Building Information Modeling e l'interoperabilità tra software

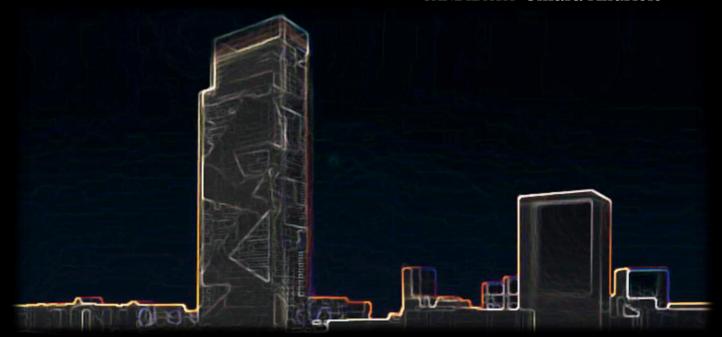
Caso Studio: Torre della Regione Piemonte

Modello dell'impianto Geotermico e d'irrigazione e raccolta delle acque reflue

Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile Geotecnica

RELATORE Prof.ssa Anna Osello
CORRELATORE Ing. Matteo Del Giudice

CANDIDATA Chiara Andriolo





Anno Accademico 2020/2021





Politecnico di Torino

Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile LM-23 (DM270) Geotecnica A.a. 2020/2021 Sessione di Laurea luglio 2021

Building Information Modeling e l'interoperabilità tra software

Caso Studio: Torre della Regione Piemonte Modello dell'impianto Geotermico e d'irrigazione e raccolta delle acque reflue

RELATORE Prof.ssa Anna Osello CORRELATORE Ing. Matteo Del Giudice

CANDIDATA Chiara Andriolo

The Building Information Modeling represents a design methodology, that allows to optimize the construction times and to carry out an action of coordination, between the engineering disciplines involved, in the realization and the management of a project. A further feature is to be able to manage in an organic way, even in different construction phases, all the information available.

The Thesis, focuses on the graphical restitution, performed through the modeling software Revit. Starting from a real case study, the Torre Regione Piemonte, three MEP models are built: the geothermal system, the irrigation and waste water collection system.

These models are then used to test the interoperability between software and highlight, strengths and criticality. With this objective, a conflict detection analysis is performed, in order to identify in a timely and precise way, any collisions between elements. In addition, interoperability tests, between the geothermal system model and the existing terrain model, are performed, in order to investigate the Geo-BIM area of interest.

From the comparison, the software examined result more suitable for the management of structural control operations, typical of the BIM environment. The interference control is an example: it can be managed with specific drives. The scenario regarding the Geo-BIM experimentation, on the contrary, is much more complex: the software does not have adequate tools and, as a consequence, it is necessary to indicate alternative processes.

Il Building Information Modeling rappresenta una metodologia progettuale che permette, di ottimizzare i tempi di costruzione e di svolgere un'azione di coordinamento, tra le discipline ingegneristiche coinvolte nella realizzazione e gestione di un determinato progetto. Un'ulteriore caratteristica, è quella di riuscire a gestire in modo organico, anche in fasi costruttive differenti, tutte le informazioni disponibili.

Il presente elaborato di Tesi, pone il focus sulla restituzione impiantistica, eseguita tramite il software di modellazione Revit. A partire da un caso studio reale, quello della Torre della Regione Piemonte, si ricavano tre modelli MEP, dell'impianto Geotermico e d'irrigazione e raccolta delle acque reflue, con i quali s'intende testare, l'interoperabilità tra software ed evidenziarne punti di forza e criticità.

Con questo obiettivo viene eseguita, sia un'analisi di Clash Detection, così da individuare in modo tempestivo e puntuale, eventuali collisioni tra istanze, che dei test d'interoperabilità, tra il modello dell'impianto geotermico e il modello del terreno esistente, in modo da investigare l'area d'interesse Geo-BIM.

Dal confronto, emerge che i software esaminati, siano più idonei, nella gestione di operazioni sul controllo strutturale, tipiche dell'ambiente BIM. Il controllo delle interferenze ne è un esempio, può essere gestito con adeguati tools e specifici drives. Lo scenario riguardante la sperimentazione Geo-BIM, è invece notevolmente più complesso, i software non possiedono strumenti adeguati, per questa ragione è necessario indicare processi alternativi.

Indice

INTRO	DUZIONE	1
CAPIT	OLO 1.B.I.M. LO STATO DELL'ARTE	5
1.1.	LA DEFINIZIONE	7
1.2.	La metodologia B.I.M	8
1.3.	B.I.M. E PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA	11
1.4.	COORDINAZIONE BIM	11
1.	.4.1. Professionalità coinvolte	17
1.	.4.2. Authoring Software e Tools	12
1.5.	Interoperabilità	12
1.6.	GEOTECNICA E B.I.M	14
1.	.6.1. Punti di forza	· 14
1.	.6.2. Criticità	14
CAPIT	OLO 2.IL CASO STUDIO	17
2.1.	Presentazione del caso studio	10
2.2.	INQUADRAMENTO GENERALE	
2.3.	SOFTWARE DI MODELLAZIONE	
2.1.	OBIETTIVO DELL'ELABORATO	
	OLO 3.MODELLO IMPIANTO GEOTERMICO	
3.1.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	
3.2.	SELEZIONE DEI DATI	
3.3.	TIME-LINE DI PROGETTAZIONE MODELLAZIONE MEP	
3.4.		
	.4.1. Creazione del file di progetto e delle viste	
	.4.2. Definizione dei livelli di dettaglio	
	.4.3. Modellazione delle famiglie in Revit	
	.4.4. Codifica delle famiglie e dei tipi	
	OLO 4.MODELLO IMPIANTO D'IRRIGAZIONE E RACCOLTA D	-
REFLU	JE DEL PARCHEGGIO	49
4.1.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	51
4.2.	SELEZIONE DEI DATI	52
4.0	THAT I INTEDITOROGETTA ZIONE	F 6

4.4. Mo	DELLAZIONE MEP	53
4.4.1.	Creazione del file di progetto e delle viste di pianta	54
4.4.2.	Definizione dei livelli di dettagli (LOD)	5 <i>4</i>
4.4.3.	Modellazione delle famiglie in Revit	56
4.4.4.	Codifica delle famiglie e dei tipi	58
4.4.5.	Abachi	62
4.4.6.	Browser di Sistema	64
CAPITOLO	5.MODELLO IMPIANTO D'IRRIGAZIONE E RACCOLTA DE	ELLE ACQUE
	DELLA TORRE	_
51 De	SCRIZIONE DELL'IMPIANTO	67
	LEZIONE DEI DATI	
	Time-line di progettazione	
5.2.1.	DELLAZIONE MEP	
5.3.1.	Creazione del file di progetto e delle viste di pianta	
5.3.2. 5.3.3.	Definizione dei livelli di dettagli (LOD) Modellazione delle famiglie in Revit	
5.3.4.		
	Codifica delle famiglie e dei tipiAbachi	
5.3.5.	Browser di Sistema	
5.3.1.	Browser at Sistema	80
CAPITOLO	6.CLASH ANALYSIS	81
6.1. Mo	DEL CHECKING	83
6.2. NA	VISWORKS	84
6.3. TR	ASFERIMENTO DEI DATI	86
6.4. Co	NTROLLO DELLE QUANTITÀ	87
6.5. CL	ASH DETECTION IN NAVISWORKS	91
6.5.1.	Definizione regole	91
6.5.2.	Clash Impianto Geotermico	·····93
6.5.3.	Clash Impianto d'irrigazione e raccolta acque IP	95
6.5.4.	Clash Impianto d'irrigazione e raccolta acque IT	<i>96</i>
6.5.1.	Criticità e punti di forza	
6.6. CL	ASH DETECTION IN REVIT	07
	1011 B B1B01101(11(1 4 E (11	97
6.6.1.	Criticità e punti di forza	
		100
6.7. RIS	Criticità e punti di forza SULTATI CLASH DETECTION	
6.7. RIS	Criticità e punti di forza SULTATI CLASH DETECTION	100 101 103
6.7. RISCAPITOLO7.1. TE	Criticità e punti di forza	100 101 103
6.7. RISCAPITOLO7.1. TE7.2. IN	Criticità e punti di forza	100101103105
6.7. RISCAPITOLO7.1. TE	Criticità e punti di forza	

7.2.1.	Modello federato su Civil 3D	109
7.2.2.	Modello federato su Revit	110
7.3. Geo	O-REFERENZIAZIONE MODELLO GEOTERMICO	112
7.3.1.	Procedura di Geo-referenziazione	112
7.4. Vis	UALIZZAZIONE DEI DATI GEOTECNICI	114
7.4.1.	Dati a servizio dell'impianto Geotermico	114
7.4.2.	Implementazione in Novapoint	115
7.4.3.	implementazione in Revit	116
7.5. Int	ERAZIONE TERRENO-IMPIANTO-SCAVO	118
7.5.1.	Novapoint e i volumi di scavo	118
7.5.2.	Revit e i volumi di scavo	120
7.6. RIS	ULTATI GEO-BIM	122
CAPITOLO	8.CONCLUSIONI	125
8.1. RIS	ULTATI E SVILUPPI FUTURI	127
CAPITOLO	9.ALLEGATI	131
9.1. Sch	HEDE LOG-LOI MODELLO DELL'IMPIANTO GEOTERMICO	133
9.2. Sch	IEDE LOG-LOI MODELLO DELL'IMPIANTO D'IRRIGAZIONE E RACCOLTA DEL	LE ACQUE
REFLUE D	EL PARCHEGGIO	139
9.3. Sch	IEDE LOG-LOI MODELLO DELL'IMPIANTO D'IRRIGAZIONE E RACCOLTA DEL	LE ACQUE
REFLUE D	ELLA TORRE	141
CAPITOLO	10.RIFERIMENTI	145
10.1.]	Riferimenti	1.47
	Bibliografia e Sitografia	
	RIFERIMENTI NORMATIVI	
	Indice delle fi	
	CLO DI VITA DI UNA COSTRUZIONE.	
	D E BIM-BASED WORK FLOW	
	HEMA GENERALE DELLE FASI PROGETTUALI.	
	RMATO IFC.	
	RRE DELLA REGIONE PIEMONTE	
FIGURA 6 MC	DELLO DELL'IMPIANTO GEOTERMICO SITO NEGLI I.P.	20
FIGURA 7 MC	DELLO IMPIANTO D'IRRIGAZIONE E RACCOLTA ACQUE REFLUE DEGLI I.P	21
FIGURA 8 MC	DELLO IMPIANTO D'IRRIGAZIONE E RACCOLTA ACQUE REFLUE DEGLI I.T	21
FIGURA 9 WC	ORK FLOW MODELLAZIONE BIM	24

FIGURA 10 RAPPRESENTAZIONE IMPIANTO GEOTERMICO	25
FIGURA 11 STRUTTURALE INTERRATI PARCHEGGIO	20
FIGURA 12 ARCHITETTONICO INTERRATI PARCHEGGIO.	27
FIGURA 13 SISTEMI DI TUBAZIONE.	28
FIGURA 14 VISTE DI PIANTA.	29
FIGURA 15 POZZETTO IDRAULICO 300x220.	35
FIGURA 16 FAMIGLIA DEGLI ACCESSORI IDRAULICI ZAVORRA.	35
FIGURA 17 FAMIGLIA CARICABILE SONDA GEOTERMICA.	
FIGURA 18 FAMIGLI COLLETTORE PRINCIPALE.	38
FIGURA 19 FAMIGLIA CARICABILE SOTTO COLLETTORI.	38
FIGURA 20 FAMIGLIA APPARECCHI IDRAULICI ELETTROPOMPA	36
FIGURA 21 FAMIGLIA APPARECCHI IDRAULICI GRUPPO POLIVALENTE	36
FIGURA 22 FAMIGLIA CARICABILE DEI PIEZOMETRI.	37
FIGURA 23 CAMPI DI NOMENCLATURA FAMIGLIA E TIPO	37
FIGURA 24 ESEMPIO ABACO DEGLI APPARECCHI IDRAULICI	39
FIGURA 25 CLASSIFICAZIONE NORMA UNI 8290	42
FIGURA 26 PROCEDIMENTO DI ASSEGNAZIONE CODICE PADRE	44
FIGURA 27 ACQUISIZIONE PARAMETRI CONDIVISI.	45
FIGURA 28 INTERFACCIA BIM ONE.	46
FIGURA 29 PROPRIETÀ D'ISTANZA E TIPO	4
FIGURA 30 BROWSER DI SISTEMA IDRONICO	48
FIGURA 31 WORK FLOW MODELLAZIONE IRRIGAZIONE. I.P.	50
FIGURA 32 RAPPRESENTAZIONE DELL'IMPIANTO D'IRRIGAZIONE I.P	5
FIGURA 33 SISTEMA DELLE TUBAZIONI.	55
FIGURA 34 VISTE DELLA PIANTA DEI PAVIMENTI.	54
FIGURA 35 FAMIGLIE MODELLATE IN MEP.	56
FIGURA 36 POZZETTO IDRAULICO 1750x1450.	56
FIGURA 37 RESTITUZIONE ELETTROVALVOLA.	57
FIGURA 38 RESTITUZIONE IRRIGATORE.	5′
FIGURA 39 CODIFICA DELLA FAMIGLIA DEGLI APPARECCHI IDRAULICI	58
FIGURA 40 ESEMPIO DI ABACO DEGLI APPARECCHI IDRAULICI.	62
FIGURA 41 PROPRIETÀ D'ISTANZA E TIPO	65
FIGURA 42 BROWSER DI SISTEMA IDRONICO.	64
FIGURA 43 WORK FLOW MODELLAZIONE IRRIGAZIONE I.T.	66
FIGURA 44 RAPPRESENTAZIONE DELL'IMPIANTO D'IRRIGAZIONE I.T	67
FIGURA 45 SISTEMI DI TUBAZIONI IT	69
FIGURA 46 VISTE DI PIANTA.	70
FIGURA 47 FAMIGLIE MODELLATE	72
FIGURA 48 POZZETTO IDRAULICO 1750x1450.	72
FIGURA 49 RESTITUZIONE MEP ELETTROVALVOLA	75

FIGURA 50 RESTITUZIONE MEP IRRIGATORE	73
FIGURA 51 QUADRO DI CONTROLLO MODELLATO IN MEP.	74
FIGURA 52 POMPA IDRAULICA MODELLATA IN MEP.	75
FIGURA 53 CODIFICA DELLA FAMIGLIA DELL'IMPIANTO IRR I.T.	75
FIGURA 54 ESEMPIO DI ABACO DEGLI APPARECCHI IDRAULICI.	79
FIGURA 55 PROPRIETÀ D'ISTANZA E DI TIPO.	80
FIGURA 56 WORK FLOW CLASH NAVISWORKS.	82
FIGURA 57 WORK FLOW CLASH REVIT.	82
FIGURA 58 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEL MODEL CHECKING	83
FIGURA 59 LIVELLI DI CLASH DETECTION.	84
FIGURA 60 PROCESSO TEST DI INTEROPERABILITÀ SU NAVISWORKS.	85
FIGURA 61 FORMATI D'ESPORTAZIONE DEI MODELLI DA REVIT.	86
FIGURA 62 ESPORTAZIONE IN FORMATO NWC.	86
FIGURA 63 ESPORTAZIONE IN FORMATO IFC.	87
FIGURA 64 NUMERO QUANTITÀ IMPORTATE.	88
FIGURA 65 TROVA QUANTITÀ	88
FIGURA 66 ANALISI DELLE QUANTITÀ.	89
FIGURA 67 EDITOR CLASH.	92
FIGURA 68 ESPORTAZIONE RAPPORTO.	93
FIGURA 69 SOVRAPPOSIZIONE DEI MODELLI.	94
FIGURA 70 CLASH IMPIANTO GEOTERMICO.	94
FIGURA 71 SOVRAPPOSIZIONE DEI MODELLI.	95
FIGURA 72 CLASH IMPIANTO IRR I.P.	95
FIGURA 73 SOVRAPPOSIZIONE DEI MODELLI	
FIGURA 74 CLASH IMPIANTO IRR IT	97
FIGURA 75 CONTROLLO INTERFERENZE IN REVIT	98
FIGURA 76 RAPPORTO D'INTERFERENZA NEL MODELLO GEOTERMICO REVIT	99
FIGURA 77 RAPPORTO D'INTERFERENZA IRR. TORRE REVIT	99
FIGURA 78 RAPPORTO INTERFERENZE IRR PARCHEGGIO REVIT	
FIGURA 79 MODELLO DEL TERRENO.	106
FIGURA 80 IMPORTAZIONE IMPIANTO GEOTERMICO.	
FIGURA 81 WORK FLOW INTEROPERABILITÀ NOVAPOINT.	107
FIGURA 82 INTERAZIONE TERRENO E SONDE IN NAVISWORKS.	108
FIGURA 83 WORK FLOW INTEROPERABILITÀ NAVISWORKS.	109
FIGURA 84 WORK FLOW INTEROPERABILITÀ CIVIL 3D.	109
FIGURA 85 INTERAZIONE TERRENO E SONDE CIVIL 3D.	
FIGURA 86 MODELLO DEL TERRENO REVIT.	
FIGURA 87 WORK FLOW INTEROPERABILITÀ REVIT.	111
FIGURA 88 COMANDO XRIF.	
FIGURA 89 ACQUISIZIONE COORDINATE.	113

FIGURA 91 PARAMETRI GEOTECNICI.	116
FIGURA 92 INTRODUZIONE PARAMETRI IN REVIT.	117
FIGURA 93 SUPERFICIE DI SCAVO.	119
FIGURA 94 VOLUME DI SCAVO IN NOVAPOINT.	120
FIGURA 95 FASI DI SCAVO	120
FIGURA 96 SUPERFICI DI SCAVO.	121
FIGURA 97 ABACO SCAVO TUBAZIONI.	121
т 1. 1 11 77. 1	11
Indice delle Tal	oelle
TABELLA 1 SCHEDA LOG COLLETTORE	
TABELLA 2 SCHEDA LOI COLLETTORE.	31
TABELLA 3 FAMIGLIE MODELLATE IN MEP.	32
TABELLA 4 CODIFICA FAMIGLIE GEO.	38
TABELLA 5 CODIFICA TIPO GEO.	39
TABELLA 6 CAMPI ABACO.	40
TABELLA 7 SCHEDA LOG IRRIGAZIONE PARCHEGGIO.	55
TABELLA 8 SCHEDA LOI IRRIGAZIONE PARCHEGGIO.	55
TABELLA 9 CODIFICA IDRAULICA FAMIGLIE IRR I.P.	59
TABELLA 10 CODIFICA ELETTRICA FAMIGLIE IRR IP.	60
TABELLA 11 CODIFICA IDRAULICA TIPO IRR I.P.	61
TABELLA 12 CODIFICA ELETTRICA TIPO IRR I.P.	61
TABELLA 13 CAMPI ABACO.	63
TABELLA 14 SCHEDA LOG-LOI IRRIGAZIONE IT.	71
TABELLA 15 CODIFICA ELETTRICA TIPO IRR I.T.	76
TABELLA 16 CODIFICA IDRAULICA TIPO IRR I.T.	76
TABELLA 17 CODIFICA ELETTRICA FAMIGLIE IRR I.T.	77
TABELLA 18 CODIFICA IDRAULICA FAMIGLIE IRR I.T.	78
TABELLA 19 QUANTITÀ REVIT.	89
TABELLA 20 QUANTITÀ NAVISWORKS NWC.	90
TABELLA 21 QUANTITÀ NAVISWORKS IFC.	90
TABELLA 22 CONFRONTO RISULTATI CLASH	101
TABELLA 23 CRITERI DI RIFERIMENTO CLASH	102
TABELLA 24 WORK FLOW INTEROPERABILITÀ.	104
TABELLA 25 CARATTERIZZAZIONE TERMICA.	115
TABELLA 26 VOLUMI DI SCAVO REVIT	122
TABELLA 27 CRITERI DI RIFERIMENTO GEO BIM.	123

FIGURA 90 ACQUISIZIONE REVIT. 114



Introduzione

Il Building Information Modeling è un metodo innovativo di progettazione e gestione dell'esistente, introdotto nel campo dell'ingegneria in modo da sostenere la progettazione tradizionale.

L'applicazione della metodologia BIM al settore delle costruzioni, permette di migliorare il coordinamento tra le differenti professionalità coinvolte, e tra le informazioni di progetto. Di fatto il modello progettuale restituito in BIM, risulta più efficiente in termini di costi e tempi, e di gestione delle risorse.

Il presente elaborato di tesi, è concettualmente suddiviso in due sezioni, la prima pone l'attenzione sulla restituzione impiantistica, eseguita tramite il software di modellazione Revit, la seconda intende testare, l'interoperabilità tra software in modo da indagare i campi d'applicazione dei modelli prodotti ed evidenziarne punti di forza e criticità.

Al fine di mettere in pratica quanto appena introdotto, è stato utilizzato un caso studio reale, quello della Torre della Regione Piemonte. Partendo da file CAD 2D sono stati redatti tre modelli informati impiantistici di tipo idraulico:

- L'impianto Geotermico sito negli interrati del parcheggio Torre;
- L'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue sito lungo la copertura del parcheggio Torre;
- L'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue sito lungo la copertura degli interrati della Torre e lungo la coorte interna.

La modellazione in ambiente BIM, è stata realizzata prestando attenzione alle linee guida, fornite dal coordinatore BIM per l'intero progetto della Torre. Tutte le istanze sono state modellate con rigide regole di codifica degli elementi, facendo riferimento a parametri di progetto condivisi, in modo da produrre modelli coerenti e coordinati tra loro. Gli elaborati così prodotti si compongono di abachi tavole e tabelle tramite cui, è possibile visualizzare i dettagli e le informazioni introdotte a completamento della modellazione geometrica. I tre Modelli MEP a modellazione ultimata, sono stati utilizzati nell'implementazione

del modello federato multidisciplinare della Torre, insieme ai rispettivi modelli architettonici e strutturali esistenti.

L'obiettivo dei test d'interoperabilità eseguiti, è stato invece, quello valutare le potenzialità di diversi programmi e vagliare le varie tipologie di formato che hanno permesso, di esportare e importare i dati prodotti su diverse piattaforme. Nell'ambito dell'interoperabilità, sono stati analizzati due campi di sperimentazione distinti, uno tipicamente BIM volto all'analisi delle strutture ed uno Geo-BIM, in modo da valutare una possibile interazione tra il modello dell'impianto geotermico e il modello del terreno.

In particolare, il primo ambito di ricerca testato, è quello relativo all'analisi di Clash Detection, che ha permesso di individuare in modo rapido e dettagliato le collisioni, tra le istanze di un singolo modello, e tra gli elementi modellati in differenti discipline, come quelli dei modelli architettonici e strutturali esistenti. L'analisi delle interferenze è stata condotta utilizzando due software differenti Revit e Navisworks entrambi appartenenti alla famiglia Autodesk. L'attività preliminare, all'analisi vera è propria, ha interessato il controllo delle quantità esportate e la verifica della loro completezza, in modo da rintracciare eventuali perdite d'informazione.

Come accennato, il secondo campo esaminato è quello Geo-BIM, in cui il modello del terreno già esistente, fornito nel formato Quadri Model è stato aperto per mezzo del software Novapoint, ed è stato possibile implementato con i dati a servizio dell'impianto Geotermico. L'obiettivo in questo secondo caso è stato quello di provare a fare interagire il modello del terreno e quello dell'impianto Geotermico. Il modello del terreno è stato successivamente esportato in diversi formati utilizzando diversi plugins che hanno reso possibile, lo scambio di dati in entrate e uscita dai diversi software impiegati. Tramite Civil 3D, è stata eseguita la georeferenziazione dell'impianto geotermico necessaria per collocare l'impianto all'interno del terreno.

In fine ne è stato valutato il volume di scavo e riporto, sia utilizzando Novapoint che Revit, in modo da confrontarne due le procedure.

È emerso che i software esaminati, siano stati programmati principalmente, per operare in ambiente BIM. Infatti il controllo delle interferenze è stato eseguito con adeguati tools e specifici drives. Il discorso si è complicato, nel caso della

sperimentazione Geo-BIM. Infatti, non sono ancora, stati prodotti dalle software house, programmi con strumenti idonei alle operazioni d'interesse geotecnico, che sono state eseguite ricorrendo a percorsi sostitutivi.

È importante, portare l'interazione tra metodologia BIM l'ingegneria civile e la Geotecnica al pari delle altre discipline, in modo da realizzare progetti, con una visione d'insieme più ampia, garantendo a tutti gli specialisti, di lavorare a modelli chiari e ricchi d'informazioni, utili sia in fase di progettazione che in quelle di gestione del costruito.





1.1. La definizione

Il processo BIM esprime un metodo di progettazione che permette di coordinare in modo efficace, sia le fasi costruttive che caratterizzano il ciclo di vita di un'opera (Figura 1) che il lavoro prodotto da ciascuna professionalità chiamata in causa all'interno del progetto.



Figura 1 Ciclo di vita di una costruzione. Elaborazione originale dell'autore

"Rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di una struttura che crea una risorsa di conoscenza condivisa per informazioni sulla struttura stessa ed una base affidabile per tutte le decisioni durante il suo ciclo di vita dall'ideazione iniziale alla demolizione" [1].

Quelle sopra citate, sono due tra le definizioni di BIM più diffuse in letteratura che descrivono in modo completo questa metodologia.

Il BIM si serve di un modello tridimensionale informato in cui far confluire, tutti i documenti di progetto e permette di eseguire azioni di coordinamento tra differenti discipline e azioni di simulazione. Quest'ultime, sfruttano l'interoperabilità tra software, consentendo di valutare in anticipo, rischi e conseguenze di eventuali scelte progettuali, ottimizzando tempi e costi.

1.2. La metodologia B.I.M.

Con il Building Information Modeling si introduce nel campo della progettazione un nuovo metodo che ha come obiettivo finale, quello di rendere il più funzionali e aggiornate possibili le tecniche utilizzate tradizionalmente.

La prassi a cui ci si è attenuti per anni prevedeva, di abbinare alle differenti fasi progettuali, la produzione di elaborati CAD.

Questo iter, produce disegni sconnessi l'uno dall'altro, ciascuna tavola progettuale, ad esempio, viene disegnata in modo autonomo dalle altre. Qualora nascesse l'esigenza di dover apportare delle correzioni in tali elaborati, queste andrebbero inserite manualmente ed aggiornate in ciascuna vista di progetto. Nasce quindi un problema di coordinazione tra file che si complica in modo ulteriore, negli ambienti di lavoro composti da team con differenti professionalità.

La coordinazione BIM, dal punto di vista geometrico, fa sì che all'interno di un modello parametrico 3D, le modifiche apportate ad una generica vista di pianta di sezione o di prospetto si possano automaticamente individuare in tutte le altre.

"Una procedura ottimizzata per la pianificazione, realizzazione e gestione di costruzioni tramite l'ausilio di software dedicati alla modellazione digitale tridimensionale" [2].

Lo schema di (Figura 2) descrive in modo chiaro e immediato, l'idea che differenzia i due tipi di approccio alla progettazione introdotti CAD-Project BIM-Project.

Il progetto restituito in BIM, non si limita alla sola rappresentazione grafica tridimensionale. La restituzione geometrica, di ciascun elemento modellato denominato istanza, è combinata con un'attività di codifica. Quest'ultima operazione, è sempre preceduta dalla raccolta dei dati progettuali, da selezionare e annettere al modello informato.

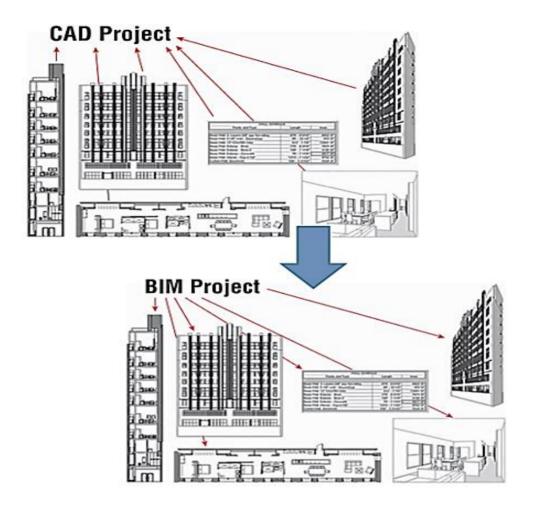


Figura 2 CAD e BIM-based work flow FONTE: L. Kirby, E. Krygiel, M. Kim, Mastering Autodesk Revit 2018, Sybex A Wiley Brand [Ultima consultazione 26-06-2021].

L'operazione di codifica, viene eseguita facendo riferimento a delle regole, enunciate all'interno delle linee guida progettuali, in modo che tutti i modelli appartenenti allo stesso progetto, possiedano lo stesso linguaggio parametrico. L'obiettivo finale è quello di ottenere un unico file, con indicazioni utili all'intero ciclo vitale dell'opera progettata.

