

# CULTURAL HERITAGE INTEROPERABLE ENVIRONMENT - CHERIE

OR2 - Gap-analysis tra le attuali pratiche di digitalizzazione di singole fasi (rilievo, catalogazione, documentazione, manutenzione...) e gli strumenti BIM di più ampia diffusione nella pratica professionale.

**OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.**

Soggetto Capofila e Soggetti Partner coinvolti nel progetto:

1. Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (SOB)
2. Politecnico di Milano (Polimi)
3. Università degli Studi di Napoli Federico II (Federico II)
4. Sapienza - Università di Roma (Sapienza)
5. Università degli Studi di Genova (UniGe)
6. Stress S.c.a.r.l. (Stress)

## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

Le attività previste nell'OR2.2, inerenti l'analisi e la modellazione strutturale, energetica e impiantistica, richiamano quanto precedentemente detto sul livello di dettaglio della modellazione e tengono conto della condizione speciale cui sono sottoposti gli edifici storici. Laddove infatti, per il costruito esistente non storico si parla di adeguamento sismico, per il patrimonio culturale l'approccio è orientato all'adeguamento. Allo stesso modo anche altri aspetti normati subiscono delle lievi variazioni che i BIM attualmente disponibili non sempre sono in grado di gestire perché improntati sulla normativa applicata al costruito nuovo o recente.

Focalizzando l'attenzione sugli aspetti strutturali, è evidente come siano fondamentali la conoscenza dei materiali, tecniche costruttive storiche e il fatto che il BIM riesca a gestire i dati sugli aspetti statici e dinamici delle strutture storiche per poter effettuare una corretta analisi e valutazione degli interventi. Le strutture storiche hanno infatti un comportamento cinematico condizionato anche dalle differenti fasi costruttive stratificate. Alla conoscenza puntuale del singolo edificio occorre inoltre affiancare la comprensione delle interazioni tra gli edifici nelle strutture urbane (isolati) e del contesto territoriale, al fine di sviluppare una corretta valutazione dei rischi. La conoscenza approfondita secondo un approccio globale è un aspetto imprescindibile per la conservazione del Patrimonio Culturale, soprattutto in un Paese come l'Italia dove gli eventi sismici sono frequenti e spesso di notevole intensità e dove la tutela del Patrimonio culturale mira a preservare la memoria della comunità nazionale e del suo territorio

Analogo discorso deve essere condotto per quanto concerne l'analisi energetica, nei termini in cui il comportamento energetico di un involucro edilizio è in funzione di materiali, tecniche e spessori murari, tipologia degli infissi, tipologia della copertura, ecc., nel momento in cui, volendo apportare un miglioramento, le tecniche di intervento seguono un approccio differente rispetto al costruito esistente non storico. La valutazione degli aspetti energetici e di progettazione impiantistica va considerata congiuntamente con il controllo delle condizioni microclimatiche, ricordando che spesso gli edifici storici, oltre ad avere superfici e apparati decorativi che risentono delle condizioni ambientali microclimatiche, sono spesso utilizzati con finalità espositive e al loro interno ospitano beni culturali mobili anch'essi sensibili ai fattori microclimatici.

Benché le attività indicate nell'OR2.2 parlino di interoperabilità tra strumenti specifici negli ambiti energetico, impiantistico e strutturale, le attività che si stanno svolgendo mirano ad andare oltre e a considerare l'interoperabilità tra tutti i modelli e i sistemi informativi individuati nelle attività dell'OR 1.3 e deputati alla rappresentazione dell'intero processo.

L'interoperabilità è la capacità di un sistema di capire ed essere capito quando si relaziona con altri sistemi. L'interoperabilità è definita sintattica quando ciò che viene scambiato tra i sistemi è il solo dato e semantica quando si trasmette oltre al dato anche il suo significato e il sistema ricevente è in grado di interpretarlo correttamente. Affinché questo possa avvenire è condizione necessaria che i due "interlocutori" parlino la medesima lingua, cioè che ne conoscano le regole grammaticali e il vocabolario. Regole grammaticali (struttura) e vocabolario (definizioni) per i modelli e i sistemi informativi sono scritti in forma di codici che

## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

costituiscono i protocolli da rispettare per garantire l'effettiva interoperabilità tra i modelli e i diversi software.

Gli standard per il settore delle costruzioni, introdotti nella prima versione nel 1996, sono in continuo sviluppo sotto il controllo di buildingSMART International. L'obiettivo è raggiungere i medesimi livelli anche per il settore del Patrimonio Culturale. La loro compilazione garantirà dunque la sicurezza di trasmissione e ricezione delle informazioni, condizione fondamentale in fase di conoscenza del bene, di gestione e in fase di scelte progettuali.

Laakso e Kiviniemi offrono un'approfondita analisi dello sviluppo degli standard per il settore delle costruzioni, ricostruendo l'evoluzione storica e il loro sviluppo dalle origini dei primi studi fino al 2012 (Laakso e Kiviniemi, 2012).

IFC è uno standard aperto che consente l'interoperabilità dei dati per i software di modellazione nel settore dell'architettura, ingegneria e costruzioni (AEC). Lo sviluppo delle classi è iniziato formalmente nel 1994. Il loro obiettivo era quello di consentire comunicazione e collaborazione tra i partecipanti ai progetti senza necessariamente avere applicazioni proprietarie specifiche. Lo sviluppo della tecnologia per il settore delle costruzioni andava infatti oltre la semplice rappresentazione visiva tridimensionale dell'edificio, dirigendosi verso un modello integrato semantico arricchito di informazioni. Un modello in grado di trasmettere geometrie e dati semantici specifici, consentendo di creare un flusso continuo di informazioni multisetoriali con riduzione della ridondanza dei dati e aumento dell'efficienza del processo durante l'intero ciclo di vita.

