, al massimo, nelle fasi più intense del ciclo di vita dell'edificio.



Con il modello IFC “as-built” per la gestione delle strutture, la frequenza degli aggiornamenti diminuirà, come discuteremo più avanti nel corso.

I modelli di città possono coprire intere città senza modifiche costanti e di solito non c'è bisogno di aggiornamenti continui. Inoltre, aggiornamenti così frequenti non sono realistici.

Questo è uno dei problemi dell'integrazione completa BIM-GIS. Se i modelli integrati dovessero essere aggiornati e sincronizzati molto spesso, si dovrebbe procedere automaticamente. Per questo sarebbe essenziale una compatibilità perfetta tra i sistemi, cosa che ancora non avviene.

Georeferenziazione - totale e locale

Introduzione all'integrazione BIM-GIS

  Cofinanziato dall'Unione europea

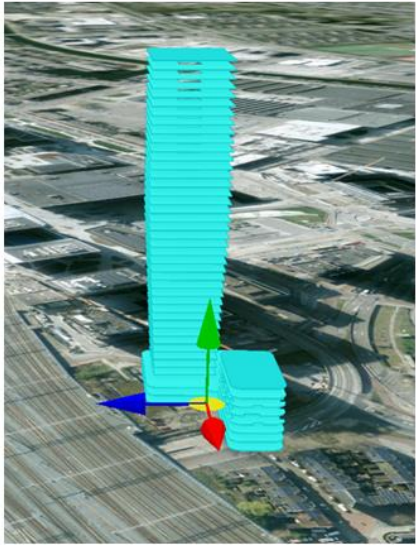
Georeferenziazione - totale e locale

BIM

- proprio sistema di riferimento locale come predefinito
- collegato al cantiere

GIS

- sempre georeferenziato = sistema di coordinate del mondo reale
- necessario controllare se l'IFC è georeferenziato altrimenti georeferenziarlo o includere la georeferenziazione nell'integrazione



Adding BIM model into GIS, Esri's training data, screenshot

14

I modelli BIM hanno un **proprio sistema di riferimento** locale, collegato al cantiere e che riflette la posizione degli altri oggetti presenti. Tuttavia, questo sistema personalizzato non è sempre collegato a un sistema di coordinate del mondo reale.

Questo diventa un problema se si vuole inserire il modello BIM in un GIS che rappresenti il mondo reale. Per farlo, il modello BIM deve essere posizionato correttamente, con ogni punto 3D assolutamente georeferenziato in un sistema di coordinate. Come lo sono già i modelli della città.

IFC supporta metodi di georeferenziazione, ma non tutti i progetti li utilizzano. È necessario controllarlo prima dell'integrazione. Se il modello BIM è definito solo nel proprio sistema, è possibile georeferenziarlo direttamente nel software BIM o durante l'integrazione stessa. È inoltre fondamentale controllare che la georeferenziazione avvenga correttamente.

IFC dispone di classi che possono descrivere le informazioni necessarie per la georeferenziazione. IFCSite può contenere le informazioni di un punto di riferimento geografico per il sito del progetto in WGS84 con Longitudine, Latitudine ed Elevazione. Se vengono forniti questi valori, si ottiene il posizionamento assoluto rispetto al mondo reale.

Il punto di riferimento geografico sarebbe la posizione del punto 0.,0.,0. del sistema di riferimento locale dell'IFCSite.

LoD, Level of Detail

Introduzione all'integrazione BIM-GIS

LoD, Level of Detail

BIM

- chiamato anche “livello di sviluppo”
- Livelli di informazione nelle varie fasi del ciclo di vita

GIS

- Generalizzazione del modello
- Diversi LoD nello stesso modello



Up: LoD in BIM. From: <https://www.tejy.com/wp-content/uploads/2021/11/Level-of-Development-LOD-Tejy-Inc-1-1024x627.jpg>

Left: LoD in GIS. From: <https://www.gim-international.com/content/news/citygml-3-0-conceptual-model-approved-as-official-ogc-standard>

15

Il concetto di “LOD, Level of Detail” (livello di dettaglio) è utilizzato sia nel BIM che nel GIS. Tuttavia, **il loro significato è diverso**.

Nel contesto del BIM, il LOD è oggi indicato piuttosto come Livello di sviluppo, anche se entrambi i nomi sono ancora utilizzati. In ogni caso, si concentra sui **livelli di informazione** nelle varie fasi della progettazione e della consegna. Il LOD non comprende solo la geometria, ma anche il livello di dettaglio della descrizione delle proprietà di ciascun elemento costruttivo. I livelli di LOD di solito aumentano durante il processo BIM (si veda anche il corso Introduzione al BIM):

- LOD 100 - Progettazione concettuale
- LOD 200 - Progettazione schematica
- LOD 300 - Progettazione dettagliata
- LOD 400 - Costruzione, fabbricazione e assemblaggio
- LOD 500 - As-Built

Allo stesso modo, il LOD in CityGML definisce sia la geometria che la semantica. A differenza del BIM, ogni oggetto può avere diverse rappresentazioni spaziali allo stesso tempo e si può passare da una all'altra. Esistono quattro livelli di dettaglio predefiniti (LOD 0-3). Questi LOD sono:

- LOD0 - Modello altamente generalizzato
- LOD1 - Modello a blocchi/oggetti di estrusione
- LOD2 - Modello realistico ma ancora generalizzato

- LOD3 - Modello altamente dettagliato

Ad esempio, un edificio può essere astratto da un tetto (LOD0), da un solido 3D con tetto piatto (LOD1) fino alla visualizzazione dettagliata in LOD3.

Naturalmente, un livello LOD più elevato rappresenta gli oggetti con maggiore precisione, ma richiede anche più dati e risorse computazionali. Ciò significa che più il modello è dettagliato, più tempo è necessario per visualizzarlo. In altre parole, un modello troppo dettagliato non è sempre un vantaggio, a seconda dell'applicazione.

Ulteriori letture e riferimenti

Kolbe and Donaubaue (2021) Semantic 3D City Modelling and BIM, book chapter in Shi et al (eds.) Urban Informatics

[Semantic 3D City Modeling and BIM | SpringerLink](#)

Ding et al (2017) Integrating IFC and CityGML Model at Schema Level by Using Linguistic and Text Mining Techniques, IEEE Access

[Integrating IFC and CityGML Model at Schema Level by Using Linguistic and Text Mining Techniques | IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore](#)