Il concetto di dinamicità è fondamentale all'interno del metodo BIM poiché i modelli possono sempre essere aggiornati. Gli attori coinvolti ad esempio, possono accedere al modello centrale e in relazione alle proprie competenze, aggiungervi nuove informazioni, o apportare eventuali correzione, in qualsiasi momento.

Le informazioni parametriche inserite all'interno del modello BIM, rappresentano delle piccole tessere di un puzzle, che combinate tra loro permettono di ottenere una visione più ampia dell'intero progetto.

L'immagine di (Figura 3) attraverso lo schema generale delle fasi progettuali, individua le principali informazioni attribuite al modello dinamico.

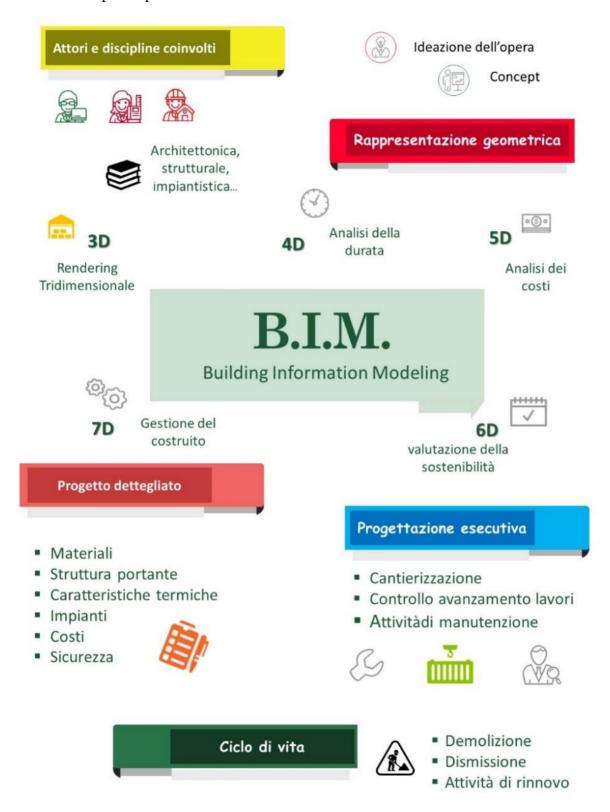


Figura 3 Schema generale delle fasi progettuali. Elaborazione originale dell'autore.

1.3. B.I.M. e Progettazione Impiantistica

Il metodo BIM può essere applicato anche alla progettazione degli impianti, descritta ricorrendo all'acronimo MEP di Mechanical, Electrical and Plumbing. Il vantaggio di lavorare ad un modello MEP, è legato alla capacità di visualizzarlo all'interno di un modello architettonico e strutturale, già a partire dalle prime fasi di progettazione. Questa prerogativa, unita ad un alto livello di dettaglio, fa sì che il progettista possa valutare tempestivamente, ipotetiche criticità, come eventuali interferenze, tra le diverse componenti di un'opera architettonica.

1.4. Coordinazione BIM

Coordinazione e cooperazione, rappresentano i due concetti fondamentali per il metodo BIM, per questa ragione è fondamentale applicarli al progetto, sia in termini di file prodotti, che devono essere coordinati tra loro, che in termini di esperti coinvolti nella progettazione.

1.4.1. Professionalità coinvolte

La figura professionale a cui viene affidato il compito di gestire e coordinare tutto processo BIM è quella del **Project Manager**, che si avvale di un **BIM Coordinator**, per la scelta degli esperti da coinvolgere nel progetto. Quest'ultimo assegna, a ciascun professionista **BIM Specialist**, il compito di produrre elaborati e documenti progettuali, in funzione della disciplina di competenza. A lavoro ultimato, i singoli modelli redatti per disciplina, confluiscono all'interno di un unico modello, denominato **Modello Federato**.

Il Project Manager con l'aiuto del team di cui si avvale, ha la facoltà di segnalare eventuali criticità. Ciascuna modifica, deve però essere eseguita, dai singoli professionisti, in funzione delle proprie competenze.

La procedura appena descritta, garantisce che il progetto finale, risulti il più corretto possibile.

1.4.2. Authoring Software e Tools

I BIM Authoring Software e i BIM Tools rappresentano le due macro categorie di cui si avvale la progettazione BIM:

- BIM Authoring Software, permettono di eseguire la modellazione 3D geometrica e parametrica;
- BIM Tools, sono strumenti che vengono utilizzati, in modo da attribuire un'applicazione pratica al modello 3D, con l'obiettivo di ottimizzare l'iter progettuale.

1.5. Interoperabilità

Applicare il metodo BIM rappresenta una valida soluzione a patto che, tutti gli esperti coinvolti nella progettazione, riescano a scambiarsi informazioni e coordinarsi tra loro, in modo semplice e rapido. Nel passaggio da una piattaforma software all'altra è necessario che non vi sia una considerevole perdita, né di dati geometrici né quelli parametrici. Per questa ragione, viene introdotto un ulteriore concetto quello d'interoperabilità che rappresenta, la capacità d'interazione tra modelli. Tra le prime definizioni di interoperabilità va menzionata, quella introdotta dal decreto legislativo del 18 aprile 2016 n°50, in cui al comma uno dell'articolo 4 si offre la seguente definizione:

"I dati sono connessi a modelli multidimensionali orientati a oggetti [...] e devono essere richiamabili in qualunque fase e da ogni attore durante il processo di progettazione, costruzione e gestione dell'intervento secondo formati digitali aperti e non proprietari, normati [...] a livello nazionale o internazionale e controllati nella loro evoluzione tecnica da organismi indipendenti" [3].

Di conseguenza l'interoperabilità può essere garantita applicando diverse soluzioni quali:

- Utilizzo di un unico software;
- Scelta di specifici formati;
- Open BIM.

Le prime due tecniche, contrastano l'insorgenza di eventuali problemi di incompatibilità tra file, tramite la creazione di un ambiente di lavoro chiuso definito in linguaggio tecnico proprietario. Modellare in questo tipo di ambiente implica l'utilizzo di un unico software, per la creazione del modello federato, o in alternativa, la possibilità di utilizzare specifici formati come:

- DWG (formato della casa Autodesk utilizzato disegno 2D);
- RFA (formato in cui vengono create le famiglie tramite Revit);
- RVT (formato Revit di modelli parametrici);
- NWC (formato per comunicare tra Revit e Naviswork).

L'interoperabilità in questo caso è garantita da accordi stipulati tra case produttrici.

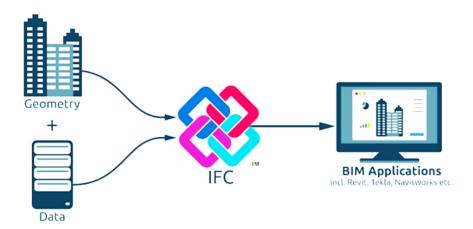


Figura 4 Formato IFC.
FONTE: https://medium.com/blaze-academy/what-is-bim-c979dbec9596
[ultima consultazione il 25/06/2021]

Diversamente dalle prime, la terza soluzione permette di lavorare in un sistema aperto. Il formato che lo rende possibile è l'Industry Foundation Classes o IFC (Figura 4), definito tramite standard internazionale "ISO 16739 2013" e normato, dalla legge "UNI EN ISO 16739 2016" per la condivisione dei dati nel settore delle costruzioni e degli impianti, aggiornata dalla UNI EN ISO 16739-1 2020.

"L'IFC rappresenta uno standard internazionale aperto per i dati BIM che sono scambiati e condivisi tra applicazioni software utilizzate dai diversi partecipanti nell'industria delle costruzioni o del facility management" [4].

Di conseguenza il formato IFC. in quanto formato aperto, permette di gestire lo scambio d'informazioni in un ambiente non proprietario, facilitando il processo d'interoperabilità.

1.6. Geotecnica e B.I.M.

La geotecnica è una disciplina che permette di indagare il comportamento del suolo, modellandolo dal punto di vista ingegneristico.

Integrare il metodo BIM alla geotecnica permette, di ricostruire la stratigrafia di un suolo e studiarne l'interazione con le strutture. Queste operazioni conducono ad una visione più completa dell'opera, in cui è possibile collocare virtualmente il modello progettuale all'interno del modello del terreno, ottenuto a seguito d'indagini di caratterizzazione, è studiandone gli eventuali scenari tramite operazioni di simulazione.

1.6.1. Punti di forza

Tra i principali vantaggi nati dell'interazione tra BIM e Geotecnica, va citata l'ottimizzazione nella gestione dei dati. Quest'ultimi si ricavano tramite indagini geotecniche. Il procedimento GEO-BIM in tal senso, permette di identificare in modo rapido le aree già esaminate e di pianificare, future campagne di caratterizzazione. Al completamento di tali attività, i dati geotecnici a disposizione, saranno introdotti nel modello del terreno che risulta così completo e organizzato.

A titolo d'esempio si riportano solo alcune tra le informazioni, con cui il modello del terreno può essere implementato:

- Stratigrafia;
- Volumetria:
- Quote di falda;
- Informazioni termiche del sottosuolo.

1.6.2. Criticità

L'interazione tra modello informato del terreno e modello progettuale, impiantistico o architettonico, non è semplice. Le criticità maggiori vanno rintracciate nella gestione dei dati che vengono spesso forniti, in differenti formati non sempre compatibili tra loro. Per evitare di perdere informazioni importanti è necessario eseguire un'operazione di digitalizzazione dei dati in

modo da utilizzare formati leggibili dai i software coinvolti nel processo d'interoperabilità. Un ulteriore criticità, è quella legata alla mole di pubblicazioni scientifiche, che trattano dell'interazione tra la Geotecnica e il BIM che risulta piuttosto limitata.

Capitolo 2. Il caso studio



2.1. Presentazione del caso studio

La Torre della Regione Piemonte rappresentata in (Figura 5), rappresenta il caso studio reale, tramite il quale è stata condotta la modellazione BIM e la sperimentazione dell'interoperabilità, trattata dal seguente elaborato di Tesi.

L'opera è sita nel comune di Torino ed è stato costruito nell'ambito di un piano di riqualificazione urbana dell'area "Ex Fiat Avio", curato dell'architetto Massimiliano Fuksas. [5]

Tra le curiosità storiche che accompagnano la realizzazione del progetto, vi è quella di un vincolo normativo che impediva, all'interno del comune di Torino, di costruire edifici che superassero in elevazione la Mole Antonelliana. Alla luce di quanto appena detto, non sarebbe stato possibile costruirla così come la vediamo oggi, dal momento che il progetto originario collocava la Torre, in un'area centrale del comune di Torino tra Corso Mediterraneo, Corso Lione e via Mauri. La combinazione tra diversi fattori quali l'approvazione di una variante al piano regolatore comunale, il cambio di collocazione e le numerose varianti progettuali, hanno fatto sì che l'opera divenisse uno tra i grattacieli più alti in Italia, caratterizzato da 205 metri di altezza, 42 piani fuori terra e 2 piani interrati. Il caso studio si presenta come un'opera complessa, composta da diversi edifici, ciascuno dei quali è stato ideato in modo da assolvere ad esigenze funzioni differenti.



Dal punto di vista strutturale, al centro del progetto è posto l'edifico principale quello della Torre realizzato in vetro e cemento armato, contornato dall'edificio del Cortile interrato, quello del Centro servizi ed in fine dal Parcheggio [6].

2.2. Inquadramento generale

Il seguente elaborato di Tesi concentra il lavoro di modellazione su due degli edifici appartenenti al progetto Torre della Regione Piemonte il parcheggio e gli interrati della Torre. Nel dettaglio sono stati modellati tre impianti appartenenti a due tipologie idrico sanitarie differenti:

- L'impianto Geotermico, rappresentato nella tavola di (Figura 6), sito negli interrati del parcheggio Torre;
- L'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue rappresentato nella tavola di (Figura 7), sito lungo la copertura del parcheggio Torre;
- L'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue rappresentato nella tavola di (Figura 8), sito lungo la copertura degli interrati della Torre e lungo la coorte interna.

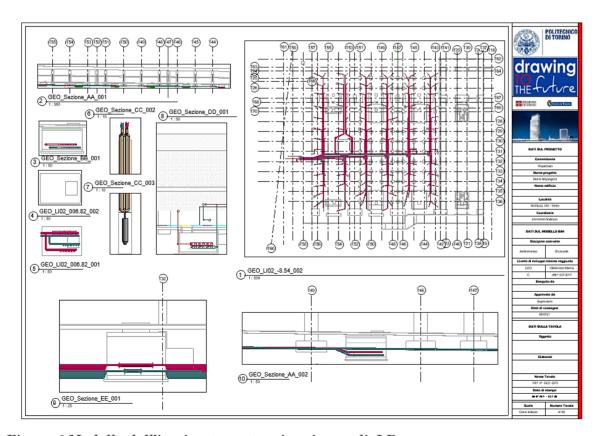


Figura 6 Modello dell'impianto geotermico sito negli I.P. Estratto da elaborato personale Revit.

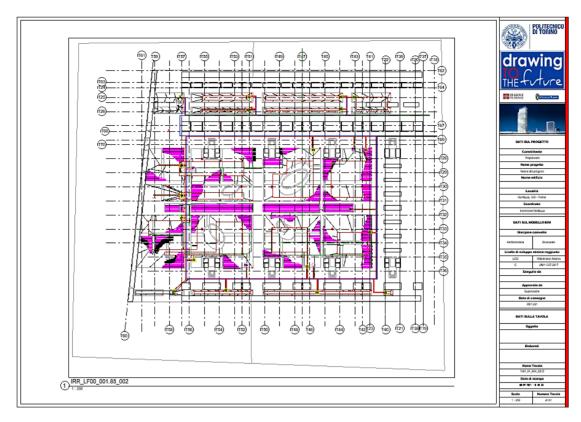


Figura 7 Modello impianto d'irrigazione e raccolta acque reflue degli I.P. Estratto da elaborato personale Revit.

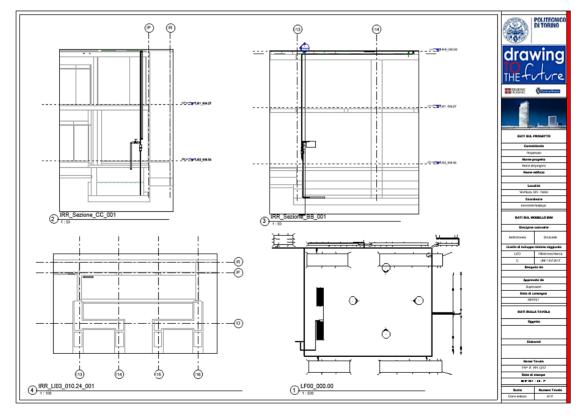


Figura 8 Modello impianto d'irrigazione e raccolta acque reflue degli I.T. Estratto da elaborato personale Revit.

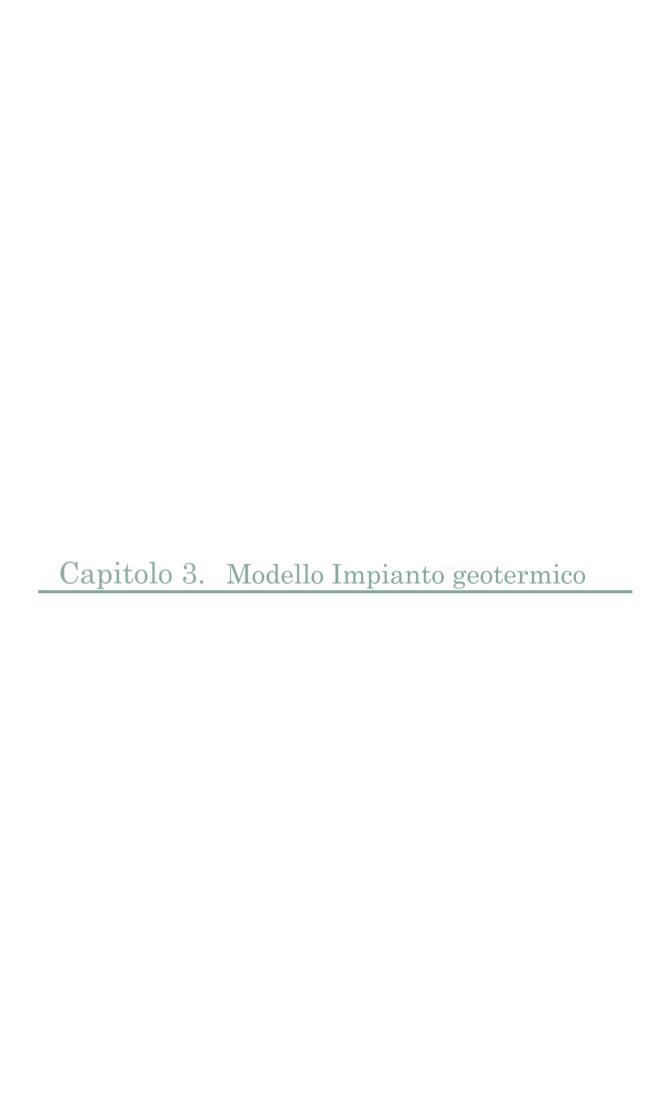
L'assegnazione di tale caso studio è legata al fatto che il team di Drawing TO the future, gruppo di ricerca del laboratorio del Politecnico di Torino, ha ricevuto l'incarico di convertire la produzione CAD con una rappresentazione in ambiente BIM, dell'intero progetto, con il proposito di rendere più accessibili le operazioni di gestione del costruito.

2.3. Software di Modellazione

Revit è il software di modellazione BIM, appartenente alla famiglia Autodesk, scelto per eseguire la restituzione geometrica e parametrica, dei tre impianti introdotti al capitolo precedente. In particolare è stata utilizzata, la sezione di modellazione MEP, relativa al settore degli impianti elettrici, idraulici e meccanici. La peculiarità del software è quella di riuscire ad ottenere un modello Federato che permetta di gestire in un unico file, tutti i lavori prodotti nell'ambito di differenti discipline, al fine di visualizzare il progetto in esame, in modo completo. Nell'esecuzione dell'elaborato di tesi, è stata utilizzata la versione di Revit del 2019, cercando di evitare l'insorgenza di conflitti nella fase finale, di coordinazione interdisciplinare tra i modelli della Torre precedentemente prodotti.

2.1. Obiettivo dell'elaborato

Come già accennato l'obiettivo dell'elaborato di Tesi è quello di produrre tre modelli informati, relativi agli impianti idraulici introdotti al paragrafo precedente (2.2), prestando particolare attenzione alle rigide norme di codifica relative alle singole istanze progettuali. Al termine di questa operazione si procederà alla sperimentazione de test d'interoperabilità. In particolare verranno indagati due BIM uses differenti, uno relativo al controllo delle interferenze, servendosi dell'analisi di Clash Detection ed uno relativo all'area Geo-BIM.



Restituzione B.I.M.

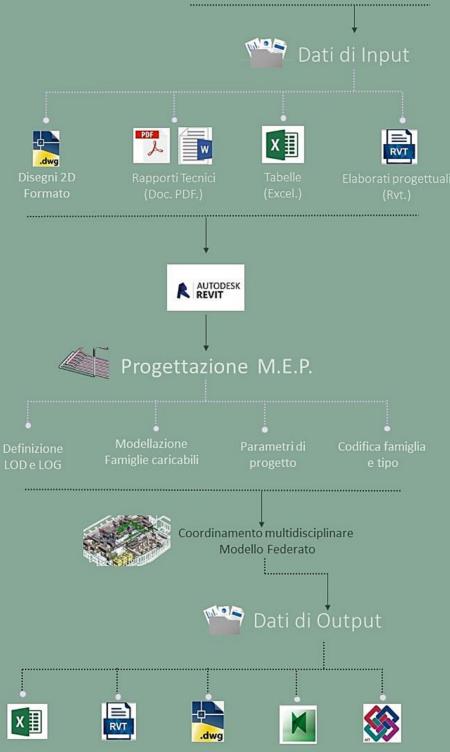


Figura 9 Work flow Modellazione BIM Elaborazione originale dell'autore.

3.1. Descrizione dell'impianto

L'impianto geotermico comprende un campo sonde (Figura 10), composto da centocinquanta sonde verticali, del tipo a U, ognuna di esse lunga 150m. Le tubazioni con cui sono state realizzate, sono costituite da polietilene PE100 Pn 16, sia per la mandata che per il ritorno, hanno un diametro esterno di 40 mm e sono raccordate in sommità, tramite connessioni elettrosaldate a Y. Ciascuna sonda, comunica all'interno di un sistema chiuso, tramite dei collegamenti orizzontali a una coppia di collettori principali, posizionati in pozzetti interrati, che a loro volta sono connessi alla centrale termofrigorifera.

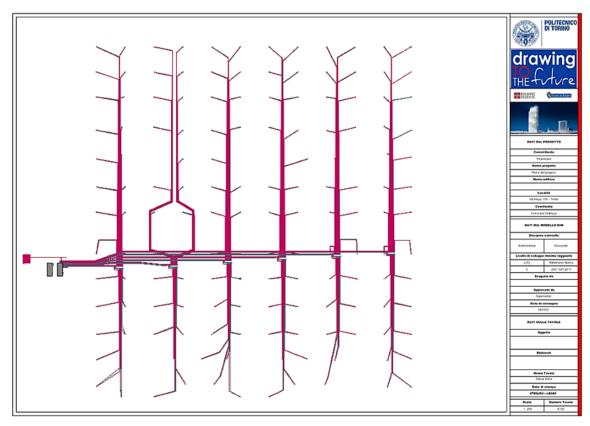


Figura 10 Rappresentazione Impianto Geotermico Estratto da elaborato personale Revit.

Il campo sonde è diviso in sei lotti, contenenti ciascuno ventisei sonde, ogni lotto comprende un pozzetto in cui sono alloggiate due coppie di collettori secondari da dieci e sedici uscite, sia per la mandata che per il ritorno. I collegamenti sonda-collettore sono garantiti dalla presenza di tubazioni in polietilene PE100 Pn 16 dal diametro esterno di 40 mm. Ogni copia di collettori secondari, è a sua volta connessa ai due collettori principali, uno per la mandata e uno per il

ritorno, tramite tubazioni dal diametro esterno di 110mm, che costituiscono la dorsale collettrice principale [7].

I due collettori principali sono dotati di sei uscite e per mezzo di tubazioni, con stesso diametro della dorsale principale, raggiungono due gruppi polivalenti e una elettropompa, chiudendo così l'intero sistema.

3.2. Selezione dei dati

La fase preparatoria al processo di modellazione, consiste nel reperire e raccogliere tutte le informazioni necessarie alla comprensione dell'impianto da modellare, in modo da creare un modello digitale che sia il più fedele possibile alla realtà.

Nel caso in esame, l'impianto geotermico della Torre della Regione Piemonte, i dati analizzati e controllati sono stati forniti dalla regione stessa, in formato PDF e CAD. Le relazioni tecniche in formato PDF, hanno permesso di comprendere il meccanismo funzionale del sistema e sono state complementari, dei file CAD, utili ai fini della modellazione geometrica dell'impianto. Un ulteriore categoria di file utilizzati è quella dei file rvt. In particolare il file del modello strutturale (Figura 11) e del modello architettonico (Figura 12), del parcheggio della torre.



Figura 11 Strutturale Interrati Parcheggio. Estratto da elaborato personale Revit.

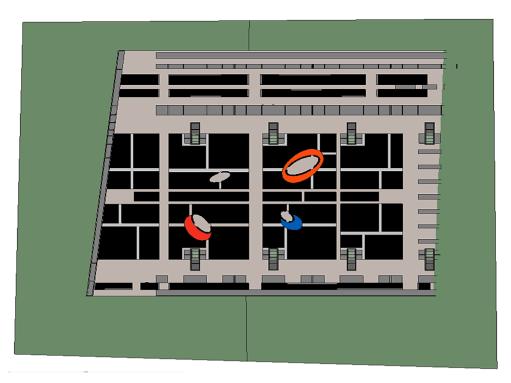


Figura 12 Architettonico Interrati Parcheggio. Estratto da elaborato personale Revit.

Tramite l'introduzione di quest'ultimi all'interno del file di progetto MEP, come modelli di collegamento, è stato possibile, collocare ogni singola tubazione alla quota stabilita nel progetto, evitando così di creare conflitti con altri elementi.

3.3. Time-line di progettazione

L'impianto Geotermico della torre è stato restituito in BIM, partendo dalla modellazione delle famiglie caricabili. Una volta selezionati i dati a disposizione, è stato eseguito uno studio per risalire al funzionamento dell'impianto, prestando particolare attenzione al ruolo gerarchico ricoperto da ogni istanza. L'impianto geotermico in esame, appartiene ad un circuito chiuso. Nel quale sono stati individuati due sistemi idricosanitari (Figura 13):

- Mandata sistema idronico;
- Ritorno sistema idronico.

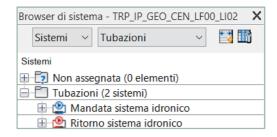


Figura 13 Sistemi di tubazione. Estratto da elaborato personale Revit.

Al fine di ottenere una visualizzazione corretta e ordinata dei due sistemi, all'interno del browser di sistema Revit. La regola seguita nella modellazione è stata quella di fissare un percorso gerarchico e iniziare a modellare partendo dal gradino più basso.

Gli elementi di partenza sono i terminali, in questo caso i 150 scambiatori di calore con il terreno, rappresentati dalle sonde geotermiche. Successivamente sono stati modellati i collettori secondari da sedici e dieci uscite, sia per la mandata che per il ritorno, connessi a loro volta, ai collettori principali da sei uscite, che a chiusura del circuito si riconnettono agli apparecchi idraulici. Quest'ultimi constano di due gruppi polivalenti e di un'elettropompa, che occupa la posizione al vertice della scala gerarchica.

3.4. Modellazione MEP

La modellazione MEP è stata realizzata, eseguendo in successione le seguenti attività:

- Creazione del file di progetto e delle viste di pianta;
- Definizione dei livelli di dettaglio;
- Modellazione delle famiglie in Revit;
- Codifica delle famiglie e dei tipi;
- Organizzazione del Browser di Sistema.

3.4.1. Creazione del file di progetto e delle viste

Il file di partenza è un file vuoto che va settato, scegliendo a quale disciplina appartiene il progetto che si andrà a modellare. Nel caso in esame è stata scelta

la disciplina meccanica. Successivamente, è stato linkato il file architettonico degli interrati del parcheggio, con lo scopo di rendere possibile il coordinamento multidisciplinare e in accordo con linee guida, il tipo di riferimento scelto nella gestione del link è stato quello di associazione.

Nell' importazione del file sono state condivise le coordinate, in modo che i riferimenti spaziali tra i modelli federati fossero coincidenti. [8]

Il software Revit lavora per livelli, per questa ragione a partire dal file architettonico, sono stati importati nel progetto MEP i livelli interessati dall'impianto geotermico. Successivamente sono state create, le piante relative alla viste dei pavimenti, in corrispondenza di ogni livello creato (Figura 14). In questa operazione, è importante segnare la disciplina in cui si è scelto di modellare l'impianto, per riuscire a visualizzare la vista creata, nello specifico quella idraulica.

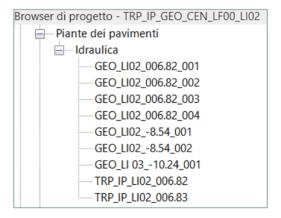


Figura 14 Viste di pianta. Estratto da elaborato personale Revit.

Una volta settato il file di lavoro, nei piani occupati dall'impianto geotermico, sono stati importati i file CAD, utili a ricostruire l'esatto posizionamento di ogni istanza.

3.4.2. Definizione dei livelli di dettaglio

Una caratteristica della progettazione BIM, è quella di unire alla modellazione geometrica quella parametrica, tutto ciò implica che all'interno di un progetto vengano convogliate una quantità di dati e d'informazioni molto alta. È per

questa ragione che nasce la necessità di definire il livello di dettaglio da utilizzare nella caratterizzazione di ogni istanza.

Dal punto di vista normativo la classificazione del LOD è normata tramite la "UNI 11337" del 2017, che introduce sette livelli di dettaglio che partono, dal LOD.A culminando nel il LOD.G, tale norma introduce un distinguo tra gli acronimi LOD, LOG e LOI, che indicano rispettivamente:

- LOD: Livello di sviluppo degli oggetti digitali;
- LOG: Livello di sviluppo degli oggetti intesi come degli attributi geometrici;
- LOI: Livello di sviluppo degli oggetti intesi come deli attributi informativi.

Come sopra accennato, il livello di dettaglio viene quindi definito tramite una classifica ordinata in modo ascendente, nella quale al primo livello troveremo il LOD A il più semplice, in questa categoria, le entità vengono rappresentate in modo simbolico, cioè indicativo facendo riferimento alla forma e al volume.