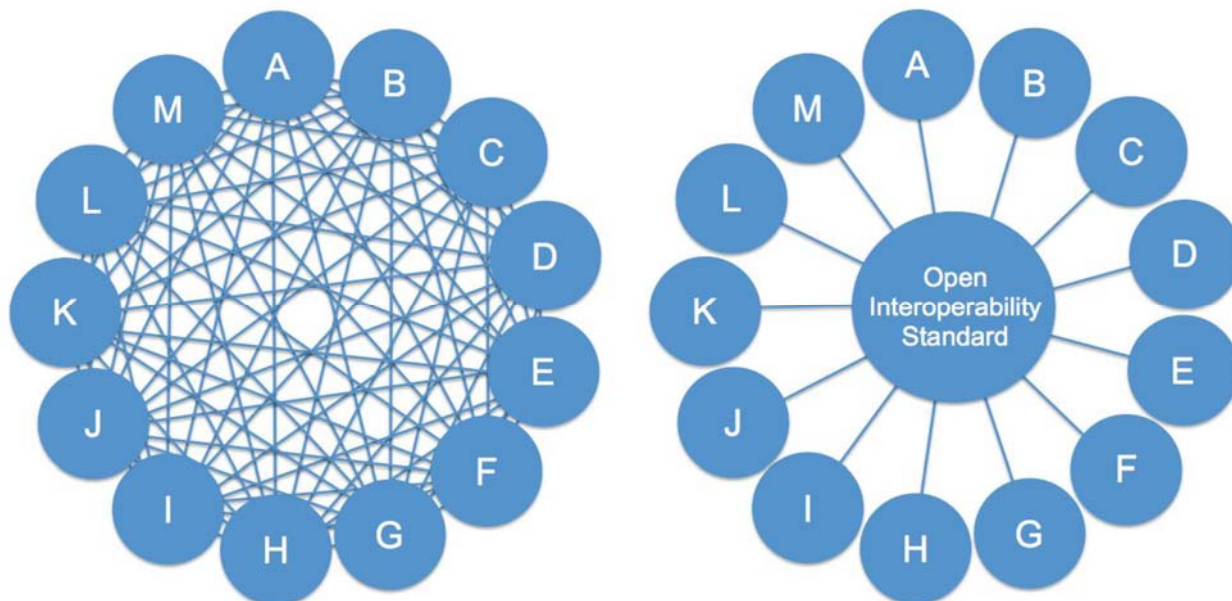
Le principali difficoltà affrontate alle origini dell'introduzione del concetto di interoperabilità sono state la multidisciplinarietà degli attori in gioco (che non sempre procedevano in maniera collaborativa) e l'eterogeneità degli strumenti da questi utilizzati. Un ulteriore limite è il riconoscimento del ruolo degli standard, infatti, benché costituiscano l'elemento fondamentale per la comunicazione all'interno delle tecnologie informatiche, gli utenti finali non sempre sono consapevoli del loro utilizzo, anzi spesso confondono l'ampia diffusione di determinati formati con il concetto di interoperabilità.

Il concetto di standard è stato utilizzato nel passato con significati spesso differenti. De Vries definisce lo standard come un insieme limitato di soluzioni per problemi effettivi o potenziali, preparati per dare beneficio alle parti coinvolte e per bilanciare le loro esigenze e obiettivi (de Vries, 2005). Inoltre, de Vries fornisce anche una classificazione di differenti tipi di standard, evidenziando la vastità del campo di applicazione. Per questo motivo occorre, innanzitutto, restringere l'ambito di applicazione. Nell'ambito del progetto, l'obiettivo è capire lo sviluppo degli standard nel settore delle costruzioni per poi trasporre la procedura al settore del Patrimonio Culturale, facendo esperienza dalle conoscenze già acquisite e sviluppate.

L'interoperabilità basata su standard aperti offre numerosi vantaggi. In assenza di standard, ogni software deve essere dotato di un traduttore diretto dei dati in uscita e in entrata per poter comunicare con gli altri software. I traduttori hanno il compito di convertire i dati dal formato interno dell'applicazione negli altri formati. Con l'utilizzo degli standard invece si ottiene una compatibilità tra i vari sistemi che supportano lo stesso standard. L'immagine

## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

elaborata da Laakso e Kiviniemi spiega meglio il concetto.



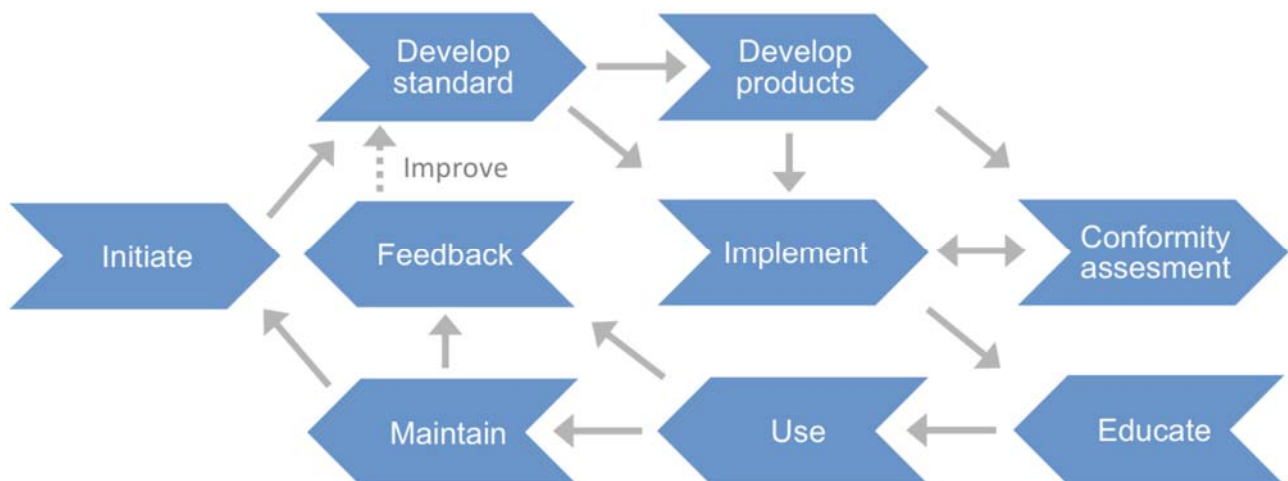
Differenza dello scambio di dati in presenza di traduttori diretti (a) e di interoperabilità con standard aperti (b). (Laakso e Kiviniemi, 2012)

Il modello con il traduttore diretto presenta dei limiti che possono essere riassunti in: eccessiva produzione di dati, bassa efficacia per le effettive esigenze di scambio dei dati e problemi di gestione nelle differenti versioni dei software in vista di accessi successivi a formati proprietari con difficoltà di traduzione.

L'adozione di standard aperti si pone dunque come soluzione a questi limiti.

Gli standard sono il risultato di un processo di sviluppo e formulazione chiamato standardizzazione all'interno del quale si procede alla codifica secondo determinati parametri di un determinato ambito. L'approccio alla standardizzazione si è evoluto nel tempo dal tipo lineare a quello ciclico. Il secondo metodo presenta, rispetto al lineare, un continuo sviluppo che si fonda sui risultati di feedback ricevuti in fase di utilizzo, tale processo assume un percorso circolare di continua verifica e miglioramento del prodotto.

## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.



Modello circolare di sviluppo degli standard (Laakso e Kiviniemi, 2012)

Un aspetto importante del processo di standardizzazione è il momento di sviluppo degli standard rispetto alle tecnologie che li utilizzano. Secondo Cargil la standardizzazione anticipata rispetto alla tecnologia influenza il prodotto finale, mentre lo standard post tecnologia presenta dei limiti di adattamento ai prodotti già esistenti (Cargil, 1989). Egyedi suggerisce invece di non separare standard e prodotti tecnologici, ma anzi di considerare la standardizzazione esso stesso come un ambiente di sviluppo tecnologico (Egyedi, 1996). Vries promuove l'idea che la standardizzazione e lo sviluppo delle tecnologie possano sovrapporsi in alcune fasi dei loro processi e classifica gli standard come anticipatori, concorrenti o retrospettivi rispetto alla maturità della tecnologia (de Vries, 2005).

La distinzione più comune tra i differenti tipi di processi di standardizzazione si basa sul contesto istituzionale che porta avanti lo sviluppo: gli Standard Developing Organization (SDO) o i consorzi di settore.

Gli SDO sono considerati i "centri" per la conduzione del processo di standardizzazione, dove le organizzazioni supportano lo sviluppo di standard e variano in base all'ambito disciplinare e al contesto territoriale di riferimento. L'International Organization of Standardization (ISO), fondata nel 1947, è un'organizzazione non governativa indipendente e oggi rappresenta il più grande sviluppatore mondiale di standard internazionali composta da organismi nazionali di standardizzazione da tutto il mondo. ISO è stata fondata con l'idea di rispondere a una domanda fondamentale: "qual è il modo migliore per svolgere una determinata procedura, realizzare un prodotto, ecc?". Lo sviluppo degli standard è iniziato occupandosi prima con le cose basilari come pesi e misure e negli ultimi cinquant'anni ha ampliato l'ambito e i settori per occuparsi di ciò che ci circonda e che utilizziamo nel quotidiano, dalle scarpe alle reti Wi-Fi, dal cibo ai trasporti, ecc. La presenza di standard internazionali garantisce ai consumatori che i prodotti e i processi che utilizzano siano sicuri, affidabili e di buona qualità. Gli standard ISO sulla sicurezza stradale, sulla sicurezza dei giocattoli e sugli imballaggi medici, sulle procedure tecniche sono solo alcuni di quelli che contribuiscono a rendere la vita quotidiana più affidabile e sicura secondo parametri di qualità riconosciuti e condivisi a livello internazionale (ISO 2019 a)

## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

I principi chiave nello sviluppo di standard ISO possono essere sintetizzati in quattro punti (ISO 2019 b):

1. Le norme ISO rispondono a un'esigenza del mercato.

L'ISO non decide autonomamente quando sviluppare un nuovo standard, ma risponde a una richiesta dell'industria di settore o di altre parti interessate come i gruppi di consumatori.

2. Gli standard ISO si basano sull'opinione e sul lavoro di esperti a livello internazionale del settore interessato.

Gli standard ISO sono sviluppati da gruppi di esperti di tutto il mondo, e da comitati tecnici. Questi esperti discutono tutti gli aspetti dello standard, come per esempio ambito, definizioni chiave, contenuti, ecc.

3. Gli standard ISO sono sviluppati attraverso un processo multi-stakeholder.

I comitati tecnici sono composti da esperti del settore, ma anche da associazioni dei consumatori, università, ONG e governo.

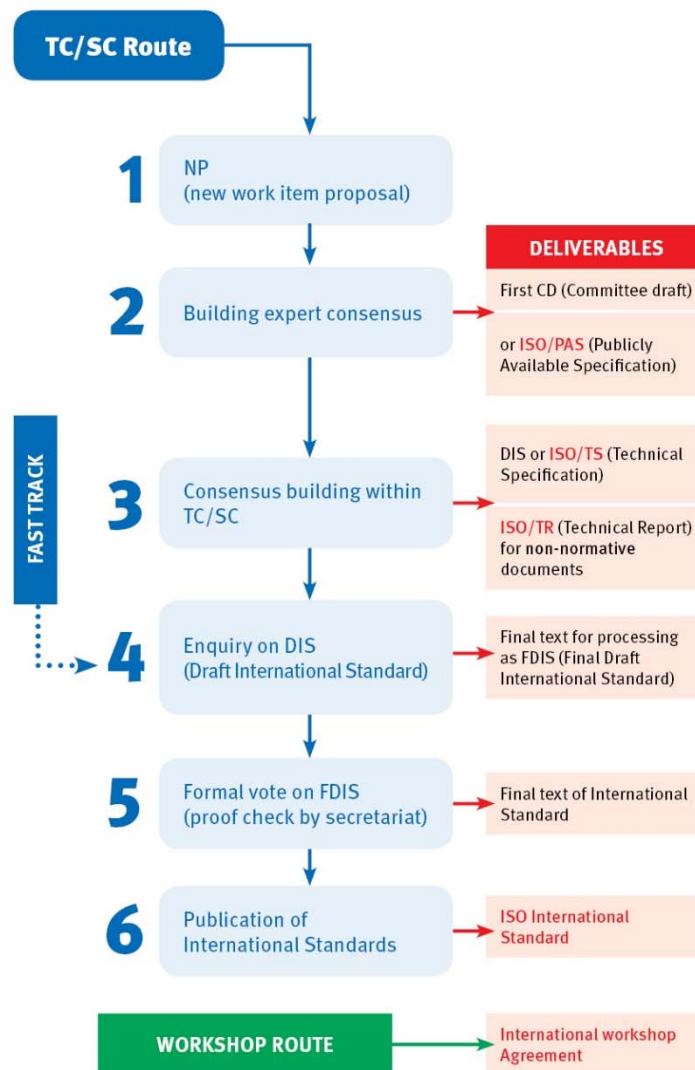
4. Gli standard ISO si basano sul consenso.

Lo sviluppo di standard ISO è un approccio basato sul consenso e accettazione e vengono presi in considerazione i commenti di tutte le parti interessate. Questo è uno dei punti di forza degli standard ISO è che sono voluti e creati dalle persone che ne hanno bisogno ed esprimono un'esigenza. Gli esperti del settore guidano tutti gli aspetti del processo di sviluppo standard, dalla decisione legata alla necessità di un nuovo standard alla definizione del contenuto tecnico.

Le aziende traggono numerosi vantaggi dal coinvolgimento nel processo, come per esempio essere parte attiva nel processo di formazione del mercato e dello sviluppo di standard, contribuendo a mantenere aperto l'accesso al processo.

Il ruolo dell'ISO è quello di coordinare i tecnici esperti indipendenti e nominati dai membri. Gli esperti, che formano il comitato tecnico responsabile di un'area tematica specifica, iniziano il processo con lo sviluppo di una bozza che soddisfi una specifica esigenza del mercato. Questo viene quindi condiviso per ricevere feedback e aprire un tavolo di discussione dove il voto è la chiave del consenso. Se il consenso viene raggiunto, la bozza diventa successivamente uno standard ISO, in caso contrario il progetto verrà modificato e sottoposto ulteriormente al voto. Dalla prima proposta alla pubblicazione finale, il processo di standardizzazione richiede in genere circa tre anni. Il diagramma di flusso illustra le fasi principali del processo di sviluppo di uno standard.

OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.



Sequenza delle fasi di sviluppo di uno standard ISO (ISO 2019 b)

I consorzi di settore per lo sviluppo di standard sono diventati una forma sempre più diffusa a partire dalla seconda metà degli anni '80 del secolo scorso. Hawkins definisce i consorzi come un'alleanza informale di imprese, organizzazioni e persone che hanno la finalità di coordinare attività di sviluppo tecnologico e di mercato (Hawkins, 1999). I vantaggi dei consorzi rispetto alle SDO possono essere individuati nella possibilità di includere finanziamenti mirati, standardizzazione internazionale univoca, maggiori opportunità di mercato e la possibilità di negoziare questioni relative alla proprietà intellettuale (Krechmer, 2005).

Nonostante le due istituzioni possano apparire in contrasto per sovrapposizione di attività e competenze, si può invece riconoscere che l'interazione tra i due possa assegnare ruoli complementari, svolgendo ognuno compiti specifici ed evitando accavallamenti e ripetizioni di lavoro (Lowell, 1999).

## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

L'interoperabilità tra diversi sistemi è garantita dalla presenza ed utilizzo di standard aperti, non soggetti a proprietà specifica di un determinato prodotto tecnologico.

L'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), impegnato nella certificazione e standardizzazione nel settore elettronico ed elettrotecnico, definisce l'interoperabilità come l'abilità di due o più sistemi o componenti di scambiare e utilizzare informazioni (IEEE, 2019). Anche l'IDABC (Interoperable Delivery of European eGovernment Services to public Administrations, Businesses and Citizens) fornisce una definizione di interoperabilità. Dal lavoro svolto dall'IDABC è derivato un documento contenente concetti e obiettivi in ambito governativo relativamente all'interoperabilità. Il documento, denominato EIF (European Interoperability Framework for pan-European eGovernment Services; nella versione italiana QEI - Quadro europeo per l'interoperabilità), al paragrafo 1.1.2. definisce il concetto di interoperabilità come la capacità dei sistemi tecnologici per la comunicazione, l'informazione e i processi aziendali di scambiare dati e di consentire la condivisione di informazioni e conoscenza.

Restringendo il campo di interesse a gli standard per il processo edilizio, si può riconoscere un periodo precursore, antecedente il 1994, dove le prime esperienze hanno visto accrescimenti e sviluppi talmente incisivi tali per cui si possono riconoscere tre distinte fasi. Quella che viene riconosciuta come la prima generazione (che va dagli anni Cinquanta agli anni Settanta del secolo scorso) vedeva un uso riservato di soluzioni proprietarie. La spiegazione di questa esclusività va ricercata nel rapido sviluppo delle tecnologie informatiche da parte di poche aziende e quindi con scarsa concorrenza sul mercato, dove l'uso del computer era altamente specializzato per determinati compiti, e una conseguente limitata necessità di doversi rapportare con altri sistemi.

La seconda generazione, iniziata sul finire degli anni Settanta e durata circa una decina d'anni, vede l'immissione con diffusione in diverse parti del mondo dei primi formati aperti per le rappresentazioni delle geometrie. Forse il più noto è il formato IGES (Initial Graphic Exchange Specification), uno standard di scambio per modelli CAD. Risale al 1979 il primo consorzio di aziende operanti sui software CAD costituito con la finalità di sviluppare protocolli di scambio aperti. La prima reazione da parte dei produttori di CAD fu di timore, che vedevano il rischio di perdere il segreto industriale dei loro prodotti, salvo poi riconoscere invece i vantaggi degli standard aperti, le ricadute favorevoli sul mercato e soprattutto riconoscere in essi un mezzo per aumentare i contratti con gli enti governativi (Kemmerer, 1999).

La terza generazione inizia nel 1984 con lo sviluppo di STEP. Il settore AEC/FM fu uno dei vari settori coinvolti nel processo di standardizzazione con STEP. Le specifiche STEP avevano formalizzato diverse linee da parte di consorzi in diversi Paesi: negli Stati Uniti furono sviluppati per l'architettura tecnica PDES (Product Data Exchange Standards), GARM come modello di riferimento generale per il settore delle costruzioni e System Model sempre per il settore AEC e di Facility Management (Gielingh 1988; Bloor & Owen 1995; Kemmerer 1999).

Lo sviluppo e miglioramento di STEP portò alla creazione di un linguaggio che più avanti



## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

prese il nome di EXPRESS (Kemmerer, 1999). Il linguaggio di modellazione informativa EXPRESS nasceva dapprima in congiunzione con STEP. I concetti chiave di EXPRESS sono le relazioni, gli attributi, i vincoli e le eredità sui livelli gerarchici. EXPRESS-G e EXPRESS-I consentono la rappresentazione grafica di quanto scritto con EXPRESS (Schenck & Wilson 1994).

A dieci anni dalla prima uscita di STEP, nel dicembre 1994, questo diventa uno standard internazionale ISO 10303:1994 - Industrial Automation Systems and Integration - Product data representation and exchange.

In seguito, i ricercatori hanno continuato a studiare e approfondire gli aspetti legati all'interoperabilità e ai protocolli di scambio tra diversi modelli.

Nel 1989 Björk & Penttilä (Björk & Penttilä, 1989) proponevano, in maniera pionieristica, cinque requisiti che un modello rappresentativo di un edificio deve possedere e che, dopo solo alcuni anni, vennero incorporati (congiuntamente con quanto enunciato da Eastman e al. qualche anno dopo) negli standard IFC. I cinque punti di Björk & Penttilä definivano che i dati del modello devono:

- 1) comprendere tutte le informazioni relative all'edificio,
- 2) soddisfare le esigenze informative di tutte le parti interessate,
- 3) non essere ridondanti,
- 4) essere indipendenti dal software
- 5) essere indipendenti dal formato.