Il LOD G rappresenta invece l'ultimo grado, per questa ragione il più completo, le istanze modellate con tale livello di dettaglio contengo sia informazioni geometriche che informazioni relative alla sfera temporale, per tale ragione viene definito livello aggiornato [9].

Il livello di dettaglio a cui bisogna attenersi nel corso della modellazione è legato alle scelte progettuali del BIM Manager e alle fasi progettuali.

Se il progetto è già stato realizzato e bisogna creare un modello informato al fine di migliorare le operazioni di facilities management, si opterà per un livello elevato e ricco d'informazioni, viceversa il LOD A è preferibile nelle fasi preparatorie in cui non si dispone di molte informazioni.

Nell'ambito della modellazione eseguita nell'elaborato, il livello di dettaglio di riferimento è LOD C, per cui ogni entità è visualizzata graficamente tenendo conto dell'ingombro geometrico che ricopre nella realtà e in via generica, le sono state attribuite delle caratteristiche quantitative e qualitative. A seguire, in (Tabella 1) e (Tabella 2), sono state inserite le caratteristiche LOG E LOI di uno dei collettori modellati nel progetto, in modo da chiarire quali siano le caratteristiche qualitative e quantitative considerate.

Disciplina		Nome oggetto	TRP_IP_GEO_CM_10
	Discipilia		Caricabile
	Idricosanitario	Livello di sviluppo Raggiunto	С
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
	Basso	Elemento 2D	
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	in the same of the
	Alto	Elemento 3D definito	TITITITI

Tabella 1 Scheda LOG Collettore . Elaborazione originale dell'autore.

	Parametro	Codice parametro				
	Progetto	TRP				
	Edificio	IP				
	Classi di unità tecnologiche	5				
	Unità tecnologiche	5.1				
	Classi di elementi tecnici	5.1.4				
LOI	Codice MasterFormat	23 21 16				
	Titolo MasterFormat	Hydronic Piping Specialties				
	Codice Categoria	Al				
	Identificativo	TRP_IP_GEO_CM_10_LI02_006.88_00004				
	Codice Padre	TRP_IP_GEO_ CM_06_LI02_006.88_00004				
	Codice esistente	ND				
	Affidabilità	2				
	Codice Famiglia	CM_10				

Tabella 2 Scheda LOI Collettore. Elaborazione originale dell'autore.

In allegato saranno inserite le schede LOG LOI, realizzate per ciascuna categoria modellata.

3.4.3. Modellazione delle famiglie in Revit

In Revit ogni oggetto da modellare, viene sottoposto ad una codifica. Ciò implica che un qualsiasi elemento modellato, appartenga ad un magro gruppo denominato **categoria**, partizionato in diverse **famiglie** che a loro volta, vengono suddivise in **tipi** differenti.

Le categorie modellate nell'impianto geotermico sono quattro:

- La categoria delle tubazioni;
- La categoria dei raccordi di tubazione;
- La categoria degli apparecchi idraulici;
- La categoria degli accessori delle tubazioni.

Come introdotto ogni categoria contiene differenti famiglie, che possono essere classificate come famiglie di sistema qualora le istanze siano predefinite dal programma e non possano essere create dal singolo utente, un esempio è il caso delle tubazioni o dei raccordi di tubazione; in caso contrario si parlerà di famiglie caricabili, create in formato .rfa e successivamente inserite all'interno di un progetto. Le famiglie caricabili permettono di modellare oggetti specifici ai fini della restituzione se questi non sono presenti nella libreria di cui il software è dotato. La seguente tabella indica le famiglie modellate per l'impianto Geotermico (Tabella 3):

	Pozzetti
	Zavorre
Famiglie	Collettori
Caricabili	Sonde geotermiche verticali
Caricabili	Elettropompa
	Gruppopolivalente
	Piezometro

Tabella 3 Famiglie Modellate in MEP. Elaborazione originale dell'autore.

Pozzetti

Le prime famiglie ad essere state modellate, sono state quelle dei pozzetti idraulici (Figura 15), appartenenti alle famiglie caricabili e alla categoria, dei modelli metrici generici, di cui ne sono state definite dimensioni volumetria e

materiali. Successivamente sono state caricate nel modello architettonico degli interrati del parcheggio, prestando attenzione alla loro esatta collocazione.

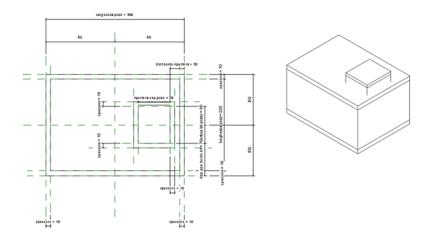


Figura 15 Pozzetto idraulico 300x220. Estratto da elaborato personale Revit.

Zavorre

Ogni sonda geotermica è dotata di una zavorra, un elemento che ha lo scopo di mantenere in posizione lo scambiatore, nel corso della sua posa in opera.

Le zavorre (Figura 16) caricate nel progetto, appartengono alla categoria dei modelli metrici generici, ne sono state definite dimensioni volumetria e materiali.

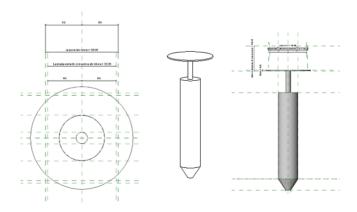


Figura 16 Famiglia degli Accessori Idraulici Zavorra. Estratto da elaborato personale Revit.

Sonde geotermiche verticali

Ogni sonda verticale (Figura 17) è di tipo a U ed è lunga 150m. Le tubazioni con cui sono state realizzate, sono costituite da polietilene PE100 Pn 16, sia per la

mandata che per il ritorno, hanno un diametro esterno di 40 mm, e vengono raccordate in sommità tramite raccordi elettrosaldati a Y.

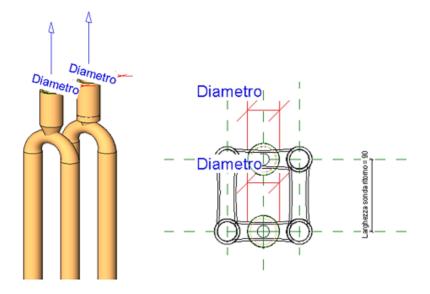


Figura 17 Famiglia Caricabile Sonda Geotermica. Estratto da elaborato personale Revit.

Inizialmente era stato modellato come famiglia caricabile, soltanto il raccordo a Y, connesso alle tubazioni all'interno del file di progetto MEP, al fine di riprodurre la sonda. Questa soluzione è stata abbandonata nella fase di organizzazione del browser di sistema, perché nascevano molte criticità nell'attribuzione del sistema d'appartenenza. La soluzione ottimale è stata quella di creare un'unica famiglia caricabile sonda, identificandola come terminale.

Collettori

I collettori a sei uscite (Figura 18) costituiscono i due collettori principali, questi due oggetti sono stati modellati come elementi appartenenti alla categoria degli Apparecchi idraulici, e sono state create due famiglie, una per il collettore di mandata ed una per il collettore di ritorno benché avessero la stessa geometria. Questa scelta è stata dettata dalla necessità, di dover inserire per ogni entrata del collettore un elemento di connessione, al fine di poterlo poi inserire nel progetto MEP e collegarlo analiticamente. Per ogni elemento di connessione è stata definita la direzione del flusso, se questo fosse entrante o uscente dal collettore, e il tipo di sistema d'appartenenza, in questo caso mandata o ritorno.

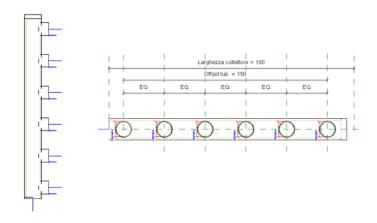


Figura 18 Famigli Collettore Principale. Estratto da elaborato personale Revit.

Lo stesso discorso fatto per i due collettori principali, è valido per i ventiquattro collettori secondari (Figura 19), sei con dieci uscite e sei con sedici uscite, complessivamente dodici per la mandata e dodici per il ritorno, alloggiati nei sei pozzetti interrati lungo la dorsale collettrice principale.

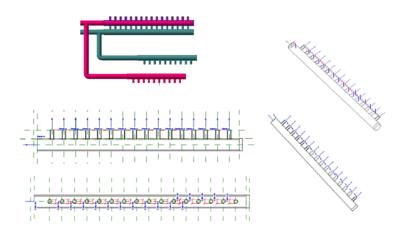


Figura 19 Famiglia Caricabile Sotto Collettori. Estratto da elaborato personale Revit.

Elettropompa

L'elettropompa ad asse orizzontale con giunto normalizzato (Figura 20) nel modello MEP rappresenta la sorgente del sistema geotermico. È stata modellata con un basso livello di dettaglio considerando l'ingombro geometrico e le connessioni necessari per l'inserimento delle tubazioni.

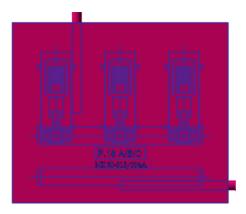


Figura 20 Famiglia Apparecchi Idraulici Elettropompa. Estratto da elaborato personale Revit.

Gruppo polivalente

Il gruppo polivalente acqua-acqua (Figura 21), ha potenza assorbita pari a 560 kw. È stato modellato con un basso livello di dettaglio considerando l'ingombro geometrico e le connessioni necessari per l'inserimento delle tubazioni.

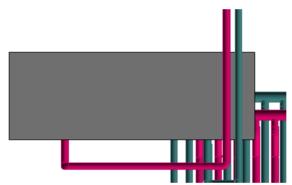


Figura 21 Famiglia Apparecchi Idraulici Gruppo Polivalente. Estratto da elaborato personale Revit.

Piezometro

I piezometri sono strumenti di misurazione a servizio dell'impianto geotermico, necessari per verificare il livello di falda. Questi sono stati modellati tenendo conto delle indicazioni presenti negli elaborati CAD.

Anche in questo caso il livello di dettaglio è medio. La parametrizzazione della famiglia del piezometro è definita in (Figura 22).

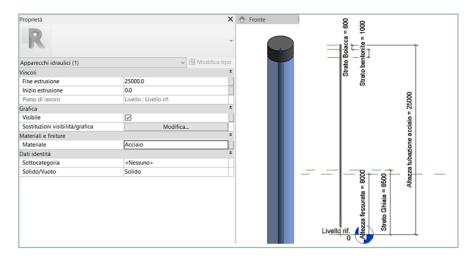


Figura 22 Famiglia Caricabile dei Piezometri. Estratto da elaborato personale Revit.

3.4.4. Codifica delle famiglie e dei tipi

La codifica delle famiglie e dei tipi, è un procedimento necessario al fine di standardizzare gli elaborati prodotti all'interno di un progetto, in modo da semplificare le azioni di coordinamento e promuovere l'uso di un linguaggio tecnico. Questo concetto si traduce concretamente nell'applicazione di una regola sulla nomenclatura (Figura 23):

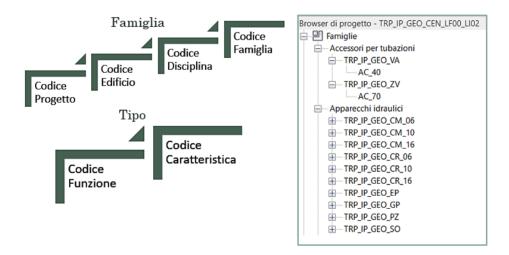


Figura 23 Campi di nomenclatura Famiglia e Tipo. Elaborazione originale dell'autore ed estratto da elaborato personale Revit.

Una volta definite le norme di codifica da utilizzare, sono state compilate su Excel, delle tabelle, contenenti le nomenclature di riferimento sia per le famiglie (Tabella 4) che per il tipo (Tabella 5).

									FAMIGLIA		
Categoria	Codice	Tipologia di famiglia	Progetto	Godice Progetto	Edificio	Codice Edificio	Disciplina	Codice Disciplina	Famiglia	Codice Famiglia	Nomen clatura Famiglia
Accessori per	ţ	1	Torre Regione	É		9	-	5	Vávola di intercettazione	۸۸	TRP_IP_GEO_VA
tubazioni	ī	- Calicabile	Piemonte	INF	menal raidreggio	<u>.</u>	Gladika	25	Zavorra	ΛZ	TRP_IP_GEO_ZV
									Elettropompa ad asse orizzontale con giunto normalizzate	EP	TRP_IP_GEO_EP
									Collettore di distribuzione per sonde geotermiche di mandata a 6 uscite	90 MO	TRP IP GEO CM 06
									Collettore di distribuzione per sonde geotermiche di mandata a 10 uscite	ON_10	TRP IP GEO_CM_10
									Collettore di distribuzione per sonde geotermiche di mandata a 16 uscite	OM_16	TRP_IP_GBO_CM_16
Apparecchi	4	Caricabile	Torre Regione	TRD	Internati Darchanolio	9	dradica	GE C	Collettore di distribuzione per sonde geotermiche di ritorno a 6 uscite	G.06	TRP_IP_GEO_CR_06
idraulici	₹		Piemonte	Ì		<u>.</u>		3	Collettore di distribuzione per sonde geotermiche di ritorno a 10 usoite	GR_10	TRP_IP_GEO_CR_10
									Collettore di distribuzione per sonde geotermiche di ritorno a 16 uscite	GR_16	TRP IP GEO CR 16
									Gruppo polivalente acqua-acqua	В	TRP_IP_GEO_GP
									Sonda	05	TRP_IP_GEO_SO
									Piezometro	Zd	TRP_IP_GEO_PZ
									Gomito	99	TRP_IP_GEO_GG
Raccordi	La	o identification	Torre Regione	QZL	Internati Darchanolio	9	dradio	Ş	Glotta	ð	TRP_IP_GEO_CA
tubazione	2	9	Piemonte	È		<u>.</u>	5	3	Raccordo a T	Z.	TRP_IP_GEO_RQ
									Tranš zione	Ħ	TRP_IP_GEO_TR
									Tubazione	UL	TRP_TU_GEO_TU
Tubarions	Ē	Cirtama	Torre Regione	G	Darkonii	Ē	citade	Ş	Tubazione	UL	TRP_TU_GEO_TU
	2		Piemonte			2		3	Tubazione	ΩL	TRP_TU_GEO_TU
									Tubazione	라	TRP_TU_GEO_TU

Tabella 4 Codifica Famiglie GEO. Estratto da elaborato personale Excel.

		TIPO		
Funzione	Codice Funzione	Caratteristica	Codice Caratteristic a	Nomenclatura Tipo
Accessorio	AC	Diametro	40	AC_40
Accessorio	AC	Diametro	70	AC_70
Sorgente	so	Potenza assorbita	22	SO_22
Accessorio	AC	Diametro uscite	100	AC_100
Accessorio	AC	Diametro uscite	40	AC_40
Accessorio	AC	Diametro uscite	40	AC_40
Accessorio	AC	Diametro uscite	100	AC_100
Accessorio	AC	Diametro uscite	40	AC_40
Accessorio	AC	Diametro uscite	40	AC_40
Accessorio	AC	Potenza assorbita	590	AC_590
Terminale	TE	Uscite	03	TE_03
Strumento di misurazione	SM	Diametro	152	SM_152
Raccordo	RA	Raggio	20	RA_20
Raccordo	RA	Raggio	55	RA_55
Raccordo	RA	Raggio	20	RA_20
Raccordo	RA	Raggio	20	RA_20
Raccordo	RA	Raggio	55	RA_55
Raccordo	RA	Raggio-Raggio	16-20	RA_16-20
Tipo di sistema	MA	Raggio	20	MA_20
Tipo di sistema	MA	Raggio	55	MA_55
Tipo di sistema	RI	Raggio	20	RI_20
Tipo di sistema	RI	Raggio	55	RI_55

Tabella 5 Codifica Tipo GEO. Estratto da elaborato personale Excel.

3.4.5. Abachi

Ogni Istanza modellata è sottoposta ad una codifica parametrica. Gli abachi (Figura 24), sono delle viste tabellari che permettono di visualizzare e controllare in modo diretto, le caratteristiche di ciascun elemento.

	<abc_cpr_geo_ai_abaco apparecchi="" degli="" idraulici=""></abc_cpr_geo_ai_abaco>														
Α	В	С	D	E	F	G	Н	1	J	K	L	M	N		0
Famiglia	Tipo	Progetto	Edificio	Codice Ca	Codice Fa	m Classi	Unità 1	Classi	Codice M	Titolo MasterFormat	Identificativo	Codic	Affid	Codice F	adre Goete
TRP_IP_GEO_CM_06	AC_100	TRP	IP	Al	CM_06	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_06_AC_100_LI02	ND	2	TRP_IP_	GEO_GP_
TRP_IP_GEO_CM_10	AC_40	TRP	IP	Al	CM_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_10	AC_40	TRP	IP	Al	CM_10		5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_10	AC_40	TRP	IP	Al	CM_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_10	AC_40	TRP	IP	Al	CM_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_10	AC_40	TRP	IP	Al	CM_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_10	AC_40	TRP	IP	Al	CM_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_16	AC_40	TRP	IP	Al	CM_16	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_16_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_16	AC_40	TRP	IP	Al	CM_16	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_16_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_16	AC_40	TRP	IP	Al	CM_16	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_16_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_16	AC_40	TRP	IP	Al	CM_16		5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_16_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_16	AC_40	TRP	IP	Al	CM_16	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_16_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CM_16	AC_40	TRP	IP	Al	CM_16	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_16_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CM_
TRP_IP_GEO_CR_06	AC_100	TRP	IP	Al	CR_06	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CR_06_AC_100_LI02	ND	2	TRP_IP_	GEO_GP_
TRP_IP_GEO_CR_10	AC_40	TRP	IP	Al	CR_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CR_
TRP_IP_GEO_CR_10	AC_40	TRP	IP	Al	CR_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CR_
TRP_IP_GEO_CR_10	AC_40	TRP	IP	Al	CR_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CR_
TRP_IP_GEO_CR_10	AC_40	TRP	IP	Al	CR_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CR_
TRP_IP_GEO_CR_10	AC_40	TRP	IP	Al	CR_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CR_
TRP_IP_GEO_CR_10	AC_40	TRP	IP	Al	CR_10	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CM_10_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CR_
TRP_IP_GEO_CR_16	AC_40	TRP	IP	Al	CR_16	5	5.1	5.1.4	23 21 16	Hydronic Piping Sp	TRP_IP_GEO_CR_16_AC_40_LI02_	ND	2	TRP_IP_	GEO_CR_

Figura 24 Esempio Abaco degli apparecchi idraulici. Estratto da elaborato personale Revit.

In accordo con le linee guida, fissate dal BIM manager del progetto Torre, tutti gli abachi sono stati realizzati introducendo parametri comuni all'intero progetto e applicando la stessa procedura. Di seguito in (Tabella 6) sono elencati i campi inseriti:

	Famiglia					
	Tipo					
	Progetto					
	Edificio					
	Codice categoria					
	Codice Famiglia					
Abaco —	Classi di unità tecnologiche					
Abaco	Unità tecnologiche					
	Classi di elementi tecnici					
	Codice Masterformat					
	Titolo Masterformat					
	Codice esistente					
	Identificativo					
	Affidabilità					
	Codice Padre Idraulico GEO					

Tabella 6 Campi Abaco. Rielaborazione originale dell'autore.

Famiglia

In questo campo è necessario inserire il codice relativo al nome della famiglia a cui appartiene l'istanza modellata. Se la famiglia in questione rientra tra le famiglie di sistema, il nome le viene attribuito di default dal software, diversamente da quanto accade nel caso di famiglie caricabili. Quest'ultime vengono modellate tramite file rfa. e il nome, verrà inserito dall'utente prestando attenzione alle regole di nomenclatura fissate dal BIM manager nelle linee guida.

<u>Tipo</u>

Il parametro di Tipo deve essere inserito dall'utente ed è applicabile a qualsiasi istanza modellata, sia nel caso in cui la famiglia d'appartenenza sia una famiglia di sistema che nel caso di famiglia caricabile. La nomenclatura di riferimento è sempre descritta tra le linee guida del progetto.

Progetto

Il parametro Progetto, va compilato indicando l'opera a cui appartiene l'istanza modellata. Nel caso studio in esame, il codice è composto da tre lettere TRP, ad indicare l'acronimo dell'opera nella sua totalità la Torre della Regione Piemonte.

Edificio

Il parametro Edificio permette di individuare, in quale delle diverse strutture di cui è composto il progetto, si trovi l'istanza modellata. Nel caso studio la regola di codifica utilizzata, prevede l'uso di due lettere. Un esempio è il codice IP che sta ad indicare che l'edificio di riferimento è quello degli interrati del parcheggio della Torre.

Codice categoria

Il parametro Codice di Categoria, indica la categoria a cui appartiene l'elemento modellato ed è composto da due lettere.

Codice famiglia

Il Codice famiglia indica un parametro introdotto con lo scopo di individuare la famiglia a cui appartiene l'istanza modellata. Le regole di codifica utilizzate, prevedono di attribuire un codice di due lettere ma nel caso studio, talvolta è stato necessario ricorrere al una nomenclatura differente, in modo da definire in maniera univoca ciascuna delle famiglie caricabili facendo riferimento ad un campo di quattro lettere.

Classi di unità tecnologiche

Unità tecnologiche

Classi di elementi tecnici

I tre parametri precedentemente elencati, sono stati introdotti dalla norma UNI 8290 "La classificazione si fonda sui criteri seguenti: la scomposizione presenta tre livelli e dà luogo a tre insiemi denominati, secondo UNI 7867 parte 4, come segue: classi di unità tecnologiche (primo livello); unita tecnologiche (secondo livello); classi di elementi tecnici (terzo livello)" [10].

L'obiettivo è quello di classificare le singole istanze, indicandone il ruolo ricoperto all'interno del sistema tecnologico. Anche in questo caso è necessario utilizzare una codifica e una terminologia specifica indicata in (Figura 25).

	IIICIIIIata	4.3.2 Nampe esterne
5. Impianto di fornitura servizi	5.1 Impianto di climatizzazione	5.1.1 Alimentazione 5.1.2 Gruppi termici 5.1.3 Centrali di trattamento fluidi 5.1.4 Reti di distribuzione e terminali 5.1.5 Reti di scarico condensa 5.1.6 Canne di esalazione
in) sono stati intredicativo, riferimenti tec Intempuranea con i littamento innoveto ittuale e tecnica co ircere il rapporte ti	5.2 Impianto idrosanitario	5.2.1 Allacciamenti 5.2.2 Macchine idrauliche 5.2.3 Accumuli 5.2.4 Riscaldatori 5.2.5 Reti di distribuzione acqua fredda e terminali 5.2.6 Reti di distribuzione acqua calda e terminali

Figura 25 Classificazione norma Uni 8290

Fonte: C. Molinari, Elementi di cultura tecnica 2007.

Nel caso studio in esame, le istanze modellate appartengono prevalentemente alla classe di unità tecnologica 5, unità tecnologica 5.2 e classe di elementi tecnici 5.2.5.

Codice MasterFormat

Titolo MasterFormat

Codice e Titolo MasterFormat, rappresentano due parametri tramite i quali descrivere in modo dettagliato le singole istanze. Entrambi, sono stati selezionati facendo riferimento al catalogo CSI CODE.

La loro introduzione tra le voci degli abachi, permette di individuare le pratiche costruttive e le definizioni da applicare a ciascun elemento, in funzione della tipologia di sistema a cui esso appartiene.

Codice Esistente

Il Codice Esistente viene usato nel caso in cui l'istanza modellata in Revit, possieda dei codici descrittivi, nella fase precedente alla modellazione, tali codici consentono di ampliare le informazioni che la definiscono. Nel caso studio tale codice è spesso caratterizzato dall'etichetta ND ad indicare che non è disponibile.

Identificativo

Il codice identificativo è una stringa applicata a ciascun elemento, con lo scopo di identificarlo in modo univoco, nel progetto, nell'edificio, nella categoria, nella famiglia, nel tipo e nel livello. Il parametro viene espresso tramite un codice alfanumerico. Quest'ultimo utilizza una numerazione progressiva, al fine di distinguere, ogni singola istanza appartenente alla medesima famiglia o tipologia.

Affidabilità

Il parametro di Affidabilità va ad indagare il grado di dettaglio, con cui è stato definito ciascun elemento, nella fase propedeutica alla modellazione. Al parametro può essere attribuito un numero che va da 1 a 3. Il valore 1 verrà utilizzato nel caso in cui si disponga di misure effettuate in sito, 2 se le istanze saranno modellate utilizzando dei file 2D o dei documenti prodotti da terzi ed in fine 3, nel caso in cui non si possiedano informazioni. Nel caso studio per ogni istanza un grado di affidabilità è stato posto pari a 2.

Codice Padre Geotermico

Il codice padre è un parametro che permette di ricostruire, a partire da una generica istanza, il ruolo gerarchico che questa ricopre all'interno del sistema modellato. Tale parametro indica in modo rapido, quale sia l'elemento che precede gerarchicamente l'istanza considerata. Nel caso studio in esame, il Codice Padre Geotermico, è stato inserito, attribuendo a ciascuna istanza, il codice identificativo dell'apparecchio a cui essa seguiva gerarchicamente (Figura 26).

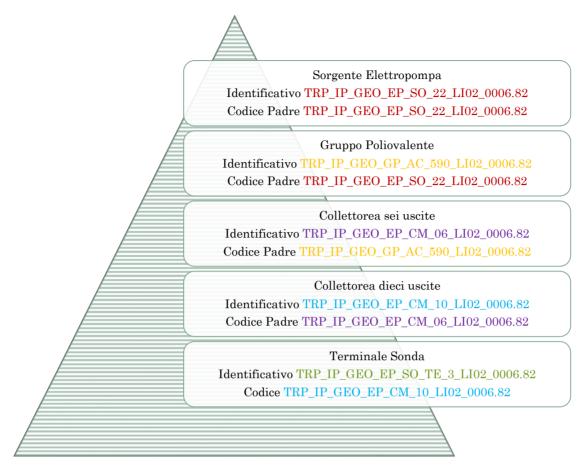


Figura 26 Procedimento di assegnazione Codice Padre. Elaborazione originale dell'autore.

I parametri precedentemente descritti, sono stati inseriti manualmente all'interno di ogni abaco. Per rendere più rapida la loro selezione ed evitare, di incappare in errori in merito al loro contenuto, sono stati caricati all'interno del file di progetto, una lista di parametri condivisi.

Tra la lista di parametri condivisi, fornita dal BIM coordinator, sono stati selezionati quelli d'interesse, in base alla disciplina. Fatto ciò, i parametri da utilizzare nella compilazione dei vari campi dell'abaco, sono stati collocati tra i parametri di progetto, e acquisiti come parametri di tipo o istanza, secondo quanto indicato nelle linee guida. In fine sono stati resi visibili per tutte le categorie progettuali.

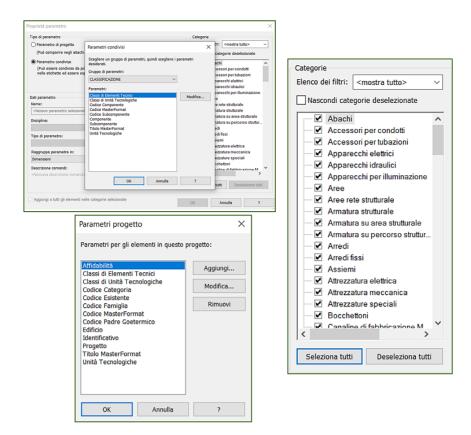


Figura 27 Acquisizione parametri condivisi. Estratto da elaborato personale Revit.

La procedura sopra schematizzata definisce l'iter di acquisizione dei parametri condivisi, (Figura 27)

Gli abachi realizzati nel modello dell'impianto geotermico sono rispettivamente:

- Abaco delle tubazioni;
- Abaco dei raccordi di tubazione;
- Abaco degli accessori di tubazione;
- Abaco degli apparecchi idraulici.

Una volta creati gli Abachi con i rispettivi campi, sono stati esportati dal software Revit, per essere importati su Excel dove è stata eseguita l'operazione di compilazione, eccetto che per il codice padre Geotermico, questo è stato inserito per ultima manualmente su Revit. Per eseguire questa operazione è stata utilizzata l'app BIM One (Figura 28)



Figura 28 Interfaccia BIM One. Estratto da elaborato personale Revit.

Rimosse le protezioni dai singoli file, sono state create differenti tabelle e colonne, e manualmente impostando dei fogli di calcolo, sono stati compilati tutti i campi.

Nel compiere quest'attività, è stata prestata particolare attenzione a far coincidere, con ogni istanza il rispettivo codice di famiglia e Identificativo. Azione quest'ultima non semplice, per via della posizione degli elementi. L'abaco infatti, non restituisce le istanze codificate in ordine alfabetico, quindi è necessario prestare attenzione al tipo, alla famiglia, al livello in cui l'istanza si trova ed al numero progressivo da applicare.