Eastman e al. (Eastman et al., 1991) due anni dopo suggerivano alcuni criteri, espressi in termini differenti ma simili nei concetti, dove il modello ha il compito di:

- 1) rappresentare la funzione e la forma,
- 2) supportare l'intero ciclo di vita del prodotto e livelli multipli di astrazione,
- 3) fornire una rappresentazione semantica generale,
- 4) recepire una estensione della semantica.

Dopo STEP, destinato a coprire una vasta gamma di settori, iniziò a crescere nel settore delle costruzioni e del Facility l'esigenza di sviluppare standard specifici per il proprio ambito. Questa esigenza derivava dalla incapacità di STEP di rispondere alla crescente domanda dell'industria delle costruzioni (Tolman, 1999). Quindi, nell'agosto del 1994 dodici società statunitensi si incontrarono per valutare la possibilità di sviluppare un protocollo aperto finalizzato all'interoperabilità dei nascenti software di modellazione degli edifici. Tra le società presenti si annoverano AT&T, Archibus, Autodesk, Carrier, HOK, Honeywell, Jaros Baum & Bolles, LBNL, Primavera, Softdesk, Timberline e Tishman (Kiviniemi, 2006). Circa un anno dopo, e alcuni prototipi iniziali, nel settembre del '95 nasce la IAI (Industry Alliance for Interoperability, diventata poi International Alliance for Interoperability). Solo qualche anno dopo viene consentita l'adesione al consorzio anche ad altre aziende del settore.

La vision di IAI era di rendere interoperabili i software diffusi nel settore delle costruzioni e gestione del costruito attraverso la definizione, promozione e pubblicazione di specifiche per condividere dati per l'intero ciclo di vita, in maniera globale e trasversale tra le discipline e applicazioni tecniche.

## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

Secondo Eastman, nelle prime versioni degli IFC, circa la metà degli oggetti derivavano da risorse di STEP (Eastman, 1999). Questo perché, nonostante i limiti riscontrati in STEP per il settore, era necessario partire da una struttura già riconosciuta e accettata a livello internazionale.

La struttura sviluppata per i dati IFC prevede (buildingSMART, 2019a) una suddivisione in quattro livelli gerarchici:

- dominio
- interoperabilità
- core
- risorse

Le relazioni tra i livelli sono regolate secondo una logica secondo cui il riferimento può avvenire solo verso il basso della gerarchia.

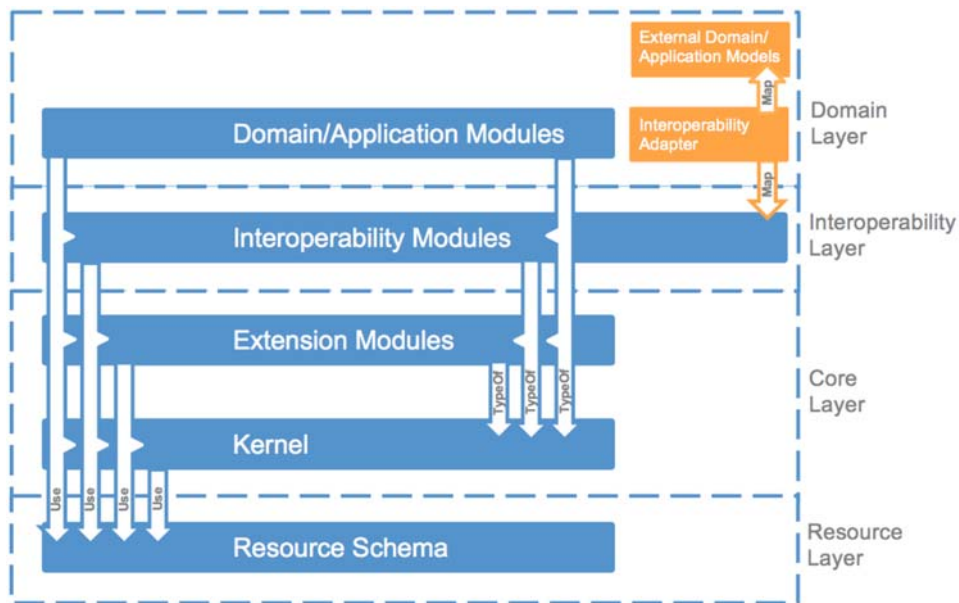
Il livello *risorsa* (più basso) comprende tutti i singoli schemi contenenti le definizioni delle risorse, tali definizioni non includono un identificatore univoco globale e non devono essere utilizzate indipendentemente da una definizione dichiarata in un livello superiore;

Il livello *core* contiene il kernel e i moduli di estensione che definiscono le entità più generali. Tutte le entità definite nel livello core o superiore portano un ID univoco a livello globale e facoltativamente informazioni sul proprietario e sulla cronologia. Il kernel determina la struttura del modello e la sua scomposizione, fornisce i concetti base di oggetti, relazioni, definizioni, attributi e regole. Le estensioni del core sono specificazioni delle classi del kernel.