Terminata l'operazione di compilazione degli abachi e una volta importati su Revit, per ciascuna istanza, diventa possibile individuare dal pannello delle proprietà tutte le informazioni inserite (Figura 29).

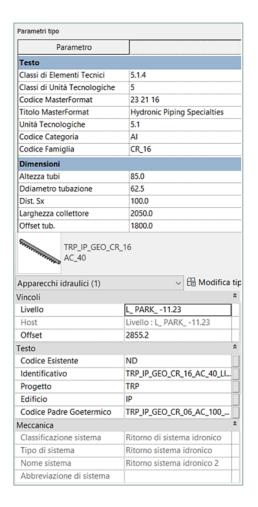


Figura 29 Proprietà d'istanza e tipo. Estratto da elaborato personale Revit.

3.4.6. Browser di Sistema

Il Browser di sistema consente di individuare in modo rapido, i sistemi modellati all'interno del file MEP, in funzione della disciplina selezionata, che può essere meccanica idraulica ed elettrica.

Nel caso studio in esame, sono stati individuati due tipologie di sistemi idraulici, il sistema di mandata idronico e quello di ritorno idronico. Ricorrere alla visualizzazione del System browser, permette di verificare in modo rapido:

- La presenza di eventuali disconnessioni;
- Capire se i sistemi sono stati modellati in modo opportuno;
- Identificare eventuali dispositivi modellati e non assegnati al sistema.

Il browser è organizzato tramite un menu a tendina (Figura 30).

Al vertice è posto il nome del sistema, seguito dall'apparecchio idraulico che ne è la sorgente e di seguito, tutti gli altri apparecchi idraulici

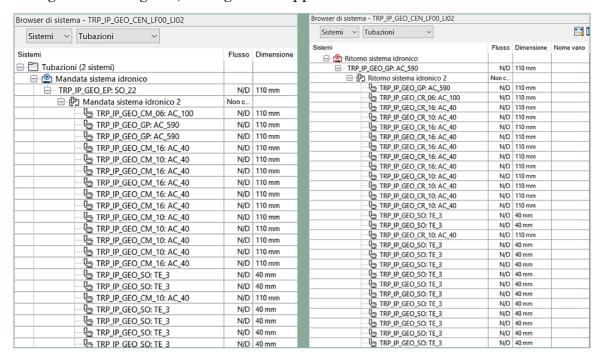


Figura 30 Browser di sistema idronico Estratto da elaborato personale Revit.

Capitolo 4. Modello Impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue del parcheggio

Restituzione B.I.M.

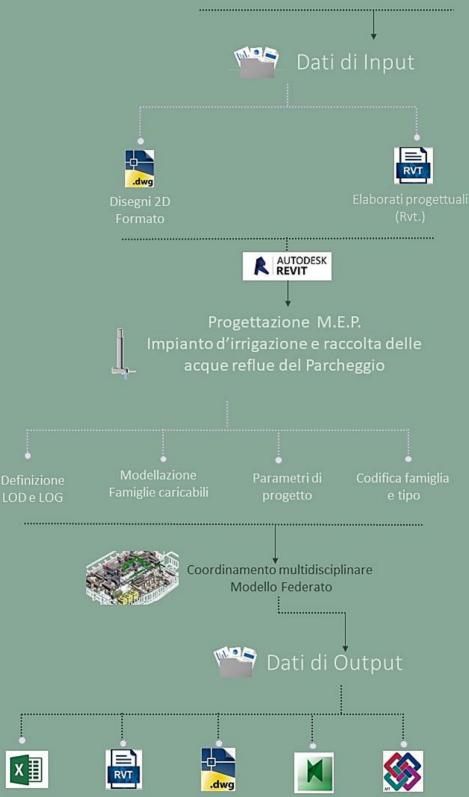


Figura 31 Work flow Modellazione Irrigazione. I.P. Elaborato personale dell'autore.

4.1. Descrizione dell'impianto

L'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue, analizzato nell'attuale capitolo (Figura 32), ha il compito di irrigare la vegetazione, posta lungo la copertura del parcheggio Torre e di smaltirne le acque reflue, convogliandole in una vasca d'accumulo, utilizzandole nelle operazioni d'irrigazione dei mesi invernali.

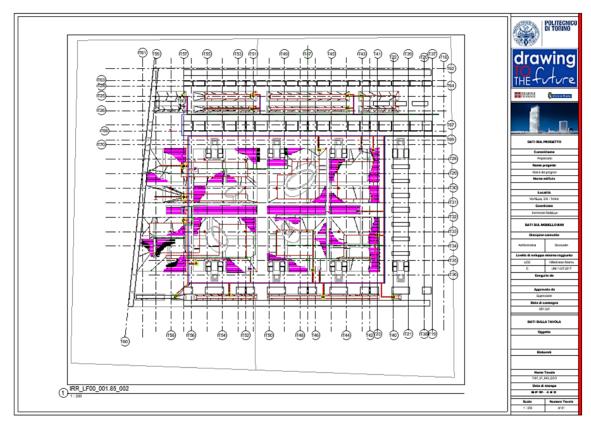


Figura 32 Rappresentazione dell'impianto d'irrigazione I.P. Estratto da elaborato personale Revit.

L'impianto è dotato di un quadro di controllo, posto al secondo piano degli interrati della torre. Il quadro elettrico ha il compito di coordinare:

- Pompa d'irrigazione sorgente dell'intero sistema;
- Ventiquattro Elettrovalvole, poste in pozzetti interrati lungo la copertura del parcheggio.

La sorgente del sistema d'irrigazione è una pompa dotata di una prevalenza di 50m, collocata in una vasca d'accumulo alimentata, tramite l'apertura di una saracinesca.

A partire da quest'ultima e dal quadro di controllo, si diramano due condutture, la tubazione principale in PE DE63 PN10, e il cavidotto contenente i cavi preposti al controllo delle elettrovalvole DN 50 mm.

Lungo la copertura del parcheggio sono presenti:

- Irrigatori dinamici di gittata 7-14m;
- Irrigatori statici di gittata 3.5-5.5 m.

Tutti gli irrigatori sono collegati a condotte DE 40mm per mezzo di tubi dal DE 25mm. A completamento del sistema è stata utilizzata un'ala gocciolante che attraversa tutte le aree verdi.

4.2. Selezione dei dati

La fase di selezione dei dati è importante perché permette di creare un modello digitale che sia, il più fedele possibile alla realtà.

Nel caso in esame, l'impianto d'irrigazione del parcheggio della Torre, i dati sono stati forniti dalla Regione Piemonte, in formato PDF e CAD. A questi sono stati aggiunti i file rvt. relativi al progetto strutturale e all'architettonico, in modo da collocare il modello impiantistico all'interno dei modelli già esistenti relativi al parcheggio.

4.3. Time-line di progettazione

L'impianto d'irrigazione del parcheggio è stato restituito in BIM, partendo dalla modellazione delle famiglie caricabili. Una volta selezionati i dati a disposizione, è stato eseguito uno studio per risalire al funzionamento dell'impianto, prestando particolare attenzione al ruolo gerarchico ricoperto da ogni istanza. All'interno del modello relativo all'impianto d'irrigazione, è stato individuato un unico sistema idricosanitario di mandata rappresentato in (Figura 33) tramite il browser di sistema di Revit.

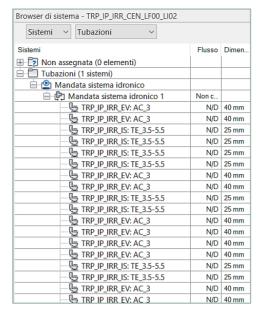


Figura 33 Sistema delle tubazioni. Estratto da elaborato personale Revit.

Al fine di ottenere una visualizzazione corretta e ordinata, degli elementi contenuti all'interno del browser di sistema, è stata fissata una scala gerarchica e la modellazione ha avuto inizio dall'istanza posta al gradino più basso, fino a risalire alla sorgente:

- irrigatori statici;
- Elettrovalvole.

4.4. Modellazione MEP

La modellazione MEP è stata realizzata, applicando la stessa procedura descritta al capitolo precedente (3.4), composta dalle seguenti attività:

- Creazione del file di progetto e delle viste di pianta;
- Definizione dei livelli di dettaglio;
- Modellazione delle famiglie in Revit;
- Codifica delle famiglie e dei tipi;
- Organizzazione del Browser di Sistema.

4.4.1. Creazione del file di progetto e delle viste di pianta

Il file di partenza è un file vuoto, settato applicando la stessa procedura esposta al capitolo precedente, al quale si rimanda per maggiori informazioni (3.4.1). In seguito sono state create, in corrispondenza di ogni livello, le viste delle piante dei pavimento (Figura 34), avendo l'accortezza di selezionare la disciplina idraulica.

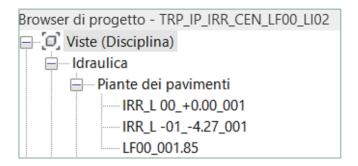


Figura 34 Viste della pianta dei pavimenti. Estratto da elaborato personale Revit.

Una volta settato il file di lavoro, nel piano occupato dall'impianto d'irrigazione, sono stati importati i file CAD, utili a ricostruire l'esatto posizionamento di ogni istanza.

4.4.2. Definizione dei livelli di dettagli (LOD)

Il caso studio in esame prevede l'applicazione di un livello di dettaglio pari al LOD C, per cui ogni entità è visualizzata graficamente, tenendo conto dell'ingombro geometrico che ricopre nella realtà e attribuendole delle caratteristiche quantitative e qualitative. A seguire, sono state inserite le proprietà LOG (Tabella 7) e LOI (Tabella 8) di uno degli irrigatori statici modellati nel progetto, in modo da chiarire, quali siano le caratteristiche qualitative e quantitative a cui si fa riferimento.

	Dissisting	Nome oggetto	TRP_IP_IRR_IS
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile
	Idricosanitario	Livello di sviluppo Raggiunto	С
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
	Basso	Elemento 2D	
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	
	Alto	Elemento 3D definito	

Tabella 7 Scheda LOG Irrigazione parcheggio. Elaborazione originale dell'autore.

	Parametro	Codice parametro
	Progetto	TRP
	Edificio	IP
	Classi di unità tecnologiche	5
	Unità tecnologiche	5.2
	Classi di elementi tecnici	5.2.5
LOI	Codice MasterFormat	32 84 00
	Titolo MasterFormat	Planting Irrigation
	Codice Categoria	Al
	Identificativo	TRP_IP_IRR_IS_TE_3.5-5.5_LF00_001.85_00004
	Codice Padre	TRP_IP_IRR_EV_AC_3_LF00_001.85_00001
	Codice esistente	NA
	Affidabilità	2
	Codice Famiglia	ID

Tabella 8 Scheda LOI Irrigazione parcheggio. Elaborazione originale dell'autore.

4.4.3. Modellazione delle famiglie in Revit

Anche in questo caso si rimanda al capitolo precedente (3.4.3) al fine di chiarire la procedura adottata nella modellazione delle famiglie. Nello specifico, le istanze modellate per l'impianto d'irrigazione, appartengono a cinque Categorie:

- La categoria delle tubazioni;
- La categoria dei raccordi di tubazione;
- La categoria degli apparecchi idraulici;
- La categoria dei raccordi dei tubi protettivi;
- La categoria dei tubi protettivi.

A seguire la tabella (Figura 35) riassume le famiglie caricabili oggetto della modellazione:

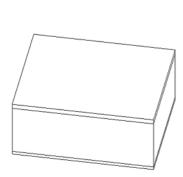
	Pozzetti
Famiglie	Elettrovalvole
Caricabili	Irrigatori

Figura 35 Famiglie Modellate in MEP. Elaborazione originale dell'autore.

Pozzetti

Le prime famiglie ad essere state modellate, sono state quelle relative ai pozzetti idraulici (Figura 36).

I pozzetti caricati nel progetto, appartengono alla categoria dei modelli metrici generici, ne sono state definite dimensioni volumetria e materiali. Una volta modellati, sono stati caricati all'interno del modello architettonico degli interrati del parcheggio, prestando attenzione alla loro esatta posizione.



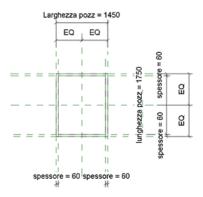


Figura 36 Pozzetto idraulico 1750x1450. Estratto da elaborato personale Revit.

Elettrovalvola

L'elettrovalvola (Figura 37) è stata modellata con un basso livello di dettaglio, considerandone l'ingombro geometrico e come categoria d'appartenenza quella degli apparecchi idraulici.

Alle sue estremità sono stati inseriti, un connettore elettrico, con il quale è stato possibile collegarla al tubo protettivo a completamento del cavidotto e due connettori idraulici, in modo da poterla agganciare al sistema delle tubazioni

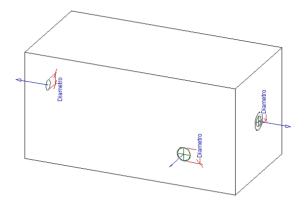


Figura 37 Restituzione Elettrovalvola. Estratto da elaborato personale Revit.

<u>Irrigatori</u>

Gli irrigatori (Figura 38) sono stati modellati con un basso livello di dettaglio considerando l'ingombro geometrico e le connessioni necessarie all'inserimento delle tubazioni idrauliche.

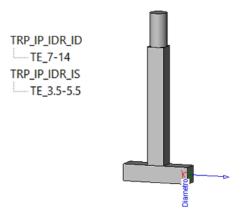


Figura 38 Restituzione Irrigatore. Estratto da elaborato personale Revit.

Sono state modellate due famiglie differenti, una con lo scopo di riprodurre gli irrigatori statici ed una gli irrigatori dinamici. Questa famiglia caricabile, rappresenta in linea gerarchica il terminale dell'intero sistema d'irrigazione.

4.4.4. Codifica delle famiglie e dei tipi

Per la codifica delle famiglie e dei tipi (Figura 39), è stata utilizzata la medesima procedura descritta la capitolo precedente (3.4.4), a cui si rimanda per maggiori dettagli.

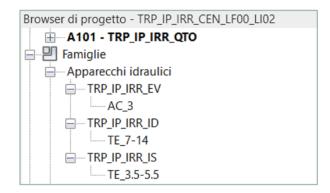


Figura 39 Codifica della famiglia degli apparecchi idraulici. Estratto da elaborato personale Revit.

Il BIM coordinator ha fornito delle linee guida, all'interno delle quali sono state indicate le regole di codifica, a cui attenersi nella redazione del modello.

Sulla base di queste, sono state compilate su Excel, diverse tabelle, al fine di chiarire la nomenclatura utilizzata.

Per l'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue, degli interrati del parcheggio, è stato necessario adottare codifiche differenti per la disciplina idraulica e quella elettrica.

Nelle pagine a seguire sono state inserite le codifiche di famiglia (Tabella 9) e del tipo (Tabella 11) per quanto concerne le istanze idrauliche, e le codifiche di famiglia (Tabella 10) e del tipo (Tabella 12) per le istanze elettriche.

Company And Appears (according to the part of the										FAMIGLIA		
All Graphs Time Markets Time Markets <th></th> <th>Codice categoria</th> <th>Tipologia di famiglia</th> <th></th> <th>Codice Progetto</th> <th>Edificio</th> <th></th> <th></th> <th>Codice Disciplina</th> <th>Famiglia</th> <th>Codice Famiglia</th> <th>Nomenclatura Famiglia</th>		Codice categoria	Tipologia di famiglia		Codice Progetto	Edificio			Codice Disciplina	Famiglia	Codice Famiglia	Nomenclatura Famiglia
1										Valvola di non ritorno	W	TRP_IP_IRR_VN
Figure F	je je	AT	Caricabile	Torre Regione Piemonte	ЭЖ	Interrati Parcheggio	<u>a</u>	Idraufica	R	Saracinesca per addiuzione infigazione	ঙ্গ	TRP_IP_IRR_SA
Figure Participa The Region The Regi									•	Saracinesca per scarico rete nel periodo invernale	SS	TRP_IP_IRR_SS
ATI Cuiclobile Plannottia Plannottia Annual Plannottia Plannottia Annual Plannottia Annual Plannottia Annual Plannottia Annual Plannottia Annual Annual Plannottia Annual Plannottia Annual Annual Plannottia Annual Annual Plannottia Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annual Annu										Elettrov alvol a	EV	TRP_IP_IRR_EV
Figure F	ë	=	i di di	Torre Regione		Total	9	in the second	0	lnīgatori dinamici	Q	TRP_IP_IRR_ID
Figure F	70	č	all de l'all	Piemonte			<u>.</u>	3	¥	Imigatori Statici	SI	TRP_IP_IRR_IS
R1 Granton Gounto 60 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80										lmigatori Statici	SI	TRP_IP_IRR_IS
Figure Patient Regione Table Bandard										Gomito	99	TRP_IP_IRR_GG
RT Guiclable Regione RT Figure Regione To Carical Becompton Control Coloration Control Coloration Control Coloration Control Coloration Colorat										Gomito	99	TRP_IP_IRR_GG
RT Guicinie Régione Transmit Parchegio II Par A Carical Branches Annie Recordo II Coce Coce Coce Coce Coce Coce Coce Coce										Gomito	99	TRP IP IRR GG
RT Galcicula TRP Demontract Demontrac										Gomito	99	TRP_IP_IRR_GG
RT Garicable Promoting Titols Regione Titols Region										Calotta	ধ	TRP_IP_IRR_CA
RT Gricobile Pagione Interest Pacchesgio Britanical Pacchesgio Br										Calotta	ধ	TRP_IP_IRR_CA
RT Garicable Permonts TRAP Interstiti Parcheggion In										Calotta	ర	TRP_IP_IRR_CA
Maria Piemonta Piemonta Maria Interati Pachego Interation Inter	'p	ŀ	3	Torre Regione	d		9	1	0	Calotta	ধ	TRP_IP_IRR_CA
The Sistems TRP TRAFF TR	ē	2		Piemonte	È	nieran Pacieggo	<u>-</u>	5	Y.	Croce	Б	TRP IP IRR CR
Ty Sistems 1										Raccordoa T	RQ	TRP_IP_IRR_RQ
Total Regions TRP Internati Parchaggion TRP Internatione TRP International TRP Internatione TRP International TRP Internat										Raccordo a T	RQ	TRP_IP_IRR_RQ
Total Regions Table Region										Raccordoa T	RQ	TRP_IP_IRR_RQ
Tube Sistema TRP Internati Parcheggio IP Indexione IRP Internati Parcheggio IP Internati Parcheggio IP Internatione ITUP ITUP <th< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Raccordo a T</td><td>RQ</td><td>TRP_IP_IRR_RQ</td></th<>										Raccordo a T	RQ	TRP_IP_IRR_RQ
TU Sistema TRP Demonte TRP Internati Parcheggion IP Internati Parcheggion IP Internatione TRP Demonte TRP Internatione TRP Internatione TRP Tubazione TRD Tubazione <t< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Transizione</td><td>TR</td><td>TRP_IP_IRR_TR</td></t<>										Transizione	TR	TRP_IP_IRR_TR
TU Sistema TRP Piernonte TRP Piernonte TRP Piernonte TRP Piernonte TRP Piernonte TRP TUDEXione TUD TUD <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Transizione</td> <td>TR</td> <td>TRP_IP_IRR_TR</td>										Transizione	TR	TRP_IP_IRR_TR
Tu Sistema Piermonte TRP Intersti Parcheggio IP Idraulica IRR Intersti Parcheggio IP Idraulica IRR INDezione Tubezione Tubezi										Transizione	TR	TRP_IP_IRR_TR
TU Sistema Perchegione TRP Internati Parchegion IP Internati Parchegion IP Internati Parchegion IP Internati Parchegion IP Internati Parchegion II Internati Parchegion II Internatione II Internatione III International III Internatione III Internatione III International III										Tubæione	TL.	TRP_IP_IRR_TU
Tubazione Tubazi		Ē		Torre Regione	Ē		9	1	0	Tubæione	UL.	TRP_IP_IRR_TU
п	<u> </u>	2		Piemonte	È	meral racieggo	<u>-</u>	5	Y.	Tubæione	ΩL	TRP_IP_IRR_TU
										Tub æ ìone	T.	TRP_IP_IRR_TU

Tabella 9 Codifica idraulica Famiglie IRR I.P. Estratto da elaborato personale Excel.

									FAMIGLIA		
Categoria	Codice categoria	Tipologia di famiglia		Progetto Codice Progetto	Edificio	Codice Edifici o	Codice Codice Edifici Disciplina Discipli	Codice Discipli na	Famiglia	Codice Famiglia	Nomenclatura Famiglia
Apparecchi Elettrici	AI	Caricabile	Torre Regione Piemonte	TRP	Interrati Parcheggio	۵	Elettrica	ELE	Quadro di controllo	ac	TRP_IP_ELE_QC
									Boccola di riduzione	BB	TRP_IP_ELE_BR
								•	Corpo Protettivo a L	占	TRP_IP_ELE_CL
								•	Corpo Protettivo a T	CT	TRP_IP_ELE_CT
Raccordi tubi protettivi	윤	Caricabile	Caricabile Torre Regione Piemonte	TRP	Interrati Parcheggio	₾	Elettrica	ELE	Gomito Trazione	GT	TRP_IP_ELE_GT
								•	Scatola di giunzione Croce	25	TRP_IP_ELE_SC
								•	Scatola di giunzione Raccordo a T	85	TRP_IP_ELE_SR
									Scatola di giunzione Transizione	ST	TRP_IP_ELE_ST
Tubi protettivi	П	Sistema	Torre Regione Piemonte	TRP	Interrati Parcheggio	۵	Elettrica	ELE	Tubazione	₽	TRP_IP_ELE_TP

Tabella 10 Codifica elettrica Famiglie IRR IP. Estratto da elaborato personale Excel.

		TIPO		
Funzione	Codice Funzione	Caratteristica	Codice Caratteristic a	Nomenclatura Tipo
Accessorio	AC	Diametro	65	AC_65
Accessorio	AC	Diametro	65	AC_65
Accessorio	AC	Diametro	65	AC_65
Accessorio	AC	Uscite	3	AC_3
Terminale	TE	Gittata	7-14	TE_7-14
Terminale	TE	Gittata	3.5-5.5	TE_3.5-5.5
Terminale	TE	Gittata	1.2-8.5	TE_1.2-8.5
Raccordo	BA	Raggio	12.5	RA_12.5
Raccordo	BA	Raggio	20	RA_20
Raccordo	BA	Raggio	31,5	RA_31,5
Raccordo	BA	Raggio	32.5	RA_32.5
Raccordo	BA	Raggio	12.5	RA_12.5
Raccordo	BA	Raggio	20	RA_20
Raccordo	BA	Raggio	31,5	RA_31,5
Raccordo	BA	Raggio	32.5	RA_32.5
Raccordo	BA	Raggio	12.5	RA_12.5
Raccordo	BA	Raggio	12.5	RA_12.5
Raccordo	BA	Raggio	20	RA_20
Raccordo	BA	Raggio	31,5	RA_31,5
Raccordo	BA	Raggio	32.5	RA_32.5
Raccordo	BA	Raggio-Raggio	20-12.5	RA_20-12.5
Raccordo	BA	Raggio-Raggio	31.5-20	RA_31.5-20
Raccordo	RA	Raggio-Raggio	31,5-32,5	RA_31,5-32,5
Tipo di sistema	MA	Raggio	12.5	MA_12.5
Tipo di	MA	Raggio	20	MA_20
sistema Tipo di	MA	Raggio	31,5	MA 31,5
sistema Tipo di			· ·	
sistema	MA	Raggio	32.5	MA_32.5

Tabella 11 Codifica Idraulica Tipo IRR I.P. Estratto da elaborato personale Excel.

		TIPO		
Funzione	Codice Funzione	Caratteristica	Codice Caratteristic a	Nomenclatura Tipo
Accessorio	AC	Dispositivi da controllare	37	AC_37
Raccordo	RA	Raggio	25	RA_25
Raccordo	RA	Raggio	25	RA_25
Raccordo	RA	Raggio	25	RA_25
Raccordo	RA	Raggio	25	RA_25
Raccordo	RA	Raggio	25	RA_25
Raccordo	RA	Raggio	25	RA_25
Raccordo	RA	Raggio-Raggio	26.5-25	RA_26.5-25
Tipo di sistema	AL	Raggio	25	AL_25

Tabella 12 Codifica elettrica Tipo IRR I.P. Estratto da elaborato personale Excel.

4.4.5. Abachi

Ogni dispositivo inserito all'interno del modello Revit, è stato sottoposto ad una specifica codifica. Gli abachi (Figura 40), sono delle viste tabellari che permettono di visualizzare e controllare in modo diretto, le caratteristiche di ciascun elemento.

			<al< th=""><th>BC_</th><th>_CP</th><th>R_I</th><th>RR_</th><th>_AI</th><th>Abaco</th><th>degli appared</th><th>chi idraulici></th><th></th><th></th><th></th></al<>	BC_	_CP	R_I	RR_	_AI	Abaco	degli appared	chi idraulici>			
Α	В	С	D	Е	F	G	Н	1	J	K	L	M	N	0
Famiglia	Tipo	Prog	Edifi	Codi	Codi	Cla	Unità	Class	Codice	Titolo MasterFormat	Identificativo	Codic	Affid	Codice Padre Irrigaz
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	EV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	EV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	IΡ	ΑI	EV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	EV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙΡ	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙΡ	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙΡ	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙP	Αl	EV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IP_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A

Figura 40 Esempio di Abaco degli apparecchi idraulici. Estratto da elaborato personale Revit.

In accordo alle linee guida fissate dal BIM manager del progetto Torre, tutti gli abachi devono essere redatti con le stesse modalità, rispettando i parametri elencati in (Tabella 13).

Gli abachi realizzati nel modello dell'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue degli interrati del parcheggio sono sei e sono rispettivamente:

- Abaco delle tubazioni;
- Abaco dei raccordi di tubazione:
- Abaco dei tubi protettivi;
- Abaco dei raccordi dei tubi protettivi;
- Abaco degli apparecchi idraulici.

Abaco _	Famiglia
	Tipo
	Progetto
	Edificio
	Codice categoria
	Codice Famiglia
	Classi di unità tecnologiche
	Unità tecnologiche
	Classi di elementi tecnici
	Codice Masterformat
	Titolo Masterformat
	Codice esistente
	Identificativo
	Affidabilità
	Codice Padre Idraulico IRR

Tabella 13 Campi Abaco. Rielaborazione originale dell'autore.

Una volta creati gli Abachi con i rispettivi parametri, sono stati esportati dal software Revit, per essere importati su Excel (3.4.5).

Con quest'ultimo programma, sono stati compilati tutti i campi, eccetto il codice idraulico padre IRR, che è stato inserito per ultimo manualmente su Revit. Al termine della procedura, gli abachi sono stati caricati definitivamente su Revit, in modo da poter individuare attraverso il pannello delle proprietà, tutte le informazioni inserite per ogni singola istanza, come indicato in (Figura 41), che mostra a titolo esemplificativo, le proprietà e le informazioni inserite per una tubazione di mandata del tipo MA_31,5.

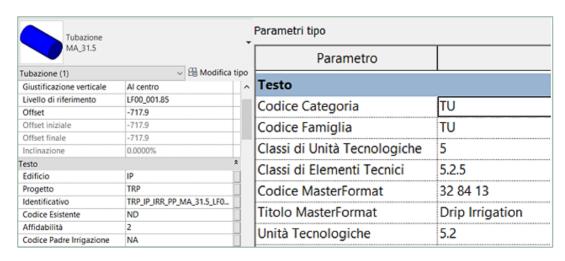


Figura 41 Proprietà d'istanza e tipo. Estratto da elaborato personale Revit.

4.4.6. Browser di Sistema

Nel modello dell'impianto d'irrigazione, è stata individuata un'unica tipologia di sistema idraulico, quello di mandata idronico, consultabile tramite il browser di sistema.

Quest'ultimo è organizzato tramite un menu a tendina (Figura 42), al vertice è indicato il nome del sistema, seguito dall'apparecchio idraulico che ne è la sorgente, sino a giungere ai terminali.

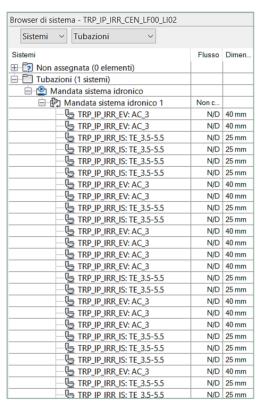


Figura 42 Browser di sistema idronico. Estratto da elaborato personale Revit.

Capitolo 5. Modello Impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue della Torre

Restituzione B.I.M. Dati di Input AUTODESK REVIT Progettazione M.E.P. Coordinamento multidisciplinare Modello Federato Dati di Output

Figura 43 Work flow Modellazione Irrigazione I.T. Elaborazione originale dell'autore.

5.1. Descrizione dell'impianto

L'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue, che interessa l'area degli interrati del parcheggio della torre, è rappresentato nel file CAD in (Figura 44). L'impianto ha il compito di irrigare la vegetazione, posta lungo la copertura del parcheggio e smaltire le acque reflue.

È dotato di un quadro di controllo, posto al secondo piano degli interrati della torre. Quest'ultimo ha il compito di coordinare, la pompa d'irrigazione sorgente dell'intero sistema e le tredici elettrovalvole, poste in pozzetti interrati lungo la copertura degli interrati torre e della corte interrata.

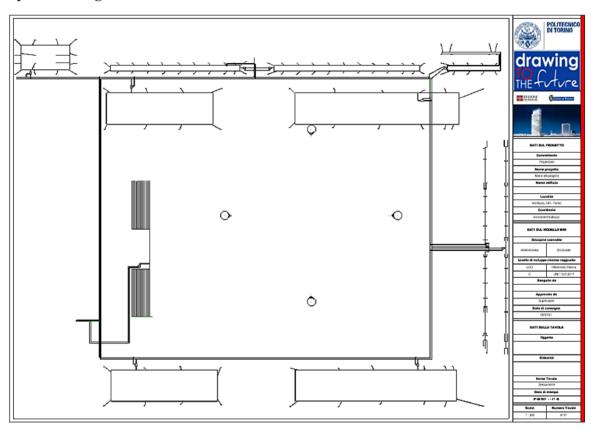


Figura 44 Rappresentazione dell'impianto d'irrigazione I.T. Estratto da elaborato personale Revit.

La sorgente del sistema d'irrigazione è una pompa dotata di una prevalenza di 50m, collocata in una vasca d'accumulo alimentata, tramite l'apertura di una saracinesca.

A partire da quest'ultima e dal quadro di controllo, si diramano due condutture, la tubazione principale in PE DE63 PN10, e il cavidotto contenente i cavi preposti al controllo delle elettrovalvole DN 50 mm.

Lungo la copertura degli interrati Torre e della corte, sono presenti:

- irrigatori dinamici di gittata 7-14m;
- irrigatori dinamici di gittata 1.2-8.5m;
- irrigatori statici di gittata 3.5-5.5 m.

Tutti gli irrigatori sono collegati a condotte DE 40mm per mezzo di tubi dal DE 25mm. A completamento del sistema è stata utilizzata un'ala gocciolante che attraversa tutte le aree verdi.

5.2. Selezione dei dati

La fase di selezione dei dati è importante perché permette di creare un modello digitale che sia, il più fedele possibile alla realtà.

Nel caso in esame, l'impianto d'irrigazione del parcheggio della Torre, i dati sono stati forniti dalla Regione Piemonte, in formato PDF e CAD. A questi sono stati aggiunti i file rvt. relativi al progetto strutturale e all'architettonico, in modo da collocare il modello impiantistico all'interno dei modelli già esistenti relativi a gli interrati della torre.

5.2.1. Time-line di progettazione

L'impianto d'irrigazione degli interrati Torre è stato restituito in BIM, partendo dalla modellazione delle famiglie caricabili. Una volta selezionati i dati a disposizione, è stato eseguito uno studio per risalire al funzionamento dell'impianto, prestando particolare attenzione al ruolo gerarchico ricoperto da ogni istanza.

All'interno del modello relativo all'impianto d'irrigazione, è stato individuato un unico sistema idricosanitario di mandata rappresentato in (Figura 45) tramite il browser di sistema di Revit.

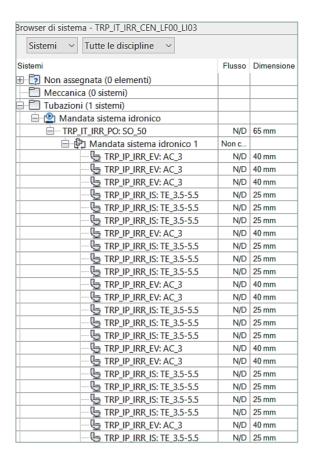


Figura 45 Sistemi di tubazioni IT. Estratto da elaborato personale Revit.

Al fine di ottenere una visualizzazione corretta e ordinata, degli elementi contenuti all'interno del browser di sistema, è stata fissata una scala gerarchica e la modellazione ha avuto inizio dall'istanza posta al gradino più basso, fino a risalire alla sorgente:

- Irrigatori statici e dinamici;
- Elettrovalvole;
- Quadro di controllo;
- Pompa idraulica;

Gli elementi di partenza sono i terminali, in questo caso gli irrigatori statici e gli irrigatori dinamici posti lungo la copertura degli interrati, e lungo la coorte interna alla struttura. La sorgente del sistema è invece, rappresentata dalla pompa idraulica, collocata all'interno di una vasca d'accumulo.

5.3. Modellazione MEP

La modellazione MEP è stata realizzata, applicando la stessa procedura descritta al capitolo precedente (3.4), composta dalle seguenti attività:

- Creazione del file di progetto e delle viste di pianta;
- Definizione dei livelli di dettaglio;
- Modellazione delle famiglie in Revit;
- Codifica delle famiglie e dei tipi;
- Organizzazione del Browser di Sistema.

5.3.1. Creazione del file di progetto e delle viste di pianta

Il file di partenza è un file vuoto, settato applicando la stessa procedura esposta al capitolo precedente, al quale si rimanda per maggiori informazioni (3.4.1). In seguito sono state create, in corrispondenza di ogni livello, le viste delle piante dei pavimento (Figura 46) . avendo l'accortezza di selezionare la disciplina idraulica.



Figura 46 Viste di pianta. Estratto da elaborato personale Revit.

Una volta settato il file di lavoro, nel piano occupato dall'impianto d'irrigazione, sono stati importati i file CAD, utili a ricostruire l'esatto posizionamento di ogni istanza.

5.3.2. Definizione dei livelli di dettagli (LOD)

Il caso studio in esame prevede l'applicazione di un livello di dettaglio pari al LOD C, per cui ogni entità è visualizzata graficamente, tenendo conto dell'ingombro geometrico che ricopre nella realtà e attribuendole delle caratteristiche quantitative e qualitative. A seguire, sono state inserite le proprietà LOG E LOI (Tabella 14) di una delle elettrovalvole modellate nel

progetto, in modo da chiarire, quali siano le caratteristiche qualitative e quantitative a cui si fa riferimento.

	Disciplina	Nome oggetto	TRP_IT_IDR_EV			
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile			
	Idricosanitario	Livello di sviluppo Raggiunto	с			
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica			
	Basso	Elemento 2D	to t			
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	- d <u>al</u> k			
	Alto	Elemento 3D definito				
	Parametro		Codice parametro			
	Progetto		TRP			
	Edificio		IT			
	Classi di unità tecno	5				
	Unità tecnologi	5.2				
	Classi di elementi	5.2.5				
LOI	Codice MasterFo	32 84 00				
	Titolo MasterFo	rmat	Planting Irrigation			
	Codice Catego	ria	AI			
	Identificative	0	TRP_IT_IRR_EV_AC_3_L00_000.00_00001			
	Codice Padre	e	TRP_IT_IRR_PO_AC_37_LI03_010.24_00001			
	Codice esister	nte	ND			
	Affidabilità		2			
	Codice Famig	lia	EV			

Tabella 14 Scheda LOG-LOI Irrigazione IT. Elaborazione originale dell'autore.

5.3.3. Modellazione delle famiglie in Revit

Anche in questo caso si rimanda al capitolo precedente (3.4.3) al fine di chiarire la procedura adottata nella modellazione delle famiglie. Nello specifico, le istanze modellate per l'impianto d'irrigazione, appartengono a sette Categorie:

- La categoria delle tubazioni;
- La categoria dei raccordi di tubazione;
- La categoria degli apparecchi idraulici;
- La categoria degli accessori di tubazione;
- La categoria dell'apparecchio elettrico;

- La categoria dei raccordi dei tubi protettivi;
- La categoria dei tubi protettivi.

A seguire la tabella (

Figura 47) riassume le famiglie caricabili oggetto della modellazione:

	Pozzetti
Famiglie	Elettrovalvole
Caricabili	Irrigatori
	Quadro di Controllo
	Pompa idraulica

Figura 47 Famiglie Modellate Elaborazione originale dell'autore.

Pozzetti

Le prime famiglie ad essere state modellate, sono state quelle dei pozzetti idraulici (Figura 48).

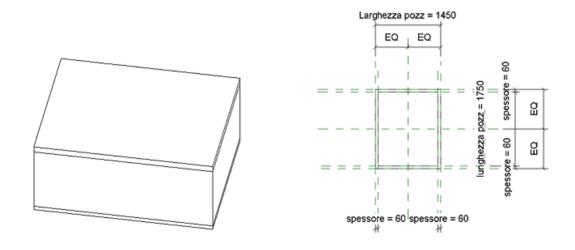


Figura 48 Pozzetto idraulico 1750x1450. Estratto da elaborato personale Revit.

I pozzetti caricati nel progetto, appartengono alla categoria dei modelli metrici generici, ne sono state definite dimensioni volumetria e materiali. Una volta modellati, sono stati caricati all'interno del modello architettonico degli interrati della Torre, prestando attenzione alla loro esatta posizione.

Elettrovalvola

L'elettrovalvola (Figura 49) è stata modellata con un basso livello di dettaglio, considerandone l'ingombro geometrico e come categoria d'appartenenza quella degli apparecchi idraulici.

Alle sue estremità sono stati inseriti, un connettore elettrico, con il quale è stato possibile collegarla al tubo protettivo a completamento del cavidotto e due connettori idraulici, in modo da poterla agganciare al sistema delle tubazioni

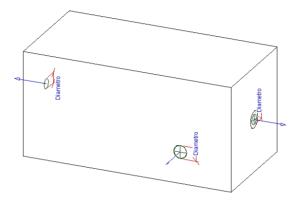


Figura 49 Restituzione MEP Elettrovalvola. Estratto da elaborato personale Revit.

Irrigatori

Gli irrigatori (Figura 50), sono stati modellati con un basso livello di dettaglio considerando l'ingombro geometrico e le connessioni necessarie all'inserimento delle tubazioni idrauliche.

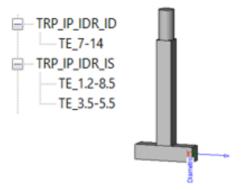


Figura 50 Restituzione MEP irrigatore. Estratto da elaborato personale Revit.

Sono state modellate due famiglie differenti, una con lo scopo di riprodurre gli irrigatori statici ed una gli irrigatori dinamici. Sono state modellate due famiglie differenti, una con lo scopo di riprodurre gli irrigatori statici ed una per gli irrigatori dinamici. Quest'ultima famiglia contiene al suo interno due differenti tipi di irrigatori dinamici, con differenti gittate:

- irrigatori dinamici di gittata 7-14m;
- irrigatori dinamici di gittata 1.2-8.5m.

Dal punto di vista gerarchico le famiglie degli irrigatori, rappresentano i terminali del sistema.

Quadro di controllo

Il quadro di controllo (Figura 51),è stato modellato con un medio livello di dettaglio, considerando l'ingombro geometrico. La categoria d'appartenenza è quella degli apparecchi idraulici. Ad un'estremità è stato inserito un elemento di connessione singolo per il tubo protettivo.

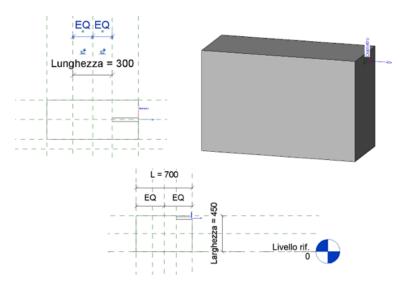


Figura 51 Quadro di controllo modellato in MEP. Estratto da elaborato personale Revit.

Pompa idraulica

La pompa idraulica (Figura 52), nel progetto è stata modellata con un medio livello di dettaglio, considerando l'ingombro geometrico. La categoria d'appartenenza è quella degli apparecchi idraulici. Ad un'estremità è stato

inserito un elemento di connessione al fine di agganciarla alle tubazioni idrauliche.

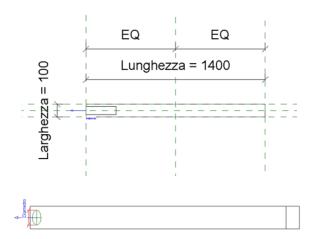


Figura 52 Pompa idraulica modellata in MEP. Estratto da elaborato personale Revit.

5.3.4. Codifica delle famiglie e dei tipi

Per la codifica delle famiglie e dei tipi (Figura 53) è stata utilizzata la medesima procedura descritta la capitolo precedente (3.4.4), a cui si rimanda per maggiori dettagli. Fissate le regole di codifica da utilizzare, sono state compilate su Excel, diverse tabelle.

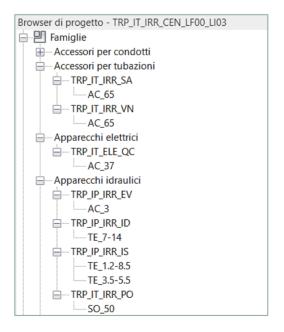


Figura 53 Codifica della famiglia dell'impianto IRR I.T. Estratto da elaborato personale Revit.

Nelle pagine a seguire sono state inserite le codifiche del tipo (Tabella 15) e delle famiglie (Tabella 17), per quanto concerne le istanze elettriche, e le codifiche del tipo (Tabella 16) e delle famiglie (Tabella 18) per le istanze idrauliche.

		TIPO		
Funzione	Codice Funzione	Caratteristica	Codice Caratteristic a	Nomenclatura Tipo
Accessorio	AC	Dispositivi da controllare	37	AC_37
Raccordo	RA	Raggio	25	RA_25
		Raggio-Raggio	26.5-25	RA_26.5-25
Tipo di	AL	Raggio	25	AL_25

Tabella 15 Codifica elettrica Tipo IRR I.T. Estratto da elaborato personale Excel.

		TIPO		
Funzione	Codice Funzione	Caratteristica	Codice Caratteristi ca	Nomenclatura Tipo
Accessorio	AC	Diametro	65	AC_65
Accessono	AC	Diametro	60	AC_65
Sorgente	so	Prevalenza	50	SO_50
Accessorio	AC	Uscite	3	AC_3
			7-14	TE_7-14
Terminale	TE	Gittata	3.5-5.5	TE_3.5-5.5
			1.2-8.5	TE_1.2-8.5
			12.5	RA_12.5
			20	RA_20
			31,5	RA_31,5
			32.5	RA_32.5
			12.5	RA_12.5
			20	RA_20
		Raggio	31,5	RA_31,5
Raccordo	BA		32.5	RA_32.5
Haccordo	HA		12.5	RA_12.5
			20	RA_20
			31,5	RA_31,5
			32.5	RA_32.5
			32.5	RA_32.5
			20-12.5	RA_20-12.5
		Raggio-Raggio	31.5-20	RA_31.5-20
			31,5-32,5	RA_31,5-32,5
			12.5	MA_12.5
Tipo di	l		20	MA_20
sistema	MA	Raggio	31,5	MA_31,5
			32.5	MA_32.5

Tabella 16 Codifica idraulica Tipo IRR I.T. Estratto da elaborato personale Excel.

									FAMIGLIA		
Categoria	Codice Tipologia di categoria famiglia	Tipologia di famiglia	Progetto	Progetto Codice Progetto	Edificio	Codice Edifici o	Codice Codice Edifici Disciplina Discipli	Codice Discipli na	Famiglia	Codice Famiglia	Nomenclatura Famiglia
Apparecchi Elettrici	AI	Caricabile	Torre Regione Piemonte	TRP	Interrati Torre	Ŀ	Elettrica	ELE	Quadro di controllo	30	TRP_IT_ELE_QC
									Boccola di riduzione	88	TRP_IT_ELE_BR
									Corpo Protettivo a T	CT	TRP_IT_ELE_CT
Raccordi tubi	8	1	Torre Regione	0	F 1	Ŀ	i di	Ū	Gomito Trazione	GT	TRP_IT_ELE_GT
protettivi	Ė	Calicabile	Piemonte			=	Palmara		Scatola di giunzione Croce	25	TRP_IT_ELE_SC
									Scatola di giunzione Raccordo a T	ß	TRP_IT_ELE_SQ
									Scatola di giunzione Transizione	ST	TRP_IT_ELE_ST
Tubi protettivi	dШ	Sistema	Torre Regione Piemonte	dHT	Interrati Torre	H	Elettrica	ELE	Tubazione	ΤP	TRP_IT_ELE_TP

Tabella 17 Codifica Elettrica Famiglie IRR I.T. Estratto da elaborato personale Excel.

	Nomenclatura Famiglia	TRP_IT_IRR_VN	TRP_IT_IRR_SA	TRP_IT_IRR_PO	TRP_IT_IRR_EV	TRP_IT_IRR_ID	TRP_IT_IRR_IS	TRP_IT_IRR_GG	TRP_IT_IRR_CA	TRP_II_IRR_RQ	TRP_IT_IRR_IG	TRP_IT_IRR_TR	Tubazione
	Codice Famiglia	NA	SA	Od	ΑΞ	a	S	99	CA	ВQ	10	TR	ΩL
FAMIGLIA	Famiglia	Valvola di non ritorno	Saracinesca per adduzione irrigazione	Pompa	Elettrovalvola	Irrigatori dinamici	Irrigatori Statici	Gomito	Calotta	Raccordo a T	Innesto generioo	Transizione	Tubazione
	Codice Discipli na	Ç	<u> </u>			뜐			<u> </u>				RR
	Disciplin a	1	Idraulica			Idraulica				0 0 0 0 0			Idraulica
	Codice Edifici o	Ŀ	=			Ė			E	=			ш
	Edificio		menau rone			Interrati Torre			laborated Tenna	PER			Interrati Torre
	Codice Progetto	G F	Ľ			TRP			9				ТВР
	Progetto	Torre Regione	Piemonte			Torre Regione Piemonte			Torre Regione	Piemonte			Torre Regione Piemonte
	Tipologia di famiglia					Caricabile			C single				Sistema
	Codice	14				₹			b	Ē			2
	Categoria	Accessoriper	tubazioni			Apparecchi idraulici			Raccordi	tubazione			Tubazione

Tabella 18 Codifica idraulica Famiglie IRR I.T. Estratto da elaborato personale Excel.

5.3.5. Abachi

In accordo alle linee guida fissate dal BIM manager del progetto Torre, tutti gli abachi (Figura 54)

devono essere redatti considerando gli stessi parametri.

<abc_cpr_irr_ai_abaco apparecchi="" degli="" idraulici=""></abc_cpr_irr_ai_abaco>														
Α	В	С	D	Ε	F	G	Н	-1	J	K	L	M	N	0
Famiglia	Tipo	Prog	Ed	Со	Со	CI	Unità	Class	Codice	Titolo MasterFormat	Identificativo	Cod	Affi	Codice Padre Irrigaz
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙΤ	Αl	EV	5				Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙT	Αl	EV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙT	Αl	EV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙT	Αl	EV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙT	Αl	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙT	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙT	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙT	Αl	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙT	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙT	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_EV	AC_3	TRP	ΙΤ	ΑI	ΕV	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_EV_A	ND	2	TRP_IT_IRR_PO_A
TRP_IP_IRR_ID	TE_7-14	TRP	ΙT	ΑI	ID	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_ID_TE	ND	2	TRP_IT_IRR_EV_A
TRP_IP_IRR_ID	TE_7-14	TRP	ΙT	ΑI	ID	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_ID_TE	ND	2	TRP_IT_IRR_EV_A
TRP_IP_IRR_ID	TE_7-14	TRP	ΙT	ΑI	ID	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP IT IRR ID TE	ND	2	TRP IT IRR EV A
TRP_IP_IRR_ID	TE 7-14	TRP	ΙT	Αl	ID	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP IT IRR ID TE	ND	2	TRP IT IRR EV A
TRP_IP_IRR_ID	TE_7-14	TRP	ΙT	ΑI	ID	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_ID_TE	ND	2	TRP_IT_IRR_EV_A
TRP_IP_IRR_ID	TE_7-14	TRP	ΙT	ΑI	ID	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_ID_TE	ND	2	TRP_IT_IRR_EV_A
TRP_IP_IRR_ID	TE_7-14	TRP	ΙΤ	ΑI	ID	5	5.2	5.2.5	32 84 00	Planting Irrigation	TRP_IT_IRR_ID_TE	ND	2	TRP_IT_IRR_EV_A

Figura 54 Esempio di Abaco degli apparecchi idraulici. Estratto da elaborato personale Revit.

Gli abachi realizzati nel modello dell'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque reflue degli interrati della Torre sono:

- Abaco delle tubazioni;
- Abaco dei raccordi di tubazione:
- Abaco dei tubi protettivi;
- Abaco degli accessori di tubazione;
- Abaco dell'apparecchio elettrico;
- Abaco dei raccordi dei tubi protettivi;
- Abaco degli apparecchi idraulici.

Una volta creati gli Abachi con i rispettivi parametri, sono stati esportati dal software Revit, per essere importati su Excel.

Con quest'ultimo programma, sono stati compilati tutti i campi, eccetto il codice idraulico padre IRR, che è stato inserito per ultimo manualmente su Revit.

Al termine della procedura, gli abachi sono stati caricati definitivamente su Revit, in modo da poter individuare attraverso il pannello delle proprietà, tutte le informazioni inserite per ogni singola istanza, come indicato in (Figura 55), che mostra a titolo esemplificativo, le proprietà e le informazioni inserite per una tubazione di mandata del tipo MA_20.

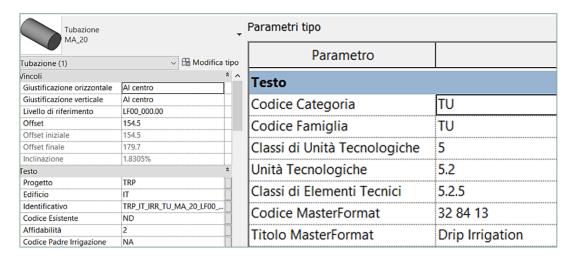
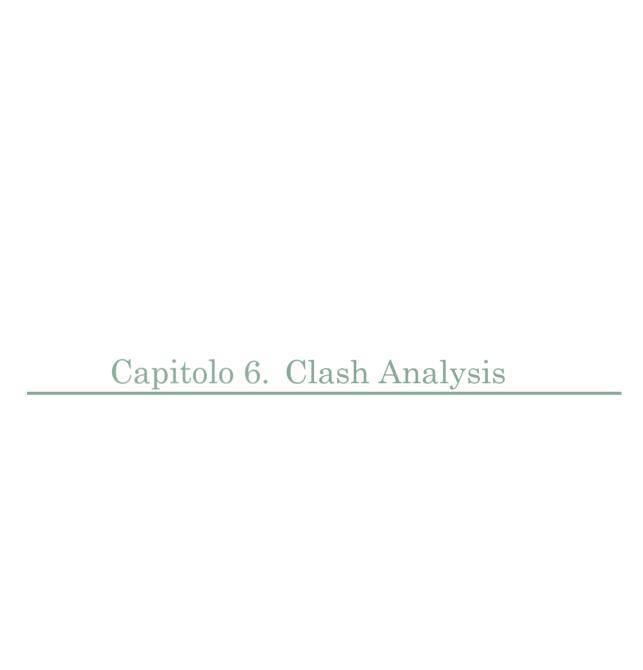


Figura 55 Proprietà d'istanza e di tipo. Estratto da elaborato personale Revit.

5.3.1. Browser di Sistema

Nel caso studio in esame, è stata individuata un'unica tipologia di sistema idraulico, di mandata idronico.

Il browser è organizzato tramite un menu a tendina. Al vertice è posto il nome del sistema, seguito dall'apparecchio idraulico che ne è la sorgente sino a giungere ai terminali.



Interoperabilità & Clash Detection

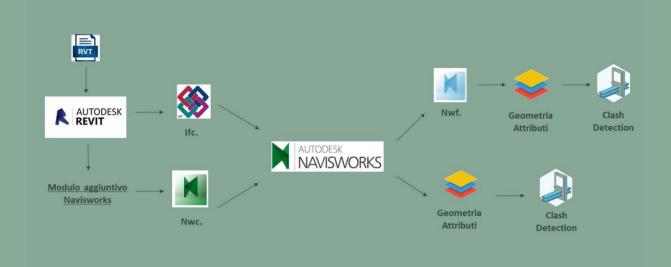


Figura 56 Work flow Clash Navisworks. Elaborazione originale dell'autore.



Figura 57 Work flow Clash Revit. Elaborazione originale dell'autore.

6.1. Model checking

Il Processo BIM prevede che a progetto ultimato ciascun elaborato, prodotto per disciplina, confluisca in un unico modello denominato modello federato. Quest'ultimo è sottoposto ad una procedura di controllo del contenuto informativo definita model checking (Figura 58) che comprende:

- BIM Validation;
- Code Checking;
- Clash Analysis.

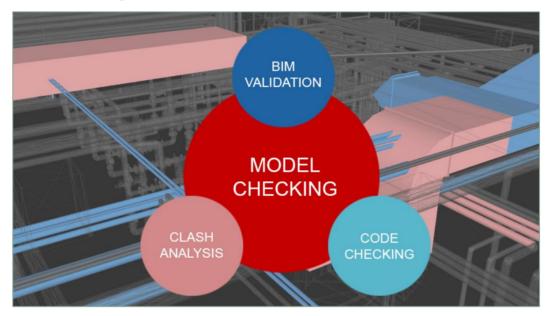


Figura 58 Rappresentazione grafica del model checking. Fonte: https://bimon.it/model-checking-per-rendere-efficace-il-processo-bim/[ultima consultazione il 25/06/2021]

L'elaborato di tesi si sofferma su quest'ultima operazione, definita come Clash Analysis, che permette di valutare se nel modello federato, vi siano fisicamente dei contatti tra elementi ed eventualmente, valutarne la loro entità.

La severità dei risultati ottenuti tramite l'analisi di Clash Detection, viene attribuita utilizzando una classifica, composta da tre livelli (Figura 59) di seguito introdotti:

- Workflow Clash Detection, è utile programmare le differenti fasi di posa, per evitare che nel corso della realizzazione del progetto, alcuni elementi, a causa della loro collocazione o dimensione, rendano difficoltoso il processo costruttivo.

- **Soft Clash Detection** in cui, elementi contigui rendano impossibili le operazioni di manutenzione, va risolto definendo i giusti margini si sicurezza.
- Hard Clash Detection rappresenta la reale compenetrazione tra differenti elementi costruttivi e può essere risolta con lo spostamento e pianificandone una diversa collocazione [11].

the due oggetti collidono fisicamente, l'uno attraversando l'altro es: una canalina che attraversa un pilastro Soft (Clearance Clash) due oggetti sono troppo vicini in termini di montaggio o manutenzione es: una gola di luce troppo stretta per poter sostituire i corpi illuminanti, un profilo non avvilabile Uno dei due elementi deve essere spossato neri

Viene definito un margine di tolleranza, uno spazio vuoto da lasciare intorno all'oggetto

BIM clash detection

Figura 59 Livelli di Clash Detection.

Fonte: https://www.shelidon.it/splinder/wp-content/uploads/2015/05/2015-05-06-17_49_43-Clash-Detection-Levels.png [ultima consultazione il 25/06/2021]

Questo tipo di controllo permette di individuare in modo tempestivo, eventuali conflitti, e di risolverli in fase preliminare, in modo da evitare, l'insorgenza di quest'ultimi in cantiere, complicando la situazione organizzativa dal punto di vista progettuale ed economico.

6.2. Navisworks

Navisworks è un programma appartenente alla famiglia Autodesk, che permette di migliorare l'attività di coordinamento dei progetti BIM, poiché permette di controllare i dati implementati all'interno di un modello federato. È stato utilizzato in questo elaborato, con lo scopo di eseguire l'analisi di Clash Detection e testarne l'interoperabilità con i modelli restituiti tramite Revit, precedentemente introdotti.

Anche in questo caso, come accennato per Revit al capitolo (2.3), al fine di evitare l'insorgenza di problemi di compatibilità tra file, si è preferito non utilizzare l'ultima versione del software, ma la versione di Navisworks del 2019. Il processo d'interoperabilità Navisworks- Revit è estato schematizzato di seguito in (Figura 60).

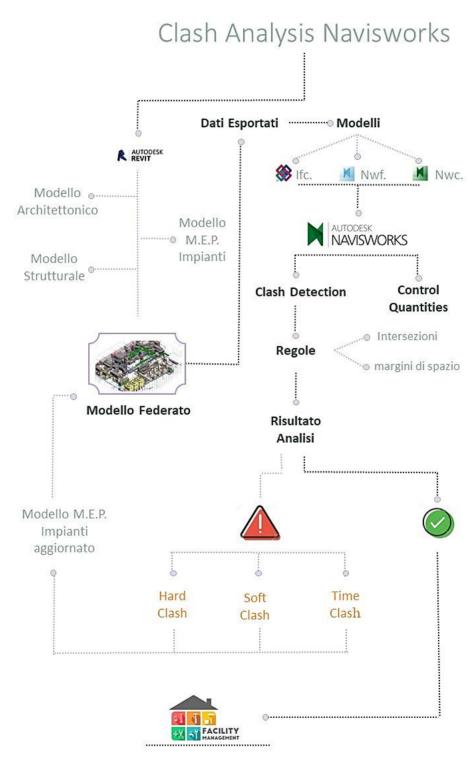


Figura 60 Processo test di interoperabilità su Navisworks. Elaborazione originale dell'autore.