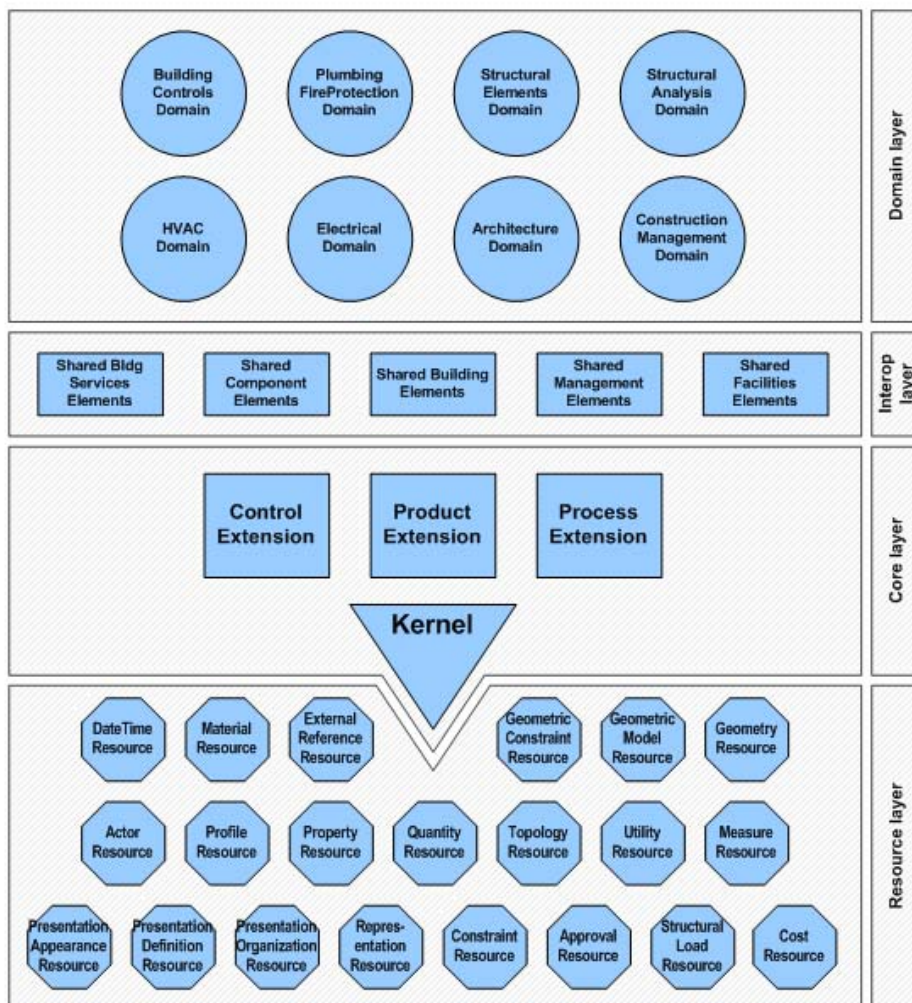
Il livello *interoperabilità* costituisce l'interfaccia tra i modelli del dominio, include schemi contenenti definizioni di entità generali di prodotti, processi o risorse utilizzate in diverse discipline. Questi schemi sono tipicamente utilizzati per lo scambio e la condivisione di informazioni tra i diversi domini;

Il livello dominio contiene i modelli di dominio (come per esempio architettonico, strutturale, ecc.), include cioè schemi contenenti definizioni di entità che sono specializzazioni di prodotti, processi o risorse specifiche di una determinata disciplina, tali definizioni sono generalmente utilizzate per lo scambio e la condivisione di informazioni all'interno dello stesso dominio.

OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.



Struttura dei dati IFC (Laakso e Kiviniemi, 2012)



Architettura della struttura dati con i livelli concettuali (buildingSMART, 2019a)

## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

La struttura dei dati è rimasta invariata nel tempo, ciò che è stato arricchito nelle varie versioni sono i contenuti e la stabilità dei dati.

I primi IFC non erano stati sviluppati su ontologie e la ISO 12006-2 (nella originaria versione del 2001) aveva lo scopo di coordinare i diversi sistemi di classificazione con gli standard IFC al fine di facilitare la gestione delle informazioni su singoli oggetti (Ekholm 1999, Ekholm, 2005).

La prima versione di IFC 1.0 fu pubblicata nel gennaio 1997. Era focalizzata principalmente alla modellazione architettonica e, essendo un prototipo, venne utilizzata da 17 aziende come sperimentazione per poi sviluppare la versione IFC 1.5 che fu lanciata nel novembre 1997 (Kiviniemi 1999). La versione però presentò dei problemi e venne subito sostituita con la versione IFC1.5.1 che venne utilizzata nel 1998 dai primi software BIM commerciali. Contemporaneamente furono pubblicate dall'IAI le guide "IFC Object Model Architecture" (IAI, 1999 a) e "Specification Development" (IAI, 1999 b) con l'obiettivo di diffondere e aumentare la collaborazione allo sviluppo degli standard (Liebich e Wix, 1999).

La versione IFC 2.0, pubblicata nell'aprile 1999, è quella che può essere considerata realmente internazionale. Questa versione consentiva di incorporare alla modellazione anche la stima dei costi e la programmazione (Liebich, 2010) aumentando in maniera consistente la portata delle informazioni.

Dopo un periodo di difficoltà, legato principalmente alla volontà di limitare l'accesso e la disponibilità dello standard solo ai membri dei capitoli IAI e conseguentemente alla mancanza di partecipazione internazionale, si ebbe una svolta nel 2000 quando si decise di aprire gli IFC a tutti per consentire l'implementazione. Oltre questo, fu introdotta un'altra importante novità: l'avvio del processo di standardizzazione SDO, conosciuto con il nome ISO PAS. È in questo periodo che anche l'Italia entrò nel consorzio con il suo capitolo (Kiviniemi, 2006).

Con IFC 2.0 il carico di informazioni supportate dallo standard era aumentato notevolmente e, per consentire maggiore stabilità, fu pubblicata la versione IFC 2x. Successivamente, nel 2003, la versione IFC 2x2 introduceva miglioramenti soprattutto in riferimento alla parte strutturale e di analisi, scomposizione dei componenti e facility management (Liebich, 2010). Nel 2001 iniziò lo sviluppo di ifcXML, la rappresentazione di IFC in XML. Questo standard consente di collegare lo schema IFC EXPRESS al linguaggio XML mediante una traduzione di linguaggio, questo però non era sufficiente per dare una risposta concreta alla modellazione delle informazioni. Proprio a causa della notevole diversità dei due linguaggi di programmazione (STEP e XML) il risultato ifcXML presentava file di dimensioni eccessive con importanti lacune nei dati (Behrman, 2002).

Nel 2006 IAI diventa buildingSMART. Assieme al nuovo nome, il cambiamento ha interessato soprattutto la vision del consorzio finalizzata alla divulgazione dei vantaggi che le aziende avrebbero avuto dal processo di progettazione integrata secondo le istanze dell'interoperabilità, migliorando la comunicazione, la produttività, i tempi di consegna, i costi e la qualità lungo tutto il ciclo di vita.

## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

Il cambio di approccio ha visto spostare l'attenzione verso i metodi minimalista e bottom-up, secondo quello che viene definito il "minimo utile", ovvero l'ambito minimo per lo scambio di dati che rende lo scambio basato su IFC una soluzione migliore rispetto a qualsiasi altro formato disponibile (Hietanen e Lehtinen's, 2006:1).