6.3. Trasferimento dei dati

L'operazione preliminare all'analisi di Clash Detection vera e propria, consiste nell'esportazione dei dati relativi ai tre modelli MEP, restituiti tramite l'uso del software Revit.

Sia Revit che Navisworks, sono software prodotti da Autodesk, ciò dovrebbe garantire che non nascano conflitti tra file, durante il processo d'interoperabilità. È stata applicata la stessa procedura d'esportazione dei dati, per il modello dell'impianto geotermico IP, il modello dell'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque meteoriche IP e in fine, per il modello dell'impianto d'irrigazione e raccolta delle acque meteoriche IT. Per ciascuno dei tre modelli analizzati, le estensioni utilizzate durante l'esportazione sono

sia l'estensione proprietaria NWC che quella open BIM IFC (Figura 61).



Figura 61 Formati d'esportazione dei modelli da Revit. Elaborazione originale dell'autore.

La procedura d'esportazione nel formato NWF è schematizzata nel diagramma. di (Figura 62).

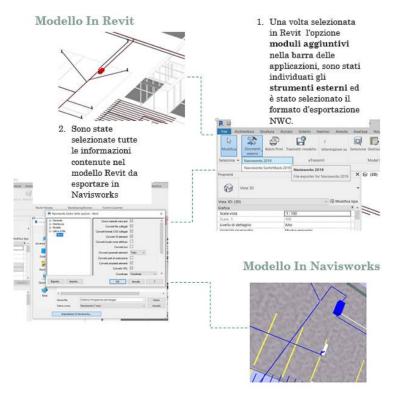


Figura 62 Esportazione in formato NWC. Elaborazione originale dell'autore.

La procedura d'esportazione nel formato IFC è schematizzata nel diagramma di (Figura 63).

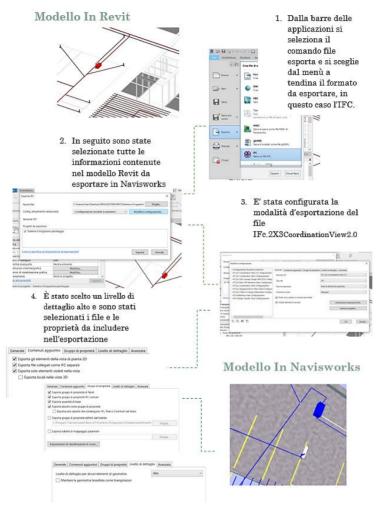


Figura 63 Esportazione in formato IFC. Elaborazione originale dell'autore.

6.4. Controllo delle quantità

I tre modelli impiantistici, una volta caricati all'interno del software Navisworks sono stati sottoposti ad un controllo delle quantità, questa operazione è stata necessaria innanzitutto, per valutare la completezza dell'esportazione e per valutare la corretta visualizzazione degli elementi su cui verrà eseguita l'analisi al fine di eseguirla nel modo più corretto possibile.

Inizialmente l'operazione di controllo, è stata eseguita sul numero globale degli elementi, selezionando il modello importato tramite la colonna delle proprietà, è stato possibile leggere il numero di elementi di cui è composto 1750 in questo caso, rappresentato in (Figura 64).

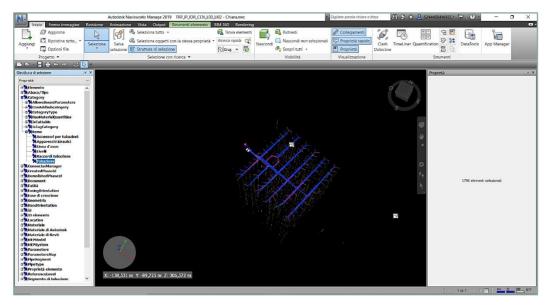


Figura 64 Numero quantità importate. Estratto da elaborato personale Navisworks.

Per conoscere le quantità importate con un maggiore livello di dettaglio, facendo riferimento ad esempio alle singole categorie, è necessario selezionare il comando *Trova quantità* e fissare i parametri di ricerca come descritto nell'immagine (Figura 65).

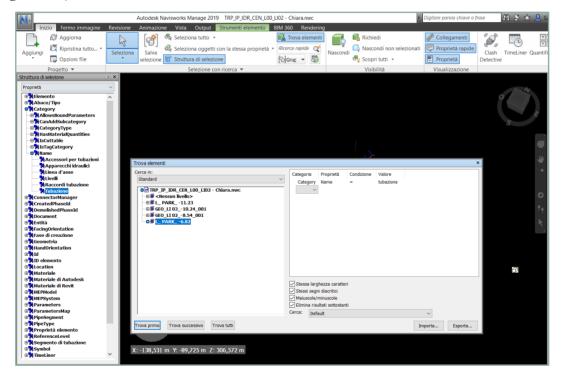


Figura 65 Trova quantità. Estratto da elaborato personale Navisworks.

Gli elementi così individuati possono essere esportati in diversi formati tra cui quello Excel, è necessario però organizzarli in tabelle tramite il comando *Quantification* e inserirli nella *Cartella di lavoro quantification* dal menù

Struttura di selezione e fissare le impostazioni di progetto, la procedura è stata schematizzata in figura (Figura 66).

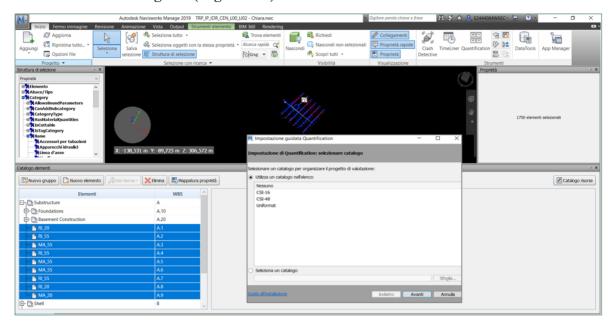


Figura 66 Analisi delle quantità. Estratto da elaborato personale Navisworks.

Il processo appena descritto è stato applicato per ciascuno dei tre modelli e per entrami i formati esportati NWC e IFC.

Il risultati ottenuti sono stati classificati in (Tabella 21).

Quantità in Revit							
	Impianto Geotermico	Impianto Irrigazione IP	Impianto Irrigazione IT				
Tubazioni	1750	3.249	857				
Tubi Protettivi	-	99	72				
Raccordi Tubazione	1775	3.237	831				
Raccordi Tub.prot.	-	95	70				
Apparecchi Idraulici	183	324	188				
Accessori Tubazione	206	-	3				
Apparecchio elettrico	-	-	1				

Tabella 19 Quantità Revit. Elaborazione originale dell'autore.

Quantità Navisworks Formato NWC.							
	Impianto Geotermico	Impianto Irrigazione IP	Impianto Irrigazione IT				
Tubazioni	1750	3.249	857				
Tubi Protettivi	-	99	72				
Raccordi	1775	3.237	831				
Tubazione							
Raccordi	-	95	70				
Tub.prot.							
Apparecchi	183	324	188				
Idraulici							
Accessori	206	-	3				
Tubazione							
Apparecchio	-	-	1				
elettrico							

Tabella 20 Quantità Navisworks NWC. Elaborazione originale dell'autore.

Quantità Navisworks Formato IFC.								
	Impianto Geotermico	Impianto Irrigazione IP	Impianto Irrigazione IT					
Tubazioni	1750	3.249	857					
Tubi Protettivi	-	99	72					
Raccordi Tubazione	1775	3.237	831					
Raccordi Tub.prot.	-	95	70					
Apparecchi Idraulici	183	324	188					
Accessori Tubazione	206	-	3					
Apparecchio elettrico	-	-	1					

Tabella 21 Quantità Navisworks IFC. Elaborazione originale dell'autore.

Dal Confronto tra i dati elencati nella precedente tabella, si può notare che non si è verificata nessuna perdita d'informazione, nel trasferimento dei dati da un software all'altro. Questo risultato è garantito del fatto che sia Revit che Navisworks appartengono alla stessa casa madre.

6.5. Clash Detection in Navisworks

L'analisi delle interferenze è stata eseguita utilizzando tre modelli appartenenti a tre diverse discipline:

- modello impiantistico;
- modello architettonico;
- modello strutturale.

Ed ha interessato i tre modelli oggetto di studio del seguente elaborato.

Il passaggio preliminare è quello della creazione del file di progetto Navisworks sul quale eseguire l'analisi, realizzato selezionando in primo luogo i tre file da analizzare, il file contenente il modello impiantistico, quello del modello architettonico ed in fine quello strutturale.

In questa operazione è importante porre attenzione alla modalità con cui caricare i modelli da analizzare, i tre modelli devono risultare distinti e non uniti, in modo da evitare che il software li riconosca come un unico progetto e non riesca a valutarne le interferenze.

In seguito sono state fissate le regole per eseguire l'analisi.

6.5.1. Definizione regole

Tenendo conto delle tipologie di Clash Detection, esposte all'inizio del capitolo, al paragrafo (6.1), il primo passo per eseguire il controllo delle interferenze consiste, nel fissare le regole d'analisi, tramite l'Editor di Navisworks.

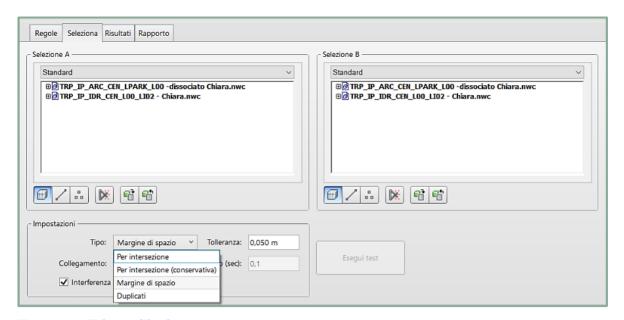


Figura 67 Editor Clash.

Estratto da elaborato personale Navisworks.

L'editor è composto da due finestre A e B in cui è necessario selezionale i modelli da sottoporre ad analisi.

Dal menu a tendina è possibile selezionare il tipo d'interferenza da analizzare:

- Interferenza per Intersezione, indica il conflitto che nasce tra due elementi che s'intersecano lungo un tratto superiore ai limiti di tolleranza imposti. La ricerca dell'intersezione viene condotta ricorrendo a dei triangoli che definiscono gli elementi;
- Interferenza per Intersezione Conservativa, a differenza della prima interferenza in questo caso, cambia il metodo di rilevazione del contatto. Non si fa più riferimento ai triangoli ma ad un metodo conservativo più adatto al caso delle tubazioni;
- Interferenza sui margini di spazio, in questo caso si va a fissare una tolleranza e verranno evidenziati nel modello tutti gli elementi che non la rispettano, anche se questi non collidono tra loro. Questo tipo di analisi è utile per gestire le attività di manutenzione;
- Interferenza tra duplicati, in questo caso l'interferenza nasce tra due sezioni geometricamente identiche rilevate all'interno di una prestabilita tolleranza [12];

Nel seguente lavoro di tesi sono state condotte due tipologie di analisi, una sulle intersezioni conservative ed una sui margini di spazio. La tolleranza è stata fissata a 5 cm e il procedimento è descritto in (Figura 67).

Al termine dell'analisi è possibile individuare visivamente le interferenze riscontate, selezionando dal menu a tendina l'interferenza, e leggendone le informazioni che la definiscono come ad esempio ID, categoria e tipo.

Il software permette di trattare le interferenze individuate, e le definisce come nuove, vecchie o risolte, ed in fine di esportarne i rapporti in diversi formati: XML, HTML, come testo o come fermo immagine (Figura 68).

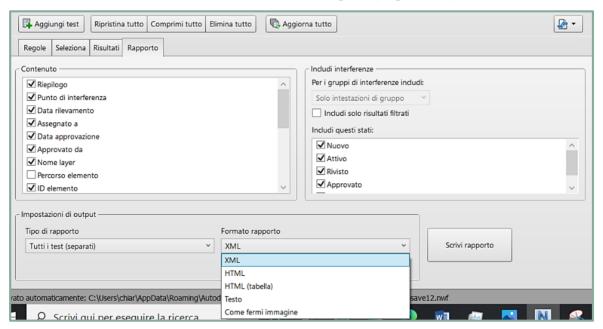


Figura 68 Esportazione Rapporto. Estratto da elaborato personale Navisworks.

6.5.2. Clash Impianto Geotermico

Il modello impiantistico del sistema geotermico è stato analizzato valutandone le interferenze con il modello architettonico e quello strutturale.

I tre modelli sono stati gestiti in fase di restituzione geometrica, tramite il software Revit prestando attenzione all'operazione di condivisione delle coordinate, questo ha facilitato le operazioni di sovrapposizione in Navisworks, garantendo un corretto posizionamento, rappresentato in (Figura 69).

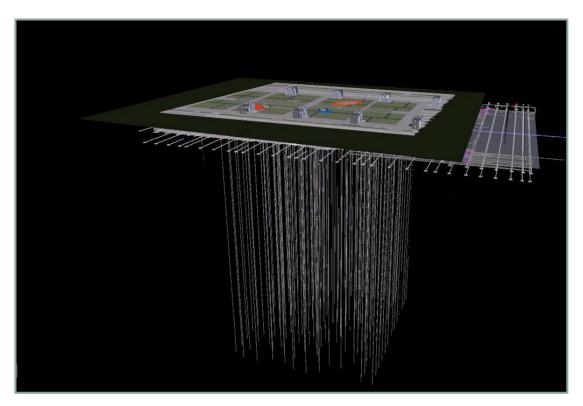


Figura 69 Sovrapposizione dei modelli. Estratto da elaborato personale Navisworks.

Dall'analisi sono state individuate 317 interferenze per intersezione conservativa e 331 interferenze sui margini di spazio, tra il modello architettonico e quello geotermico.

In (Figura 70) è stato riportato a titolo esemplificativo, il risultato di una delle analisi di Clash eseguite.

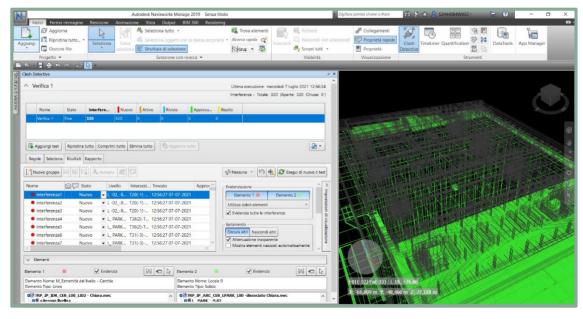


Figura 70 Clash Impianto Geotermico. Estratto da elaborato personale Navisworks.

6.5.3. Clash Impianto d'irrigazione e raccolta acque IP

Il modello impiantistico del sistema d'irrigazione e raccolta delle acque reflue degli interrati del parcheggio della torre, è stato analizzato valutandone le interferenze con il modello architettonico e quello strutturale come fatto al paragrafo precedente (6.5).

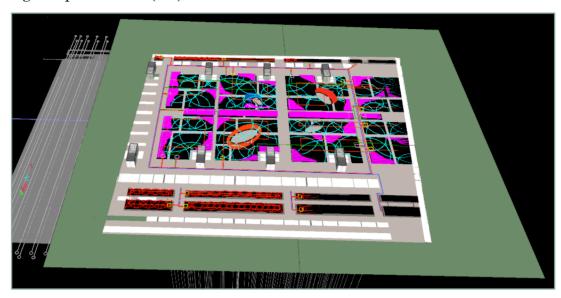


Figura 71 Sovrapposizione dei modelli. Estratto da elaborato personale Navisworks.

I tre modelli sono stati importati condividendone le coordinate, in modo da facilitare le operazioni di sovrapposizione, e garantire un corretto posizionamento, rappresentato in (Figura 71).



Figura 72 Clash Impianto IRR I.P. Estratto da elaborato personale Navisworks.

Dall'analisi sono state individuate 1369 interferenze per intersezione conservativa e 717 interferenze sui margini di spazio. In (Figura 72) è stato

riportato a titolo esemplificativo, il risultato di una delle analisi di Clash eseguite.

6.5.4. Clash Impianto d'irrigazione e raccolta acque IT

Il modello impiantistico del sistema d'irrigazione e raccolta delle acque reflue degli interrati del parcheggio della torre, è stato analizzato valutandone le interferenze con il modello architettonico e quello strutturale come fatto al paragrafo (6.5).

I tre modelli sono stati importati condividendone le coordinate, in modo da facilitare le operazioni di sovrapposizione, e garantire un corretto posizionamento, rappresentato in (Figura 73).

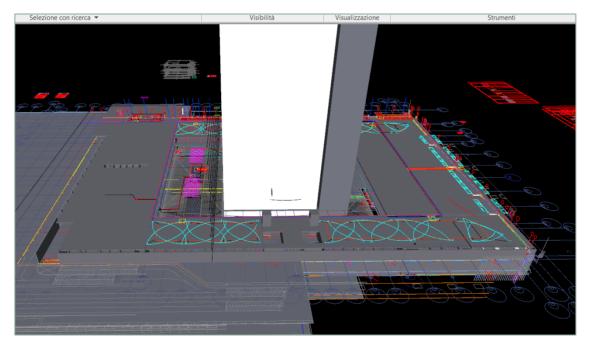


Figura 73 Sovrapposizione dei modelli Estratto da elaborato personale Navisworks.

Dall'analisi sono state individuate 42 Interferenze per intersezione e 36 interferenze sui margini di spazio. In (Figura 74 è stato riportato a titolo esemplificativo, il risultato di una delle analisi di Clash eseguite.

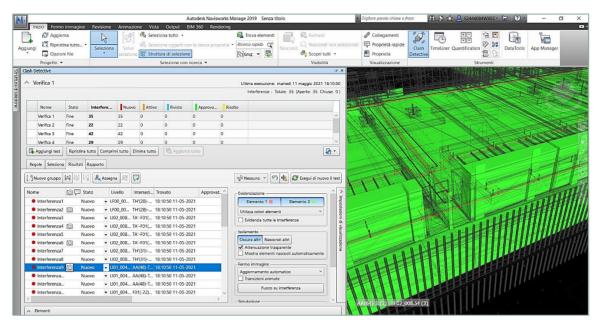


Figura 74 Clash Impianto IRR IT Estratto da elaborato personale Navisworks.

6.5.1. Criticità e punti di forza

Navisworks offre la possibilità di verificare la presenza di eventuali contatti tra istanze appartenenti a modelli informati differenti. Il punto di forza va rintracciato nella capacità di fissare regole ben precise, tramite cui eseguire l'analisi, sia in termini di spazio da controllare che, in termini di tipo di interferenza da rintracciare. Questo fa sì che la collisione segnalata possa essere classificata in modo completo, come soft, hard o legata ai tempi di costruzione.

Affinché le interferenze siano rilevate è necessario però che appartengano a modelli differenti. Nella creazione del file su cui eseguire l'analisi, è fondamentale **aggiungere** i diversi progetti da analizzare e non **unirli**, per evitare che il software li legga come un unico modello e non sia in grado di valutare le compenetrazioni.

6.6. Clash Detection in Revit

I tre modellati impiantistici analizzati al capitolo precedente, sono stati in seguito sottoposti al controllo delle interferenze con lo stesso software utilizzato per la modellazione Revit. In questo caso non è stato necessario eseguire l'operazione d'esportazione e importazione dei dati. Sono stati infatti utilizzati i

modelli prodotti e i relativi file ad essi collegati (rvt.) architettonico e strutturale. La procedura eseguita per valutare la Clash in Revit prevede di cliccare su Collabora →nell'area coordina segnare → controllo delle interferenze → dal menu a tendina selezionare le categorie di elementi da analizzare. Il procedimento è descritto di seguito in (Figura 75).

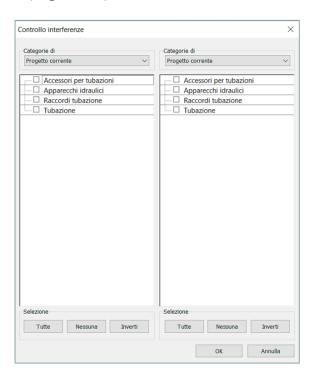


Figura 75 Controllo interferenze in Revit Estratto da elaborato personale Revit.

Le interferenze rilevate non coincidono, in quantità a quelle evidenziate in Navisworks, per nessuno dei tre impianti. Il numero è notevolmente maggiore, e questo va rintracciato nella possibilità di valutare le interferenze tra elementi dello stesso modello. Di seguito sono stati inseriti i rapporti d'interferenza, tra le istanze interne ai tre modelli MEP, rispettivamente in (Figura 76) (Figura 77) è (Figura 78).

Rapporto di interferenza

File di progetto rapporto di interferenza: C:\Users\chiar\Desktop\GEO FINITO\TRP_IP_IDR_CEN_L00_L102 - Chiara - Copia.rvt Creato: giovedi 3 giugno 2021 12:08:34 Ultimo aggiornamento:

	A	В
1	Tubazione : Tubazione : RI_55 : id 1496126	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1658544
2	Tubazione : Tubazione : RI_55 : id 1496126	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1734770
3	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1515496	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1515594
4	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1515508	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1515609
5	Tubazione: Tubazione: RI_20: id 1515516	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1515620
6	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1515524	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1984185
7	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1518935	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1758399
8	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1518945	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1982484
9	Tubazione: Tubazione: RI_20: id 1519014	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1758399
10	Tubazione: Tubazione: RI_20: id 1531513	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1756458
11	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1531552	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1756388
12	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1536038	Tubazione: Tubazione: RI_20: id 1536487
13	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1536075	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1536448
14	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1536114	Tubazione: Tubazione: RI_20: id 1536409
15	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1536153	Tubazione: Tubazione: RI_20: id 1536372
16	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1536192	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1536335
17	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1547529	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1547594
18	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1547633	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1547698
19	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1558597	Tubazione: Tubazione: RI_20: id 1558820
20	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1558597	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1932120
21	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1927134	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1929836
22	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1927321	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1929954
23	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1927415	Tubazione: Tubazione: MA_20: id 1930015

Fine del rapporto di interferenza

Figura 76 Rapporto d'interferenza nel modello Geotermico Revit Estratto da elaborato personale Revit.

Rapporto di interferenza

File di progetto rapporto di interferenza: C:\Users\chiar\Desktop\IRRIGAZIONE\MEP\Sistema d'irrigazione interrati torre.rvt Creato: giovedi 3 giugno 2021 16:27:56
Ultimo aggiornamento:

	A	В
1	Apparecchi idraulici : TRP_IP_IDR_IS : TE_3.5-5.5 - Contrassegno 4 : id 912021	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 922060
2	Apparecchi idraulici : TRP_IP_IDR_IS : TE_3.5-5.5 - Contrassegno 5 : id 912027	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 921730
3	Tubazione : Tubazione : MA_31.5 : id 924305	Tubi protettivi : Tubo protettivo senza raccordi : AL_25 : id 973769
4	Tubi protettivi : Tubo protettivo senza raccordi : AL_25 : id 972699	Raccordi tubo protettivo : M_Gomito trazione tubo protettivo - PVC : RA_25 : id 972710
5	Tubazione : Tubazione : MA_31.5 : id 974689	Tubi protettivi : Tubo protettivo senza raccordi : AL_25 : id 975216

Fine del rapporto di interferenza

Figura 77 Rapporto d'interferenza IRR. Torre Revit Estratto da elaborato personale Revit.

File di progetto rapporto di interferenza: C:\Users\chiar\Desktop\GEO FINITO\TRP_IP_IDR_CEN_L00_L102 - Chiara - Copia.r Creato: giovedi 3 giugno 2021 16:31:33

	A	В
1	Tubazione : Tubazione : RI_55 : id 1496126	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1658544
2	Tubazione : Tubazione : RI_55 : id 1496126	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1734770
3	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1515496	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1515594
4	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1515508	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1515609
5	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515514	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1515594
6	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515514	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1515609
7	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515514	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515615
8	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1515516	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1515620
9	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1515516	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515634
10	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515522	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1515609
11	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515522	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1515620
12	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515522	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515626
13	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1515524	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515634
14	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1515524	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1984185
15	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1515524	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1984220
16	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515530	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1515634
17	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1518935	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1758399
18	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1518945	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1982484
19	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1519014	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1758399
20	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1531513	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1756458
21	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1531552	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1756388
	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1536038	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1536487
23	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1536038	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1977357
24	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1536075	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1536448
⊨	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1536075	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1977163
⊨	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1536114	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1536409
	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1536114	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1976974
⊨	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1536153	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1536372
⊨	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1536153	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1976854
⊨	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1536192	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1536335
	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1536192	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1976815
	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1547529	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1547594
≔	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1547529	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1960783
	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1547633	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1547698
≔	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1547698	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1960684
	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1558597	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1558820
⋍	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1558597	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1932120
	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1558597	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1932147
⊨	Tubazione : Tubazione : RI_55 : id 1947684	Apparecchi idraulici : TRP_IP_IDR_CR_AC_10 : AC_10 - Contrassegno 335 : id 1889250
	Tubazione : Tubazione : RI_55 : id 1926906	Apparecchi idraulici : TRP_IP_IDR_CR_AC_10 : AC_10 - Contrassegno 336 : id 1889278
⊨	Tubazione : Tubazione : MA_55 : id 1950321	Apparecchi idraulici : TRP_IP_IDR_CM_AC_16 : AC_16 - Contrassegno 173 : id 190090
⊨	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1927134	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1929836
⊨	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1927321	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1929954
느	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1927338	-
⊨	Tubazione : Tubazione : RI_20 : id 1927415	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1930015
46	Raccordi tubazione : M_Gomito - Generico : RA_20 : id 1927434	Tubazione : Tubazione : MA_20 : id 1930015

Fine del rapporto di interferenza

Figura 78 Rapporto Interferenze IRR parcheggio Revit Estratto da elaborato personale Revit.

6.6.1. Criticità e punti di forza

Revit offre la possibilità di verificare la presenza di eventuali contatti tra le istanze di cui è costituito il singolo modello e tra modelli differenti. Non è possibile però stabilire le regole tramite cui eseguire tale controllo. Questo fa sì che la collisione segnalata non possa essere classificata come soft, hard o legata ai tempi di costruzione. Permette però di verificare in modo immediato se nella redazione del modello ci siano state compenetrazioni tra elementi, come ad esempio, un raccordo che collida con una tubazione o interferenze tra differenti tubazioni, ed eventualmente agire in modo immediato al loro spostamento. La software house Autodesk, promuove l'uso di questo strumento di collaborazione, per il controllo di elementi strutturali come pilastri controventi tetti e muri, sconsigliandolo invece per il controllo su modelli impiantistici, creati in area MEP.

6.7. Risultati Clash Detection

La tabella (Tabella 22) riassume le quantità di interferenze individuate in entrambi i software. L'analisi in Revit benché identifichi un numero più alto d'interferenze, non fornisce gli strumenti adeguati alla loro classificazione.

In Navisworks abbassando l'intervallo di controllo da 5cm a 1 cm, le collisioni per intersezione conservativa, individuate aumentano. Rimane comunque di 5 cm, il valore di tolleranza considerato più adeguato al tipo di struttura analizzata.

Clash Detection					
Software	Revit	Navisworks			
Impianto Geotermico	1080	648			
Irrigazione Park	5670	2086			
Irrigazione Torre	1626	78			
		Intervallo 5cm			
Software	Revit	Navisworks			
Impianto Geotermico	1080	969			
Irrigazione Park	5670	3018			
Irrigazione Torre	1626	275			
		Intervallo 1cm			

Tabella 22 Confronto risultati Clash Elaborazione originale dell'autore.

La tabella in (Tabella 23) sintetizza le potenzialità dei due software testati nell'ambito dell'interoperabilità, mettendone in luce punti di forza e criticità.

Clash Detection				
Software	Navisworks	Revit		
Formati di lavoro	Lavora nel proprio formato Nwc. Supporta l'apertura del file Ifc. ma trasformandolo in un file Nwf.	Supporta file rvt. e Ifc.		
Tempi import-export Nwc.	Pochi secondi è il formato proprio del software	Pochi secondi ma è necessario installare un estensione per riuscire a completare l'operazione		
Tempi import-export Ifc.	Circa 30 minuti	Circa 30 minuti		
Tipologie di analisi	Verifica la presenza di interferenze tra istanze appartenenti a modelli differenti	Verifica la presenza di interferenze tra le istanze di cui è costituito il singolo modello e tra modelli differenti		
Categorie Esaminate	Tutte le categorie del modello	Tutte le categorie del modello		
Regole d'analisi	È possibile fissare delle regole precise nell'analisi	Non si può agire in merito alle regole seguite nell'analisi		
Classificazione tipologia di Clash	È possibile classificare le interferenze	Le interferenze non possono essere classificate		
Formati d'esportazione Rapporti	XML, HTML,HTML(tab.) Fermi immagine	.html		
Tempi di analisi	Pochi minuti	Pochi minuti		
Tempi esportazione rapporti	Brevi ma risultano maggiori rispetto alle analisi in Revit	Brevi		
Facilità d'impiego	Intuitivo e semplice da utilizzare	Intuitivo e semplice da utilizzare. Dotato di una guida on-line, con spiegazioni ed esempi.		

Tabella 23 Criteri di riferimento Clash Elaborazione originale dell'autore.



Interoperabilità & Geo-BIM

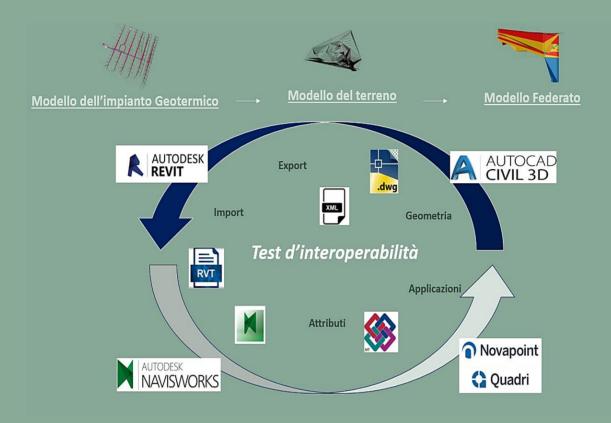


Tabella 24 Work flow Interoperabilità. Elaborazione originale dell'autore.

7.1. Test d'interoperabilità

In questa fase del lavoro di tesi, è stata testata l'interoperabilità Geo-BIM, sono state vagliate procedure e software differenti come Civil 3D, Navisworks e Novapoint, adoperando il modello dell'impianto Geotermico introdotto al (Capitolo 3).



Novapoint è un software che permette di costruire un modello complesso dell'infrastruttura, come ad esempio superfici del terreno 3D, diversi strati del sottosuolo e strutture come impianti o edifici. Novapoint è integrato al server BIM e la piattaforma di collaborazione Trimble Quadri e questo semplifica le operazioni di coordinamento tra gli utenti coinvolti nella progettazione [13].



Civil 3D è un software di progettazione per l'ingegneria civile, che supporta il Building Information Modeling (BIM). Possiede diverse funzionalità integrate, tramite cui è possibile ottimizzare la progettazione. Un aspetto importante ai fini dell'elaborato, va rintracciato nel coordinamento tra pianificazione e costruzione, sfruttando i sistemi di coordinate condivisi [14].



Navisworks un programma appartenente alla famiglia Autodesk, che permette di migliorare l'attività di coordinamento dei modelli BIM, poiché permette di controllare i dati implementati dalle differenti professionalità coinvolte nel progetto e di eseguire attività di simulazione [15].

7.2. Interazione modello del terreno e Impianto Geotermico

Il primo obbiettivo in merito ai test d'interoperabilità, è stato quello di far interagire il modello del terreno esistente, con quello dell'impianto Geotermico.

Per eseguire tale operazione è stato necessario esportare i due modelli a disposizione in differenti formati e verificarne eventuali perdite d'informazione. Le tre procedure di seguito descritte non hanno avuto inizialmente esito positivo, questo è legato al fatto che il modello Geotermico non era stato geo-referenziato in modo opportuno.

7.2.1. Modello federato su Novapoint

Il primo passaggio è stato quello di caricare all'interno del software Novapoint, il file contenente il modello del terreno esistente, nel formato quadri model (Figura 79). Prestando attenzione al controllo delle informazioni di progetto contenute dal file di partenza, in modo da valutare nel corso dei test d'interoperabilità, la completezza dei dati esportati sia in termini di attributi che di geometria.

Il passo successivo è stato quello di inserire nel modello del terreno il modello dell'impianto prodotto su Revit, precedentemente esportato tramite formato Ifc.

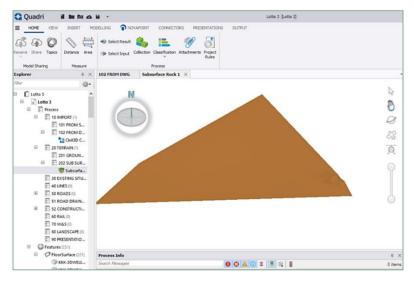


Figura 79 Modello del terreno. Estratto da elaborato personale su Novapoint.

Quest'ultimo in un primo momento non era visibile in Novapoint, perché non geo-referenziato adeguatamente, ultimata l'operazione di geo-referenziazione e reimportando il modello nuovamente, tramite il comando visualizza in 3D è stato possibile visualizzare l'impianto geotermico (Figura 80).

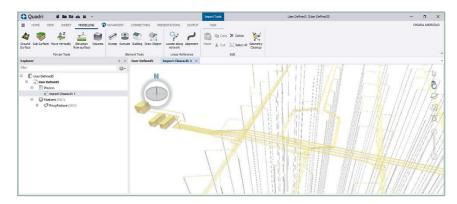


Figura 80 Importazione impianto Geotermico. Estratto da elaborato personale

Anche in questo caso è stato eseguito un controllo delle informazioni di progetto, appurandone la loro completezza, in termini di geometria e attributi. Lo schema di (Figura 81) sintetizza il processo d'interoperabilità adottato. Al termine delle operazioni sopra descritte è stato possibile completare l'importazione del modello dell'impianto Geotermico, all'interno del file contenente il modello del terreno.

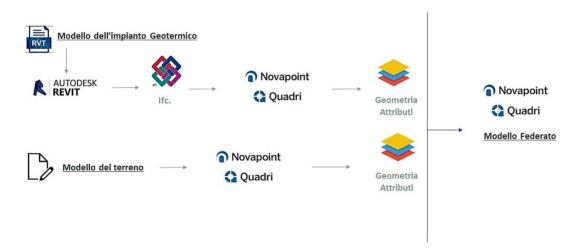


Figura 81 Work flow Interoperabilità Novapoint. Elaborazione originale dell'autore.

7.2.2. Modello federato su Navisworks

Anche in questo caso i due modelli testati, provengono da piattaforme differenti con differenti formati. Il modello del terreno è stato caricato su Navisworks utilizzando il formato proprio del software l'Nwf. Il modello dell'impianto Geotermico invece, è stato esportato da Revit in due diversi formati Ifc. e Nwc. in modo da testare, i tempi d'esportazione e la completezza delle informazioni.

La produzione del formato Nwc. è stata possibile grazie all'attivazione di un estensione di Revit, collocata tra le voci dei moduli aggiuntivi.

Una criticità riscontrata anche in questo caso, riguarda l'interazione non immediata tra i due modelli, avvenuta solo a seguito dell'operazione di georeferenzizione e la successiva reimportazione su Navisworks (Figura 82).

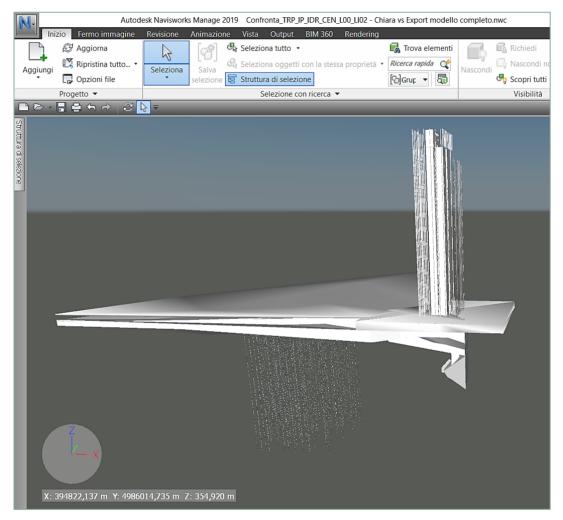


Figura 82 Interazione Terreno e Sonde in Navisworks. Estratto da elaborato personale Navisworks.

In entrambi i formati Ifc. e Nwc. il modello dell'impianto ha conservato immutate le caratteristiche geometriche e i rispettivi attributi. Lo schema di (Figura 83) sintetizza il processo d'interoperabilità adottato.

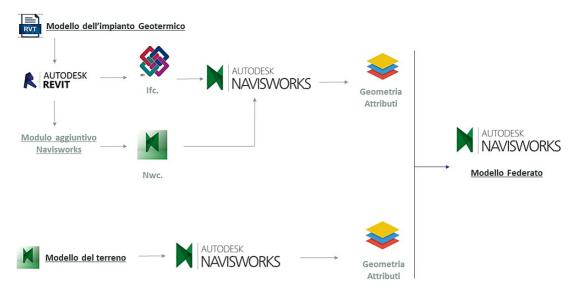


Figura 83 Work flow Interoperabilità Navisworks. Elaborazione originale dell'autore.

7.2.1. Modello federato su Civil 3D

In questo test, il modello dell'impianto Geotermico utilizzato è stato esportato da Revit sia in formato Ifc. che in formato dwg. entrambe le operazioni, sono state supportate dal software senza ricorrere all'installazione di componenti aggiuntive. Lo schema di (Figura 84) sintetizza graficamente il processo d'interoperabilità adottato.



Figura 84 Work flow Interoperabilità Civil 3D. Elaborazione originale dell'autore.

Per quanto riguarda il modello del terreno, i file da caricare in Civil 3D, sono stati processati su due piattaforme differenti. Nel primo caso il software di partenza è stato Navisworks mentre nel secondo Novapoint.

Al termine delle operazioni d'esportazione il passo successivo, è stato quello di importare i modelli su Civil 3D.

Per tutti i formati esportati la geometria è stata mantenuta ma sono andate perse le informazioni relative agli attributi del modello (Figura 85).

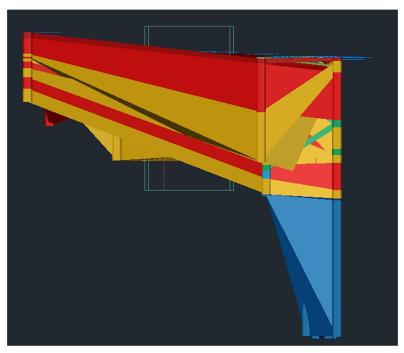


Figura 85 Interazione terreno e sonde Civil 3D. Estratto da elaborato personale Civil 3D.

7.2.2. Modello federato su Revit

Quest'ultimo test d'interoperabilità è stato realizzato al fine di valutare l'interazione grafica tra il modello del terreno e quello dell'Impianto Geotermico. La procedura seguita, prevedeva la creazione di un nuovo file di progetto su Revit, in cui è stato inserito, come collegamento, il modello dell'impianto geotermico, precedentemente Geo-referenziato.

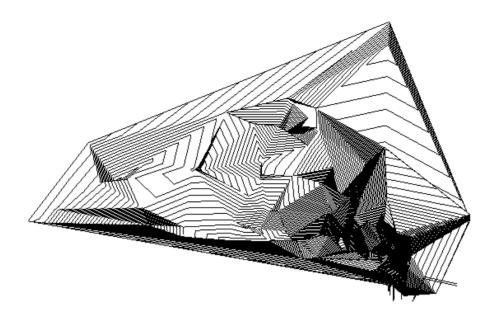


Figura 86 Modello del terreno Revit. Estratto da elaborato personale Revit.

Il modello del terreno visibile tramite Civil3D è stato esportato superficie per superficie ($output \rightarrow Esporta \rightarrow Esporta$ in $Land XML \rightarrow$ è stata selezionata la superficie da esportare ed in fine creato il file). Il file così prodotto, una volta importato su Revit è stato trasformato in superficie topografica (Figura 86). Affinché la procedura d'import-export avesse esito positivo, è stato necessario installare l'estensione Site Designer, utile per introdurre all'interno del file di progetto Revit, gli strati di terreno in formato Land XML.

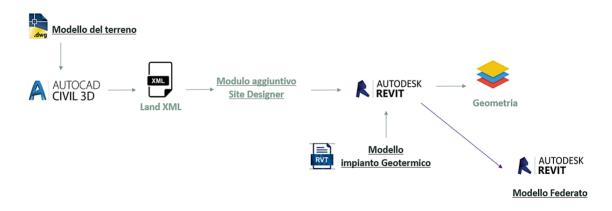


Figura 87 Work flow Interoperabilità Revit. Estratto da elaborato personale Navisworks.

7.3. Geo-referenziazione modello Geotermico

Come accennato ai paragrafi precedenti, l'interazione tra il modello del terreno e quello dell'impianto geotermico, non è si è verificata in modo automatico, come conseguenza dell'importazione dei diversi file su un unico foglio di lavoro. Nello specifico, l'impianto Geotermico non era visibile in nessuno dei tre software utilizzati, sebbene fosse stato correttamente importato. Questo perché il modello prodotto in Revit non era stato geo-referenziato adeguatamente per eseguire i test d'interoperabilità.

La criticità va riscontrata nel fatto che seppur il modello in esame, sia stato referenziato tramite l'acquisizione delle coordinate di progetto, nelle operazioni preliminari alla modellazione, l'operazione è risultata valida solo al fine di gestire i collegamenti tra modelli Revit e i file dwg.

Il software lavora con superfici di lavoro piatte e con un'ampiezza di circa 20 miglia quadrate, per questa ragione nei test d'interoperabilità, sono state riscontrate delle difficolta nella visualizzazione del modello dell'impianto Geotermico all'interno del modello del terreno.

Per ovviare a questo problema sono stati installati sia su Revit che su Civil 3D due differenti plug-in:

- Autodesk Shared Reference Point for Autodesk Revit;
- Autodesk Shared Reference Point for Autodesk Import from XML file.

7.3.1. Procedura di Geo-referenziazione

Il modello del terreno è stato aperto tramite Civil 3D, in seguito il modello dell'impianto Geotermico è stato importato all'interno dello stesso foglio di lavoro, come file dwg. utilizzando il comando *Xrif* tramite il quale è stato selezionato tra i riferimenti esterni (Figura 88).

Con l'applicazione di tale procedura, è stato finalmente possibile visualizzare i due modelli simultaneamente e nello stesso foglio di lavoro.

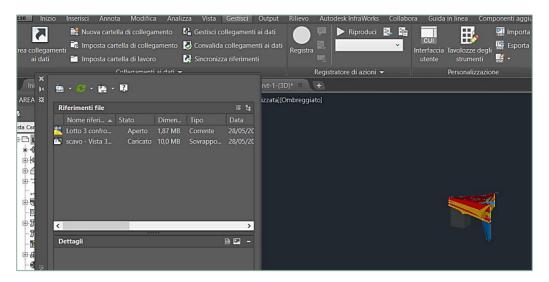


Figura 88 Comando Xrif. Estratto da elaborato personale Civil 3D.

Individuato il modello dell'impianto, questo è stato collocato manualmente all'interno della superficie del modello del terreno, sfruttando gli strumenti della modellazione tridimensionale tipici di Civil 3D [16].

Fatto ciò è stato utilizzato il plug-in per acquisire le coordinate dal modello del terreno. Cliccando sul riquadro degli $strumenti \rightarrow Management$ of subscription $extensions \rightarrow Autodesk$ Shared Reference Point, è stato indicato il punto da utilizzare per acquisire le coordinate e il punto quasi-Nord.

In fine l'operazione si è conclusa con l'esportazione dei dati (Figura 89) e la creazione di un file dal formato XML.

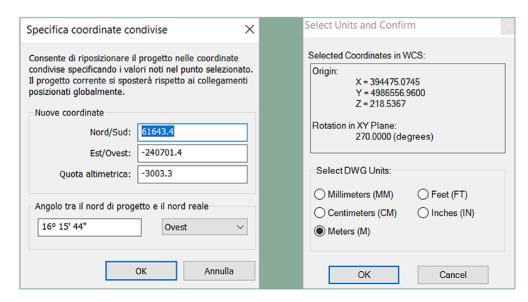


Figura 89 Acquisizione coordinate. Estratto da elaborato personale Civil 3D.

Per ultimare la procedura è stato necessario tornare al software Revit, aprire il modello dell'impianto geotermico e importare il file prodotto, tramite il plug-in $Import\ from\ XML\ file$ tra i moduli aggiuntivi. Per renderlo corrente è stato necessario operare nell'area $gestisci
ightarrow\ posizione\ progetto
ightarrow\ località
ightarrow\ sito$ selezionare il file XML importato $ightarrow\ rendi\ corrente\ (Figura\ 90)$.

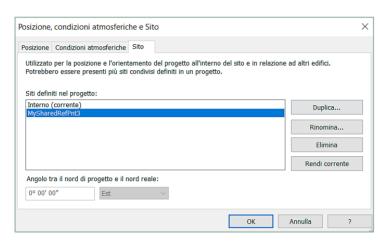


Figura 90 Acquisizione Revit. Estratto da elaborato personale Revit.

7.4. Visualizzazione dei dati Geotecnici

I dati geotecnici a disposizione, sono stati ricavati da relazioni tecniche preliminari alla realizzazione dell'impianto Geotermico. Al fine d'implementare il modello del terreno con queste informazioni, sono state seguite due strade differenti.

7.4.1. Dati a servizio dell'impianto Geotermico

I test d'interoperabilità Geo BIM, sono stati condotti a partire dai risultati ottenuti dalla caratterizzazione termica del sottosuolo. I modelli di simulazione utilizzati per lo studio del campo sonde, non prendono in considerazione i fenomeni radiativi e convettivi, che garantiscono gli scambi termici e considerano inoltre, il mezzo indagato omogeneo e isotropo ma il sottosuolo, per sua natura è un mezzo eterogeno.

Per queste ragioni il terreno è stato caratterizzato tramite la stima di grandezze apparenti, per cui rappresentative dell'applicazione progettuale:

- Temperatura Indisturbata;
- Capacità termica:
- Conducibilità Termica;
- Resistenza Termica della sonda posata;

Va precisato che quest'ultimo parametro rientra nella caratterizzazione, del sistema sonda-terreno che permette di valutare, gli ostacolati che il calore deve superare nel trasferimento dal terreno al glicole, il fluido termovettore utilizzato, attraversando il riempimento del foro e la parete di tubazione che costituisce la sonda stessa. Lo strumento di indagine, tramite il quale sono stati ottenuti i precedenti parametri è il Geothermal Response Test (GRT), in (Tabella 25) sono schematizzati i risultati [17].

Dal punto di vista geologico, il terreno in cui è sito il campo sonde è interessato da depositi riconducibili al Pleistocene, di tipo ghiaioso-sabbioso.

Temperatura media indisturbata	16.3	$^{\circ}\mathrm{C}$
Conducibilità Termica	1.93	W/mK
Resistività Termica Sonda	0.075	mK/W
Capacità termica volumica	2.2	MJ/m ³ K

Tabella 25 Caratterizzazione termica. Elaborazione originale dell'autore.

7.4.2. Implementazione in Novapoint

Il primo passo è stato quello di digitalizzare i parametri geotecnici da utilizzare. Il modello del terreno fornito per eseguire i test d'interoperabilità, con il modello dell'impianto geotermico, era già stato modellato e codificato in precedenza. Giunti a questo punto della tesi, l'operazione più semplice con la quale implementare i dati geotecnici a servizio dell'impianto geotermico è stata quella di allegare, al modello del terreno esistente una tabella creata su Excel che li contenesse.

In seguito è stato caricato il modello del terreno di formato quadri model, su Novapoint e dal pannello delle proprietà, è stata selezionata la superficie alla quale attribuire i parametri in questione. L'importazione è avvenuta cliccando su quest'ultima con il tasto destro e selezionando l'opzione $modifica\ task \rightarrow Aggiungi\ documentazione \rightarrow termina$ modifica.

Così facendo, tra gli allegati presenti nelle proprietà della superficie trattata, è possibile visualizzare il file, con i dati relativi all'impianto geotermico.

In questo modo è stato implementato in modo diretto il modello del terreno, sebbene la tabella Excel resti un file esterno. La (Figura 91) permette di individuare la sezione degli *Attachment*.

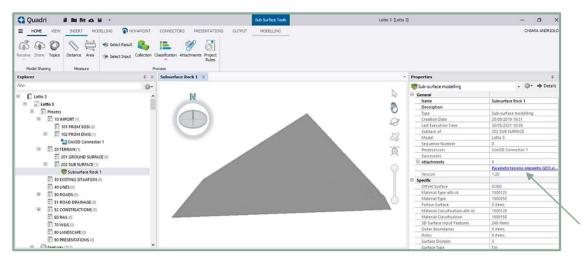


Figura 91 Parametri Geotecnici. Estratto da elaborato personale Novapoint.

7.4.3. implementazione in Revit

L'introduzione dei parametri geotecnici in Revit è stata più complessa, da momento che il software, non è stato creato per lavorare in questo tipo d'ambiente.

Revit è infatti un programma di progettazione parametrica che permette di restituire un progetto, in termini di geometria e codifica degli attributi.

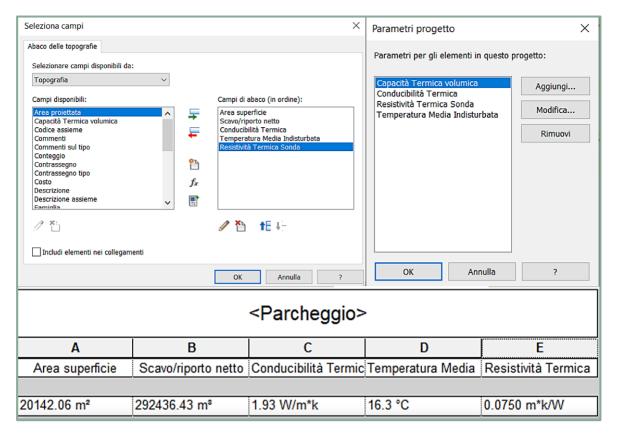


Figura 92 Introduzione Parametri in Revit. Estratto da elaborato personale Revit.

Partendo da quest'ultimo aspetto, sono stati creati dei parametri di progetto, pari al numero delle grandezze geotecniche, necessarie all'implementazione del modello del terreno, (gestisci parametri di progetto aggiungi). Ad ogni parametro è stato attribuito nome, tipologia di testo, e disciplina.

In fine i parametri così introdotti nel progetto, sono stati inseriti nell'abaco delle Topografie ($Vista \rightarrow Abaco \rightarrow Abaco/quantità \rightarrow Categoria$). Come ultimo passaggio, è stato creato l'abaco delle sonde, delle tubazioni e del terreno (Figura 92).

7.5. Interazione Terreno-Impianto-Scavo

In questo paragrafo vengono descritte le procedure sostitutive, adottate nel calcolo dei volumi di scavo. Si parla di procedure sostitutive, dal momento che i software utilizzati, Novapoint e Revit, non prevedono uno strumento apposito per il calcolo dei volumi di terreno coinvolti nello scavo.

7.5.1. Novapoint e i volumi di scavo

Il volume di scavo è stato computato utilizzando il modello dell'impianto Geotermico allegato al modello del terreno. Il procedimento consiste nel tracciare manualmente una superficie geometrica, sfruttando gli strumenti di disegno punto o superficie. Il punto risulta più semplice da utilizzare se il volume di scavo da ricavare appartiene ad un edificio di base regolare. Nel caso studio analizzato nel corso dalla tesi, il modello di cui si vuole computare il volume di scavo è quello di un impianto idraulico, poco regolare sia in pianta che in sezione. Per questa ragione è stato preferibile operare sagomando l'area interessata dallo scavo in prossimità delle tubazioni, utilizzando come strumento di disegno la Surface, la sequenza di comandi utilizzati per eseguire tale operazione è la seguente:

 $(Modeling \rightarrow Element\ tools \rightarrow Draw\ object \rightarrow Result\ feature \rightarrow supported$ $Excavation\ analysis\ result \rightarrow Surface \rightarrow finish).$

Una volta tracciata la superficie è possibile espanderla lateralmente, selezionando il contorno appena tracciato, e indicandolo come baseline (Selezionare il disegno dal menu $Explorer \rightarrow$ Tasto destro $Edit \ Task \rightarrow Edit \rightarrow Trim \rightarrow$ Indicare la baseline e tracciare di quanto si desidera l'offset \rightarrow Finish).

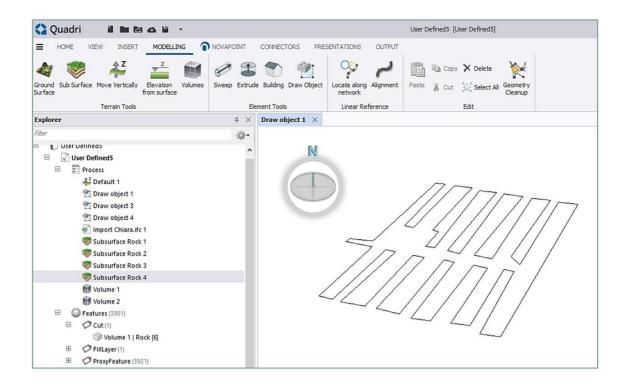


Figura 93 Superficie di scavo. Estratto da elaborato personale Novapoit.

Questa operazione permette di ampliare i contorni tracciati, in modo da considerare gli spazzi necessari, per la movimentazione dei mezzi adoperati nell'operazione di scavo. Il programma di default considera la spaziatura di un metro che può essere modificata in modo intuitivo. Disegnate le superfici in corrispondenza delle sonde e delle tubazioni (Figura 93), il passaggio successivo è stato quello di creare una superficie vera e propria ($Modeling \rightarrow Subsurface \rightarrow Elevation Imput \rightarrow Select Boundary \rightarrow Layer Material \rightarrow Finish$).

In fine è stato creato il volume, tra le due superfici poste a quote differenti o in alternativa, selezionando la superficie più esterna e settando come elemento di confronto la quota a cui posizionarla, in modo da simulare lo scavo e creare il volume utilizzando un'unica area: (*Modeling* → *Terrain tools* → *Volumes*).

Il volume così creato, può essere visualizzato in 3D, in pianta e in tabella, risulta essere pari a circa 24000 m³ (Figura 94). Il dato ricavato fornisce una quantità indicativa utile alla programmazione e alla gestione del cantiere.

Feature Type Name : FillLayer				
Attribute	Value	Unit		
Volume	23,978.944	m ³		
Sum	1			

Figura 94 Volume di scavo in Novapoint. Estratto da elaborato personale Novapoit.

7.5.2. Revit e i volumi di scavo

Il volume di scavo computato con Revit, è stato ricavato utilizzando il modello dell'impianto Geotermico e importando da Civil 3D, il livello superficiale del modello del terreno, riproponendo la procedura descritta al paragrafo (7.2.2).

La superficie così importata è stata trasformata in superficie Topografica.

In seguito, il lavoro è stato eseguito sulla vista di cantiere ritagliando l'area interessata dal parcheggio ($Volumetrie\ e\ cantiere
ightarrow\ Modellazione\ Cantiere
ightarrow\ Superficie\ Topografica
ightarrow\ Crea\ da\ importazione
ightarrow\ Seleziona\ istanza\ importata
ightarrow\ Chiudi$). Una volta creata la superficie topografica, è stato necessario introdurre differenti fasi progettuali.

Di conseguenza, sono state create quattro fasi (Figura 95), una per ogni livello di scavo. La scelta di creare quattro fasi differenti è legata al fatto che Revit, calcola il volume di scavo e riporto facendo la differenza tra la superficie topografica in esame e quella appartenente alla fase precedente.

	Nome	
1	Superficie	
2	Parcheggio	
3	Tubazioni	
4	Sonde	

Figura 95 Fasi di scavo Estratto da elaborato personale Revit.

La prima fase denominata superficie, è quella a cui è stato associato lo stato vergine del terreno. In seguito sono stati introdotti nel progetto i livelli relativi alla base del parcheggio, alle tubazioni e alle sonde, in modo da creare per ognuno di essi un gemello del terreno vergine.

In ciascuna fase il gemello del terreno, è stato opportunamente sagomato in modo tale da riprodurre le porzioni di terreno interessate dallo scavo (Figura 96). Affinché Revit calcoli il volume di scavo, nel passaggio da una superficie alla successiva, quest'ultima deve risultare minore della precedente, altrimenti il volume ricavato sarà segnato dal software come volume di riporto.

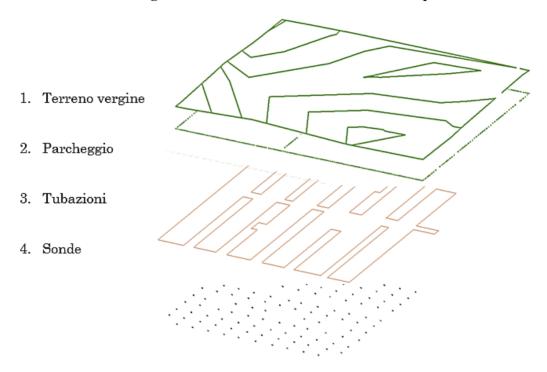


Figura 96 Superfici di scavo. Elaborazione originale dell'autore.