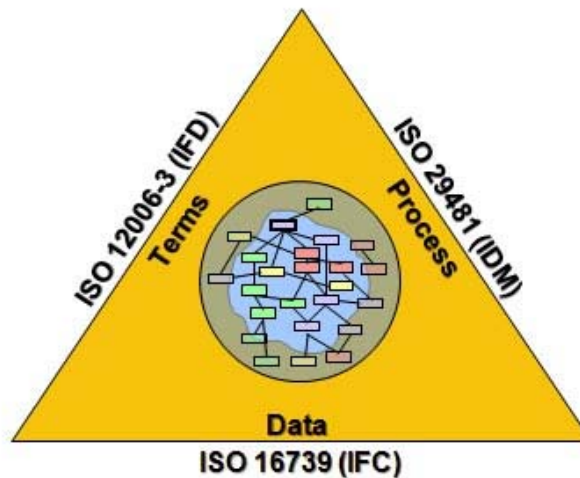
L'approccio minimalista ha introdotto il concetto di IDM (Information Delivery Manuals). Gli IDM supportano un processo di costruzione integrata in quanto mirano a soddisfare le esigenze sia degli sviluppatori relative all'implementazione tecnica, sia degli utenti finali durante il processo e lo scambio dei flussi di lavoro. In sostanza un IDM mira ad essere un riferimento per il modello BIM relativamente alla gestione dei dati del processo, andando a definire chi sono gli attori che producono, usano e beneficiano delle informazioni, qual è il tipo di informazione e in che modo i software dovrebbero supportare queste informazioni (Wix, 2007). Gli output dello standard IDM costituiscono la base per definire dettagliatamente le specifiche necessarie allo sviluppo di software, il suo scopo principale è quello di assicurare che dati rilevanti siano comunicati in maniera tale da poter essere correttamente interpretati dal software di destinazione. (ACCA, 2019)

Viene introdotto anche il concetto di MVD (Model View Definition), il cui obiettivo è "trovare un equilibrio tra le esigenze degli utenti/clienti e la parte di sviluppo del software, con la possibilità di documentarne chiaramente i risultati" (Hietanen, 2006: 2). MVD, nella sostanza, costituisce un sottoinsieme dello schema IFC che è necessario implementare nei software per soddisfare i requisiti di scambio di dati all'interno di un processo o attività specifiche. In un ambiente complesso e ricco di informazioni quale è il BIM, le viste di modello consentono operativamente di definire quali dati e informazioni (grafici e non grafici) è necessario visualizzare/considerare per raggiungere gli obiettivi e usi del modello stesso. Infine, c'è quello che viene definito il terzo pilastro dello scambio di dati IFC, l'IFD (International Framework for Dictionaries). IFD consente la creazione di dizionari o ontologie, per connettere le informazioni derivanti da database esistenti a modelli di dati IFC con la finalità di descrivere ciò che viene scambiato (Bell e Bjorkhaug, 2006).

Le informazioni IFD sono definite con ID univoci globali (GUID) che, associati a una libreria, possono produrre stringhe di testo leggibili dall'uomo, mostrando delle potenzialità illimitate di implementazione diventando una unica libreria globale in grado di soddisfare molteplici esigenze. Lo standard IFD è sviluppato secondo le indicazioni della ISO 12006-3 Building construction. Organization of information about construction works. Framework for object-oriented information

In sostanza, lo standard **IFC** descrive gli oggetti (entità e processi), le relazioni tra i dati e le modalità di scambio delle informazioni e dati archiviati, **IFD** contiene il dizionario con le definizioni di tali oggetti, delle relative proprietà, etc. e lo standard **IDM** fornisce la metodologia per la definizione dei processi al fine di ottimizzare lo scambio di informazioni e dunque la comunicazione tra i diversi attori del processo. L'immagine fornita da buildingSMART rappresenta i tre pilastri del concetto di interoperabilità nel quale vengono indicati anche le norme ISO di riferimento.

OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.



I tre pilastri dell'interoperabilità

Coerentemente con i principi di condivisione e partecipazione, secondo il modello circolare di sviluppo degli standard, nel 2009 buildingSMART mise in atto una raccolta di feedback da parte di diversi gruppi di utilizzatori mediante la distribuzione di un questionario al quale risposero in più di 200 tra utilizzatori attivi, sviluppatori di software e ricercatori nell'ambito degli standard IFC.

Le domande del questionario che ottennero un disaccordo particolarmente accentuato erano quelle relative alla facilità di utilizzo e comprensione degli standard IFC e del modello di definizione delle viste (MVD) finalizzato alle proprie esigenze. Inoltre, fu inserito tra le richieste il desiderio di avere a disposizione indicazioni pratiche in forma di manuali e istruzioni oltre che le specifiche di rilascio degli standard IFC.

Il 2006 è l'anno di uscita della versione IFC 2x3 che aveva lo scopo di fornire maggiore stabilità per recuperare il forte ritardo rispetto all'uscita della precedente versione IFC 2x2 del 2003 (Liebich, 2010). In questo periodo fu migliorato anche il processo di certificazione che focalizzava maggiormente l'attenzione sul controllo di qualità delle interfacce IFC con test più restrittivi rispetto al passato (Groome, 2010).

Nel 2013 è stata pubblicata la versione IFC4 che combina una serie di migliorie delle funzionalità delle specifiche IFC esistenti. L'obiettivo generale è di migliorare la coerenza, e la modalità di implementazione del set di dati IFC. A livello di core è stato aggiunto un nuovo concetto di libreria che definisce il registro di famiglie o stili di oggetti e i loro modelli. La versione permette di raggiungere un maggior controllo delle aggregazioni degli elementi. Per quanto concerne i calcoli energetici, la definizione dei confini dello spazio è stata aggiornata per supportare calcoli energetici e simulazioni avanzate. Inoltre, sono stati implementati e migliorati gli aspetti relativi alla modellazione e analisi strutturale (buildingSMART, 2019 a).

## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

Version	Name (HTML Documentation)	ISO publication	Published (yyyy-mm)	Current Status	HTML download (ZIP)	EXPRESS	XSD	pSet XSD	OWL HTML	RDF	TTL
4.2.0.0	IFC4.2	-	2019-04	Candidate Standard	ZIP	EXP	IFC4x2.xsd	-			
4.1.0.0	IFC4.1	-	2018-06	Official	ZIP	EXP	IFC4x1.xsd	-	ifcOWL IFC4.1	RDF	TTL
4.0.2.1	IFC4 ADD2 TC1	ISO 16739-1:2018	2017-10	Official	ZIP	EXP	IFC4.xsd	-	ifcOWL IFC4 ADD2 TC1	RDF	TTL
4.0.2.0	IFC4 ADD2	-	2016-07	Official	ZIP	EXP	IFC4_ADD2.xsd	-	ifcOWL IFC4 ADD2	RDF	TTL
4.0.1.0	IFC4 ADD1	-	2015-06	Retired	ZIP	EXP	IFC4_ADD1.xsd	-	ifcOWL IFC4 ADD1	RDF	TTL
4.0.0.0	IFC4	ISO 16739:2013	2013-02	Retired	ZIP	EXP	ifcXML4.xsd	PSD_IFC4.xsd	ifcOWL IFC4	RDF	TTL
2.3.0.1	IFC2x3 TC1	ISO/PAS 16739:2005	2007-07	Official	ZIP	EXP	IFC2X3.xsd	PSD_R2x3.xsl	ifcOWL IFC2x3 TC1	RDF	TTL
2.3.0.0	IFC2x3	-	2005-12	Retired	ZIP	EXP	-	-	ifcOWL IFC2x3	RDF	TTL
2.2.1.0	IFC2x2 ADD1	-	2004-07	Retired	ZIP	EXP	-	-	-	-	-
2.2.0.0	IFC2x2	-	2003-05	Retired	ZIP	EXP	-	-	-	-	-
2.1.1.0	IFC2x ADD1	-	2001-10	Retired	ZIP	EXP	-	-	-	-	-
2.1.0.0	IFC2x	-	2000-10	Retired	ZIP	EXP	-	-	-	-	-
2.0.0.0	IFC2.0	-	1999-10	Retired	-	-	-	-	-	-	-
1.1.1.0	IFC1.5 ADD1	-	1998-08	Retired	-	-	-	-	-	-	-
1.1.0.0	IFC1.5	-	1998-01	Retired	-	-	-	-	-	-	-
1.0.0.0	IFC1.0	-	1996-12	Retired	-	-	-	-	-	-	-

The table IFC Release Database was last modified at 2019-08-06 15:04:19 by Jeffrey Ouellette.

Lista delle releases IFC con collegamenti ai set IFC (buildingSMART, 2019b)

L'obiettivo è quello di inserire e aggiornare i set di dati con le specifiche relative al Patrimonio Culturale e al processo di gestione, secondo un approccio globale al bene e al contesto di inserimento, considerando i diversi settori disciplinari coinvolti.

### Bibliografia

ACCA, 2019: <http://biblus.acca.it/bim-e-ifc-linteroperabilita-tra-i-software-e-il-buildingsmart-international/>

Behrman W., 2002. Best practices for the development and use of XML data interchange standards. Center for Integrated Facility Engineering Technical Report. Vol. 131, pp. 27

Bell H., Bjørkhaug L., 2006. A buildingSMART ontology. Proceedings of the 2006 ECPPM Conference, 185-190

buildingSMART International, 2019a:

<https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/FINAL/HTML/>



## OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

buildingSMART International, 2019b:

<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>

Björk B-C, Penttila H., 1989. A scenario for the development and implementation of a building product model standard. *Advances in Engineering Software*, 11 (4), 176–187

Bloor M., Owen J., 1995. *Product data exchange*. UCL Press, London, pp. 262

Cargill C. 1989. *Information Technology Standardization: Theory, Process, and Organizations*, Digital Press, Bedford, MA, pp. 252.

de Vries, 2005. IT Standards Typology. In: Jakobs K. (Ed.) *Advanced Topics in Information Technology Standards and Standardization Research Volume 1*, Hershey, PA, USA, Idea Group Publishing, pp. 11-36

Eastman CM., 1999. *Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction*, Boca Raton, FL, CRC Press, pp. 411

Eastman CM., Bond A., Chase S., 1991. A formal approach for product model information. *Research in Engineering Design*, 2(2), 65–80.

Egyedi T., 1996. *Shaping of Standardization: A study of standards processes and standards policies in the field of telematic services*. Doctoral Thesis. Delft University, pp. 347

Ekholm A., 1999. Co-ordination of classifications for product modelling and established building classifications. *Proceedings of the 1999 CIB W78 Conference*, pp. 8

Ekholm A., 2005. ISO 12006-2 and IFC–Prerequisites for coordination of standards for classification and interoperability. *Journal of Information Technology in Construction*, 10, 275–289.

Gielingh W., 2008. An assessment of the current state of product data technologies. *Computer Aided Design*. Vol. 40 (7), 750-759

Hietanen J., 2006. *IFC Model View Definition Format - MVD*, International Alliance for Interoperability (IAI)

IAI 1999a. *IFC Object Model Architecture Guide*. Ed. Liebich T and See R. International Alliance Of Interoperability (IAI). Specification Task Force

IAI 1999b. *Specification Development Guide*. Ed. Wix J and See R. International Alliance Of Interoperability (IAI). Specification Task Force

IEEE 2019: [www.ieee.org](http://www.ieee.org)

ISO 2019 a: [www.iso.org/benefits-of-standards.html](http://www.iso.org/benefits-of-standards.html)

ISO 2019 b, [www.iso.org/developing-standards.html](http://www.iso.org/developing-standards.html)

Kemmerer SJ., 1999. *STEP: The Grand Experience*. NIST Special Publication 939, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, pp.185

Kiviniemi A., 2006. Ten years of IFC-development – Why are we not yet there?. Keynote lecture at the 2006 Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, Montreal, Canada

Kiviniemi A., 1999. IAI and IFC-state-of-the-art, *Proceedings of the 1999 CIB w78 Conference*, 2157-2169

Krechmer K., 2005. Open Standards Requirements. *The International Journal of IT Standards and Standardization Research*. Vol. 4 (1), 43-62



OR2.2 - Interoperabilità tra modello e software dedicati a fasi progettuali specialistiche.

- Groome, C., 2010. IFC Certification 2.0: Specification of Certification Process, 1-7
- Hietanen J., Lehtinen S., 2006. The useful minimum. Working paper. Tampere University of Technology. Virtual Building Laboratory, pp. 4
- Laakso M. e Kiviniemi A., 2012. The IFC Standard - A Review of History, Development, and Standardization. Electronic Journal of Information Technology in Construction. 17.
- Liebich T., 2010. Unveiling IFC2x4 - The next generation of OPENBIM.
- Liebich T, Wix J., 1999. Highlights of the development process of industry foundation classes. In Proceedings of the 1999 CIB W78 Conference, pp.18
- Lowell, 1999. The Yin and Yang of Standards Development. ASTM Standardization News. Vol. 27 (12), pp. 30-35
- Schenck D. e Wilson P., 1993. Information Modeling: The EXPRESS Way. New York, USA: Oxford University Press. p. 388
- Wix J. e Karlshøj J., 2007. Information Delivery Manual. Guide to Components and Development Methods,
- Tolman FP., 1999. Product modeling standards for the building and construction industry: past, present and future. Automation in Construction. Vol. 8 (3), 227-235