Una volta portata a termine la procedura descritta, i volumi di scavo sono consultabili tra le proprietà della superficie topografica selezionata e dall'abaco delle superfici topografiche.

A titolo esemplificativo, si riporta l'abaco relativo al volume di scavo, valutato per alloggiare le tubazioni orizzontali dell'impianto Geotermico (Figura 97).

<tubazioni></tubazioni>						
Α	В	С	D	E		
Area superficie	Scavo/riporto netto	Conducibilità Termic	Temperatura Media	Resistività Termica		
7776.67 m²	-135662.19 m ^s	1.93 W/m*k	16.3 °C	0.0750 m*k/W		
0.04 m²	-6.22 m ^s	1.93 W/m*k	16,3 °C	0.0750 m*k/W		

Figura 97 Abaco scavo tubazioni. Estratto da elaborato personale Revit.

In (Tabella 26) sono riassunti i valori del volume di terreno scavato, ricavati tramite Revit.

Anche qui come nel caso precedente il volume è di circa 22000m³.

Volume tot. Sonde	933,7421	m3
Volume tot. Scavato	314003,4	m3
Volume tot. Geo	21566,94	m3

Tabella 26 Volumi di scavo Revit Elaborazione originale dell'autore.

Il volume così ricavato è pari al volume del terreno in banco. Affinché questo valore possa essere utilizzato a fini ingegneristici, è necessario trasformarlo in volume sciolto con la seguente formula:

 $Volume\ sciolto = Volume\ in\ banco\ \times (1 + fill\ factor)$

Dove:

- volume in banco = 22000 m^3 ;
- fill factor = 1,1.

Il volume sciolto risulta pari a 25960 m³. Partendo da questo dato, ricavato tramite modellazione BIM, diventa possibile scegliere i mezzi da utilizzare per il movimento terre, valutarne i valori di produzione oraria e definirne i tempi di lavorazione. Tutte operazioni di simulazione che permettono, di gestire in modo efficiente le operazioni di programmazione lavori e gestione del cantiere.

7.6. Risultati Geo-BIM

I risultati dei test d'interoperabilità tra il modello dell'impianto Geotermico e il modello del terreno, sono stati sintetizzati in (Tabella 27) al fine di metterne in luce punti di forza e criticità riscontrate.

Geo-BIM				
Software	Navisworks	Revit	Novapoint	Civil 3D
Formati di lavoro	Nwc. Nwf.	Rvt.	Quadri model.	dwg.
Estensioni utilizzate per l'esportazione e l'importazione	Nessuna	1.Navisworks 2. Novapoint 3. Civil 3D	Nessuna	1. Revit
Formati utilizzati in Importazione	Ifc. Nwc. Nwf.	Rvt. Ifc. Land XML. dwg.	Quadri model. Ifc. Land XML. dwg.	Ifc. dwg.
Formati utili in esportazione	Ifc.	Ifc. dwg.	Ifc. Land XML. dwg.	Ifc. dwg.
Tempi import export Ifc.	In entrambe le operazioni di import export impiega circa 15 minuti.	In entrambe le operazioni di import export impiega circa 15 minuti.	In entrambe le operazioni di import export impiega circa 30 minuti.	Circa 60 minuti per l'import, e circa 30 minuti per l'export.
Visualizzazione grafica	Geometria e Attributi	Geometria e Attributi	Geometria e Attributi	Geometria
Versatilità	Impossibile l'uso per scopi diversi dai quelli per cui è stato ideato	Ottima la possibilità di adeguamento per fini diversi da quelli per cui è stato programmato	Buona la possibilità di adeguarne l'uso per i propri fini, con qualche difficoltà	Molto difficile l'uso per scopi diversi dai quelli per cui è stato ideato
Facilità d'impiego	Intuitivo e semplice da utilizzare.	Intuitivo e semplice da utilizzare. Dotato di una guida, con spiegazioni ed esempi.	Non immediato e complesso da utilizzare nelle funzioni più avanzate.	Non immediato e complesso da utilizzare nelle funzioni più avanzate.

Tabella 27 Criteri di Riferimento Geo BIM. Elaborazione originale dell'autore.





8.1. Risultati e Sviluppi futuri

Testare la metodologia BIM e indagarne i processi d'interoperabilità tra software, rappresenta l'obiettivo del lavoro di tesi, descritto nel presente elaborato. Dal punto di vista concettuale l'attività di sperimentazione, è stata sviluppata in due fasi differenti. Nella prima, è stata sperimentata la metodologia BIM a partire, da tre modelli informati dell'area MEP appartenenti ad un caso studio reale, prodotti utilizzando un linguaggio comune, che ne garantisse l'interoperabilità. Quest'ultima, ha rappresentato il target da raggiungere nel primo step del lavoro, trasformandosi successivamente, nel punto di partenza, per la verifica dei test tra software. Nello specifico, lo studio dell'interoperabilità tra software, ha coinvolto due campi d'indagine estremamente diversi. Il primo tipicamente BIM legato al controllo delle interferenze, l'altro di tipo Geo-BIM, legato all'elaborazione di un modello federato, che consentisse l'interazione, tra il modello dell'impianto Geotermico e il modello del terreno.

L'attività di modellazione, ha posto l'accento sul concetto di codifica parametrica, espresso tramite formulazione tabellare, a completamento della riproduzione geometrica tradizionale. Ogni istanza appartenente al modello è stata infatti, caratterizzata con specifici parametri e prefissati livelli di dettaglio, che hanno permesso di trasmettere le informazioni su diverse piattaforme. In un contesto più ampio questa operazione permette a diverse figure professionali di coordinarsi in modo funzionale.

I test d'interoperabilità relativi alla Clash Detection, sono stati indirizzati alla verifica del corretto Import-Export dei dati, valutandone quantità è coerenza con il modello originario. Eseguire un controllo delle interferenze, tra elementi progettuali appartenenti alla stessa disciplina o a discipline differenti, semplifica le operazioni di gestione del cantiere, evitando che insorgano criticità nel corso delle fasi di costruzione montaggio e manutenzione dell'opera. Tra i software esaminati quello ritenuto più idoneo è Navisworks, sia in termini di visualizzazione dei dati che in termini di controllo sulle regole d'analisi.

I test d'interoperabilità relativi al Geo-BIM, sono stati indirizzati alla verifica della corretta importazione ed esportazione dei dati, alla loro visualizzazione e alla produzione di un modello federato, del quale a sua volta ne è stata testata la possibilità d'esportazione in diversi formati. L'operazione preliminare all'esecuzione dei test, è stata quella dall'implementazione del modello del terreno, con i dati a servizio dell'impianto geotermico. Operazione che ha evidenziato diverse criticità, risolte attraverso l'applicazione di procedimenti sostitutivi.

Il modello federato è stato in fine importato, sia su Revit che in Novapoint in modo da ricavare i volumi di scavo mobilitati nella costruzione dell'impianto geotermico. Per entrambi i software ancora una volta, sono stati applicati dei metodi supplitivi, poiché non era prevista una task adeguata a svolgere l'attività pianificata. Nonostante ciò l'interazione tra il modello del terreno e il modello dell'impianto non è stata quella sperata. In Novapoint, si è riscontrata una perdita della stratigrafia, legata all'impossibilità di creare una cavità nell'area di scavo. In Revit l'operazione ha permesso di conservare la superficie topografica e i parametri ad essa collegati.

Al termine di tutti i processi testati nel corso di questo elaborato, è stato prodotto un unico modello interdisciplinare tramite il quale, visualizzare in un'unica piattaforma tutti i dati progettuali a disposizione. La finalità, in accordo con la metodologia BIM, è stata quella di rendere fruibile a tutte le professionalità coinvolte, un quadro completo delle informazioni di progetto, da poter aggiornare in qualsiasi momento.

È doveroso, a conclusione di questo elaborato, ricordare le numerose criticità affrontate. A testimonianza del fatto, che gli strumenti adoperati risultino maggiormente conformi al campo dall'analisi strutturale.

In ambito civile, con particolare interesse verso la geotecnica, il settore si mostra ancora poco sviluppato. Le pubblicazioni scientifiche, in cui la geotecnica viene accostata al concetto di BIM sono davvero esigue, il numero scende esponenzialmente se l'area di ricerca, converge su applicazioni pratiche a supporto della progettazione geotecnica. I software analizzati non possiedono comandi specifici che permettano di eseguire le operazioni sperate, senza ricorrere a percorsi alternativi, per natura non immediati.

L'auspicio è quello di riuscire ad ampliare il settore dell'interoperabilità BIM, anche all'area Civile e Geotecnica. In modo che le software house forniscano

strumenti adeguati, volti a semplificare e ottimizzare le attività di progettazione, anche in questo ambito dell'ingegneria.

Capitolo 9. Allegati



9.1. Schede LOG-LOI Modello dell'Impianto Geotermico

		Nome oggetto	TRP_IP_GEO_SO
	Disciplina		Caricabile
1	Idricosanitario	Livello di sviluppo	C
_		Raggiunto	
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
	Basso	Elemento 2D	
LOG	Medio Elemento 3D approssimato		
	Alto	Elemento 3D definito	Damber -
	Parametro		Codice parametro
	Progetto		TRP
	Edificio		IP
	Classi di unità tecnologiche		5
	Unità tecnologiche		5.1
	Classi di elementi tecnici		5.1.4
LOI	Codice MasterFormat		23 21 13.13
	Titolo MasterF	ormat	Underground Hydronic Piping
	Codice Categ	goria	AI
	Identificati	VO	TRP_IP_GEO_SO_TE_3_LI02_0006.88_00111
	Codice Pad	lre	TRP_IP_GEO_CM_AC_10_LI02_0006.88_0003
	Codice esiste	ente	ND
	Affidabilit	zà	2
	Codice Fami	glia	SO

		Nome oggetto	TRP_IP_GEO_GP
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile
ī	Idricosanitario		C
		sviluppo Raggiunto	C
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
LOG	Basso	Elemento 2D	Communitation 1 - 500
	Medio	Elemento 3D approssimato	
	Alto	Elemento 3D definito	
	Parametro		Codice parametro
	Progetto		TRP
	Edificio		IP
	Classi di unità tecnologiche		5
	Unità tecnologiche		5.1
	Classi di elementi tecnici		5.1.4
LOI	Codice MasterFormat		23 21 13.33
	Titolo MasterF	'ormat	Ground-Loop Heat-Pump Piping
	Codice Categ	goria	AI
	Identificati	VO	TRP_IP_GEO_GP_AC_590_LI02_0006.88_00001
	Codice Pad	lre	TRP_IP_GEO_EP_SO_22_ LI02_0006.88_0001
	Codice esiste	ente	ND
	Affidabilit	à	2
	Codice Fami	glia	GP

D 1.		Nome oggetto	TRP_IP_GEO_PZ
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile
			G
	Idricosanitario		C
	Livello di visualizzazione	Raggiunto Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
	Basso	Elemento 2D	
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	
	Alto	Elemento 3D definito	
	Parametr	0	Codice parametro
	Progetto		TRP
	Edificio		IP
	Classi di unità tec	nologiche	5
	Unità tecnolo		5.1
	Classi di element	i tecnici	5.1.4
LOI	Codice MasterFormat		23 21 16
LOI	Titolo MasterFormat		Hydronic Piping Specialties
	Codice Categoria		AI
	Identificativo		TRP_IP_GEO_PZ_SM_152_LI2_00002
	Codice Padre		NA
	Codice esiste	ente	ND
	Affidabilit	à	2
	Codice Fami	glia	PZ

D'actal'ac		Nome oggetto	TRP_IP_GEO_ZV
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile
]	Idricosanitario		C
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
	Basso	Elemento 2D	
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	
	Alto	Elemento 3D definito	
	Parametr	0	Codice parametro
	Progetto		TRP
	Edificio		IP
	Classi di unità tec	nologiche	5
	Unità tecnolo	giche	5.1
	Classi di element	i tecnici	5.1.4
LOI	Codice MasterFormat		118 21 16
	Titolo MasterFormat		Hydronic Piping Specialties
	Codice Categ	oria	AT
	Identificati	vo	TRP_IP_GEO_ZV_AC_40_LI2_00040
	Codice Pad	re	NA
	Codice esiste	ente	ND
	Affidabilit	à	2
	Codice Fami	glia	ZV

		Nome oggetto	TRP_IP_GEO_CM_10
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile
I	dricosanitario	sviluppo Raggiunto	\mathbf{c}
	Livello di	Descrizione	Rappresentazione grafica
	visualizzazione	visualizzazione	ivappresentamone granea
LOG	Basso	Elemento 2D	
	Medio	Elemento 3D approssimato	the state of the s
	Alto	Elemento 3D definito	TITITITI
	Parametro		Codice parametro
	Progetto		TRP
	Edificio		IP
	Classi di unità tecnologiche		5
	Unità tecnologiche		5.1
	Classi di elementi tecnici		5.1.4
LOI	Codice MasterI	Format	23 21 16
	Titolo MasterF	'ormat	Hydronic Piping Specialties
	Codice Categ	goria	AI
	Identificati	VO	TRP_IP_GEO _CM_10_LI02_006.88_00004
	Codice Pad	lre	TRP_IP_GEO_ CM_10_LI02_006.88_00004
	Codice esiste	ente	ND
	Affidabilit	cà	2
	Codice Famiglia		ZV

Dissipling		Nome oggetto Tipologia di	TRP_IP_GEO_EP
	Disciplina		Caricabile
	Idricosanitario		C
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
	Basso	Elemento 2D	000000000 1 - 7100 E 0
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	,
	Alto Elemento 3D definito		
	Parametr	0	Codice parametro
	Progetto		TRP
	Edificio		IP
	Classi di unità tec	nologiche	5
	Unità tecnolo	giche	5.1
	Classi di element	ti tecnici	5.1.4
LOI	Codice MasterF	ormat	23 21 23
	Titolo MasterF	ormat	Hydronic Pumps
	Codice Categ	oria	AI
	Identificati	vo	TRP_IP_GEO_EP_SO_22_LI2_00001
	Codice Pad	re	TRP_IP_GEO_EP_SO_22_LI2_00001
	Codice esiste	ente	ND
	Affidabilit	à	2
	Codice Fami	glia	EP

9.2. Schede LOG-LOI Modello dell'Impianto d'Irrigazione e raccolta delle acque reflue del Parcheggio

			TRP_IP_IRR_IS
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile
	Idricosanitario		C
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
	Basso	Elemento 2D	
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	
	Alto	Elemento 3D definito	
	Parametro		Codice parametro
	Progetto		TRP
	Edificio		IP
	Classi di unità tecno	ologiche	5
	Unità tecnologi	che	5.2
	Classi di elementi	tecnici	5.2.5
LOI	Codice MasterFormat		32 84 00
	Titolo MasterFor	rmat	Planting Irrigation
	Codice Categor	ria	AI
	Identificative	0	TRP_IP_IRR_IS_TE_3.5-5.5_LF00_001.85_00004
	Codice Padre		TRP_IP_IRR_EV_AC_3_LF00_001.85_00001
	Codice esisten	te	NA
	Affidabilità		2
	Codice Famigl	lia	ID

D: 1:		Nome oggetto	TRP_IP_IRR_EV	
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile	
I	Idricosanitario		С	
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica	
	Basso	Elemento 2D	EQ EQ EQ Eq Eq Eq Eq Eq	
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	The state of the s	
	Alto	Elemento 3D definito		
	Parametro		Codice parametro	
	Progetto		TRP	
	Edificio		IP	
	Classi di unità tecnologiche		5	
	Unità tecnologiche		5.2	
	Classi di elementi tecnici		5.2.5	
LOI	Codice MasterFormat		32 84 00	
	Titolo MasterF	'ormat	Planting Irrigation	
	Codice Categ	goria	AI	
	Identificati	vo	TRP_IP_IRR_EV_AC_3_LF00_001.85_00001	
	Codice Pad	lre	TRP_IT_IRR_PO_AC_37_LI03_010.24_00001	
	Codice esiste	ente	N/A	
	Affidabilit	cà	2	
	Codice Famiglia		EV	

9.3. Schede LOG-LOI Modello dell'Impianto d'Irrigazione e raccolta delle acque reflue della Torre

		Nome oggetto	TRP_IT_IRR_ID
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile
	Idricosanitario		C
	Livello di visualizzazione	Raggiunto Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
	Basso	Elemento 2D	
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	
	Alto Elemento 3D definito		
	Parametro		Codice parametro
	Progetto		TRP
	Edificio		IT
	Classi di unità tecn	ologiche	5
	Unità tecnologi	iche	5.2
	Classi di elementi	tecnici	5.2.5
LOI	Codice MasterFo	ormat	32 84 00
	Titolo MasterFo	rmat	Planting Irrigation
	Codice Catego	ria	AI
	Identificativ	0	TRP_IT_IRR_ID_TE_TE_7-14 _L00_000.00_00001
	Codice Padr	e	TRP_IT_IRR_ID_EV_AC_03 _L00_000.00_00004
	Codice esister	nte	ND
	Affidabilità		2
	Codice Famig	lia	EV

		Nome oggetto	TRP_IT_IDR_EV
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile
Id	Idricosanitario		C
	Livello di visualizzazione	Raggiunto Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
	Basso	Elemento 2D	Lunghezza = 800
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	Agreement Agreem
	Alto	Elemento 3D definito	
	Parametro		Codice parametro
	Progetto		TRP
	Edificio		IT
	Classi di unità tecnologiche		5
	Unità tecnologiche		5.2
	Classi di elementi tecnici		5.2.5
LOI	Codice Master	Format	32 84 00
LOI	Titolo Master	Format	Planting Irrigation
	Codice Cate	goria	AI
	Identificat	ivo	TRP_IT_IRR_EV_AC_3_L00_000.00_00001
	Codice Pa	dre	TRP_IT_IRR_PO_AC_37_LI03_010.24_00001
	Codice esist	ente	ND
	Affidabili	tà	2
	Codice Fam	iglia	EV

_		Nome oggetto	TRP_IT_IRR_PO	
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile	
		Livello di		
10	dricosanitario	sviluppo Raggiunto	C	
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica	
	Basso	Elemento 2D	EQ EQ Lunghezza = 1400	
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato		
	Alto	Elemento 3D definito		
	Parametro		Codice parametro	
	Progetto		TRP	
	Edificio		IT	
	Classi di unità tecnologiche		5	
	Unità tecnologiche		5.2	
	Classi di elementi tecnici		5.2.5	
LOI	Codice Masterl	Format	32 82 00	
	Titolo MasterF	Format	Irrigation Pumps	
	Codice Cates	goria	AI	
	Identificat	ivo	TRP_IT_IRR_PO_AC_37_LI03_010.24_00001	
	Codice Pac	lre	TRP_IT_IRR_PO_AC_37_LI03_010.24_00001	
	Codice esiste	ente	ND	
	Affidabili	tà	2	
	Codice Fami	iglia	РО	

D		Nome oggetto	TRP_IT_ELE_QC	
	Disciplina	Tipologia di famiglia	Caricabile	
Idr	icosanitario	Livello di sviluppo Raggiunto	C	
	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica	
	Basso	Elemento 2D	Lunghezza = 300	
LOG	Medio	Elemento 3D approssimato	10 mm	
	Alto	Elemento 3D definito		
	Parametro		Codice parametro	
	Progetto		TRP	
	Edificio		IT	
	Classi di unità tecnologiche		5	
	Unità tecnologiche		5.2	
	Classi di elementi tecnici		5.2.5	
LOI	Codice MasterFormat		32 82 00	
	Titolo Maste	erFormat	Irrigation Pumps	
	Codice Car	tegoria	AI	
	Identific	ativo	TRP_IT_ELE_QC_AC_37_LI03_010.24_00001	
	Codice F	adre	TRP_IT_ELE_QC_AC_37_LI03_010.24_00001	
	Codice esi	stente	ND	
	Affidab		2	
Codice Famiglia		miglia	PO	

Capitolo 10. Riferimenti



10.1. Riferimenti

- [1] U. N. B. S. C. (NBIMS), «National BIM standard,» 2014. [Online]. Available: https://www.nationalbimstandard.org/about. [Consultato il giorno 2021 Giugno 2021].
- [2] O. A., Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti, 2012.
- [3] M. d. i. e. d. trasporti, «mit.gov.it,» [Online]. Available: https://www.mit.gov.it/sites/default/files/media/normativa/2018-01/Decreto%20Ministro%20MIT%20n.%20560%20del%201.12.2017.pdf. [Consultato il giorno 27 06 2021].
- [4] «store.uni,» [Online]. Available: http://store.uni.com/catalogo/uni-en-iso-16739-1-2020?josso_back_to=http://store.uni.com/josso-security-check.php&josso_cmd=login_optional&josso_partnerapp_host=store.uni.c om. [Consultato il giorno 27 06 2021].
- [5] fuksas, «fuksas.com,» [Online]. Available: https://fuksas.com/new-headquarters-regione-piemonte/. [Consultato il giorno 27 06 2021].
- [6] «Regione Piemonte,» [Online]. Available: https://www.regione.piemonte.it/web/amministrazione/organizzazione/nu ovo-palazzo-della-regione-sede-unica/sede-unica-edifici-ambienti-principali. [Consultato il giorno 27 06 2021].
- [7] R. Piemonte, «Nuovo palazzo per uffici Regione Piemonte lotto 3, Progetto Esecutivo di variante, Campo Geotermico Rete di collettamento orizzontale Relazione.,» Torino, 2012.
- [8] D. G. M., Il disegno e l'ingegnere. BIM Handbook for building and civil engineering students, Levrotto&Bella Editore, 2029.
- [9] Ingenio, «ngenio-web.it,» [Online]. Available: https://www.ingenio-web.it/18667-sistema-dei-lod-italiano-uni-11337-4-2017. [Consultato il giorno 27 06 2021].
- [10] P. EDILIZIO, «coursehero,» 1 Settembre 1981. [Online]. Available: https://www.coursehero.com/file/94140951/UNI-8290pdf/. [Consultato il giorno 26 Giugno 2021].

- [11] P. I., Metodologia BIM e interoperabilità per il controllo delle interferenze, Torino, 2020.
- [12] Autodesk, «Autodesk.com,» [Online]. Available: https://knowledge.autodesk.com/it/support/navisworks-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2022/ITA/Navisworks/files/GUID-B13377D4-8AFA-4E95-8435-C6DC4DF26AF4-htm.html?us_oa=akn-us&us_si=d4675f48-92a2-4ac1-be16-90c055d40301&us_st=interferenza%20. [Consultato il giorno 02 07 2021].
- [13] novapoint, «novapoint.com,» [Online]. Available: https://www.novapoint.com/products/. [Consultato il giorno 28 06 2021].
- [14] Autodesk, «Autodesk.itk.it,» [Online]. Available: https://www.autodesk.it/products/civil-3d/overview?us_oa=dotcom-us&us_si=4a46676e-eee0-4e59-8922-cafbdc165b41&us_st=Civil%203D&us_pt=CIV3D&term=1-YEAR.
 [Consultato il giorno 2021 06 2021].
- [15] Autodesk, «Autodesk.it,» [Online]. Available: https://www.autodesk.it/products/navisworks/overview?us_oa=dotcom-us&us_si=125657e4-733d-4e5d-86d8-74f49a1be557&us_st=Navisworks&us_p&term. [Consultato il giorno 28 06 2021].
- [16] T. C., Modello Geo-BIM del sottosuolo e degli scavi della Torre della Regione Piemonte. strumenti e metodi per l'interoperabilità., Torino, 2019.
- [17] R. Piemonte, «Nuovo palazzo per uffici Regione Piemonte lotto 3, Progetto di dettaglio e montaggio (costruttivo), Relazione esiti GRT, Torino.,» Torino, 2021.

10.2. Bibliografia e Sitografia

- Molinari C. Elementi di cultura tecnica, Sistemi editoriali (2007).
- Osello A., Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti, Dario Flaccovio Editore, 2012.

- Regione Piemonte (2012): Nuovo palazzo per uffici Regione Piemonte lotto 3, Progetto di dettaglio e montaggio (costruttivo), Relazione descrittiva delle opere, Torino.
- Osello A., Building Information Modeling. Geographic Information System. Augmented Reality per il Facility Management, Dario Flaccovio Editore, 2015.
- Whitbread S., Mastering Autodesk Revit MEP 2016, Sybex A Wiley Brand.
- L. Kirby, E. Krygiel, M. Kim, Mastering Autodesk Revit 2018, Sybex A Wiley Brand.
- A cura di Del Giudice M. Il disegno e l'ingegnere. BIM Handbook for building and civil engineering students, Levrotto&Bella Editore, 2019.
- Tundo C., Modello Geo-BIM del sottosuolo e degli scavi della Torre della Regione Piemonte. strumenti e metodi per l'interoperabilità, (2019).
- Palcau I., Metodologia BIM e interoperabilità per il controllo delle interferenze, (2020).
- https://www.logolynx.com/topic/revit+architecture#&gid=1&pid=3
- https://it.cleanpng.com/cleanpng-188i5u
- https://brandeps.com/logo/A/Adobe-PDF-File-Icon-01
- https://www.unitedfoodbank.org/word-document-logo
- https://www.bonificatanagro.it/amm-trasparente/corruzione/excellogo/
- https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/rvt-file-document-iconvector-24675433
- https://logodix.com/logos/1208387
- https://www.bimcommunity.com/resources/load/318/navisworks

- https://it.dreamstime.com/t-di-don-e-faccia-o-buone-cattive-icone-con-sy-positivo-negativo-image115626369
- https://www.ibimi.it/condividere-informazioni-per-rilevare-scontriclash-detection-the-bim-use-hit/
- https://www.shelidon.it/splinder/wp-content/uploads/2015/05/2015-05-06-17_49_43-Clash-Detection-Levels.png
- https://icon-icons.com/it/icona/strati/34402
- https://icon-icons.com/it/icona/strati/74900
- https://www.bimcollab.com/en/products/bimcollab-zoom
- https://www.familycomputercentre.com/engineering/autocad-civil-3d/
- https://medium.com/blaze-academy/what-is-bim-c979dbec9596
- https://fuksas.com/new-headquarters-regione-piemonte

10.3. Riferimenti Normativi

- UNI 8290-1(1981) A122 (1983) Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.
- ISO 16739-2013 Industry Foundation Classes (IFC) per la condivisione dei dati nei settori delle costruzioni e del facility management.
- UNI EN ISO 16739-2016 Industry Foundation Classes (IFC) per la condivisione dei dati nell'industria delle costruzioni e del facility management.
- MasterFormat ® Numbers & Titles April 2016.
- UNI EN ISO 16739-1-2020 Industry Foundation Classes (IFC) per la condivisione dei dati nell'industria delle costruzioni e del facility management Parte 1: Schema di dati.



Ringraziamenti

Prima di ogni cosa desidero ringraziare tutti coloro che mi hanno seguita in questi mesi di lavoro e hanno reso possibile la realizzazione di questa Tesi.

Un sincero grazie è rivolto alla Relatrice, la Prof.ssa Anna Osello, per avermi fatto conoscere la metodologia BIM, una realtà per me del tutto nuova e per avermi introdotta al gruppo di ricerca del laboratorio del DrawingTOthefuture concedendomi, in questo anno così particolare e segnato da tante restrizioni, la possibilità di lavorare il più possibile da remoto.

Ringrazio il Correlatore, il Ing. Matteo del Giudice, per disponibilità e la pazienza con cui mi ha seguita in tutti questi mesi. Il suo aiuto è stato fondamentale, a partire dalle prime fasi del lavoro di tesi, in cui mi ha guidata alla comprensione del metodo e alla modellazione degli impianti, fino alla sperimentazione dell'interoperabilità nelle fasi conclusive dell'elaborato. Lo ringrazio non solo per il supporto didattico ma anche per avermi motivata nei momenti di criticità.

Ringrazio il dott. Emanuele Bussi, per l'assistenza nelle fasi di codifica parametrica dei tre modelli MEP, per avermi procurato, i materiali e le linee guida su cui lavorare e per avermi supportato nell'utilizzo del software Revit.

Rivolgo un ringraziamento anche alla Dott.ssa Arianna Fonsati, per la disponibilità nel fornirmi il modello del terreno, necessario per indagare l'area Geo-BIM e per il supporto tecnico nell'uso del software Novapoint.

Vorrei ringraziare gli amici con cui ho condiviso questi anni a Torino per tutti i ritagli di spensieratezza ma anche gli amici che a distanza, mi hanno sempre spronata aiutandomi nei momenti difficili.

In fine il grazie più affettuoso va ai miei genitori, a cui è dedicata questa Tesi, li ringrazio per la fiducia, per avermi sostenuta in questi anni ma soprattutto, per la cosa più importante, il privilegio di aver potuto scegliere sempre in libertà.

Grazie Mamma e Grazie Papà.

Torino, 22 luglio 2021.

Chiara Andriolo