

COMUNE DI INVERUNO

NUOVO PLESSO SCOLASTICO – VIA IV NOVEMBRE

PROGETTO DEFINITIVO

UFFICIO TECNICO COMUNE DI INVERUNO

R.U.P.: Geom. Pietro Tiberti

Progettista: Arch. Claudia Soldati



CONSULENTE SCIENTIFICO:

Politecnico di Milano – Dipartimento ABC

Titolo progetto di ricerca:

Individuazione di un nuovo modello di scuola innovativa ad alta efficienza tecnologica-energetica con l'applicazione della metodologia BIM

RESPONSABILE SCIENTIFICO:

prof. Tomaso Monestiroli

GRUPPO DI LAVORO:

Prof. Maurizio Acito

Prof. Giuseppe Martino Di Giuda

Prof. Paolo Oliaro

Prof. Franco Guzzetti

Arch. Francesco Menegatti

Arch. Luca Cardani

Arch. Alberto Cariboni

Ing. Vito Lavermicocca

Ing. Mariagrazia Calia

Ing. Agata Consoli

BIMGroup: Ing. Marco Schievano, Ing. Francesco Paleari, Ing. Elena Seghezzi

CONSULENTE SCIENTIFICO:

Università degli studi di Milano Bicocca

Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione "Riccardo Massa"

RESPONSABILE SCIENTIFICO:

Prof.ssa Elisabetta Nigris

GRUPPO DI LAVORO:

Prof.ssa Barbara Balconi

Prof.ssa Luisa Zecca

Prof.ssa Ambra Cardani

Oggetto:
Progetto impianti elettrici e speciali –
Relazione di calcolo

Tavola n°:
IE-RC01

RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	DIMENSIONAMENTO RETE ELETTRICA	3
2.1	QUADRO ELETTRICO BASSA TENSIONE PLESSO SCOLASTICO	3
2.2	QUADRO ELETTRICO GENERALE SCUOLA MEDIA	3
2.3	QUADRO ELETTRICO GENERALE SCUOLA ELEMENTARE.....	5
3.	PRODUCIBILITÀ IMPIANTI FOTOVOLTAICI	8
3.1	SCUOLA MEDIA.....	8
3.2	SCUOLA ELEMENTARE	8

1. PREMESSA

Nei capitoli seguenti sono riportati i prospetti dei risultati dei calcoli di dimensionamento della rete elettrica d'energia di distribuzione principale ed i valori di producibilità degli impianti fotovoltaici relativi agli edifici A, B e C del nuovo plesso scolastico previsto nell'area tra via 4 Novembre, via Berra e via Fratelli Bandiera nel comune di Inveruno.

I calcoli sono stati eseguiti in base ai criteri di dimensionamento e d'ottimizzazione energetica esposti nella relazione tecnica.

2. DIMENSIONAMENTO RETE ELETTRICA

2.1 QUADRO ELETTRICO BASSA TENSIONE PLESSO SCOLASTICO

N°	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	I _b [A]	cosφ	FFFN	tipo cond.	Design.	L [m]	Posa [64-8]	Sez. F	Sez. N	Sez. PE	I _z	ΔV cavo	ΔV tot.	Prot. da Sovracc.	Prot. da CTO	Prot. Persone
1	Trasformatore		386,44		FFFN PE			10					800	0,09	0,09	SI	-	-
2	Quadro di Rifasamento Automatico	12	173,21	0,1	FFFN PE	Unipolare	FG16M16	15	31	1x120	1x70	1x70	312	0,13	0,22	SI	SI	SI
3	Dal Quadro Elettrico Impianto Fotovoltaico Scuola Media	85,2	122,98	1	FFFN PE	Unipolare	FG16M16	64	31	1x95	1x50	1x50	269	0,8	0,89	SI	SI	SI
4	Dal Quadro Elettrico Impianto Fotovoltaico Scuola Elementare	45,3	65,38	1	FFFN PE	Unipolare	FG16M16	212	31	1x50	1x25	1x25	175	2,84	2,93	SI	SI	SI
5	Quadro Elettrico Centrale Termofrigorifera	146	263,42	0,8	FFFN PE	Unipolare	FG16M16	28	31	2x95	1x95	1x95	538	0,39	0,48	SI	SI	SI
6	Quadro Elettrico Palestra Scuola Media	33,5	53,72	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	44	31	1x25	1x25	1x25	105	0,87	0,96	SI	SI	SI
7	Quadro Elettrico Generale Scuola Media		90,46		FFFN PE	Unipolare	FG16M16	90	31	1x70	1x35	1x35	194	1,18	1,27	SI	SI	SI
8	Quadro Elettrico Generale Scuola Elementare		100,46		FFFN PE	Unipolare	FG16M16	151	31	1x95	1x50	1x50	233	1,64	1,73	SI	SI	SI
9	Quadro Elettrico Auditorium	25	40,09	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	105	31	1x25	1x25	1x25	105	1,55	1,64	SI	SI	SI
10	Quadro Elettrico Cabina di Trasformazione	8,1	12,99	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	21	31	1x4	1x4	1x4	35	0,61	0,7	SI	SI	SI
11	Quadro Elettrico Cabina di Ricezione	8,1	12,99	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	89	31	1x6	1x6	1x6	44	1,72	1,81	SI	SI	SI

2.2 QUADRO ELETTRICO GENERALE SCUOLA MEDIA

N°	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	I _b [A]	cosφ	FFFN	tipo cond.	Design.	L [m]	Posa [64-8]	Sez. F	Sez. N	Sez. PE	I _z	ΔV cavo	ΔV tot.	Prot. da Sovracc.	Prot. da CTO	Prot. Persone
----	---------------------	--------	--------------------	------	------	------------	---------	-------	-------------	--------	--------	---------	----------------	---------	---------	-------------------	--------------	---------------

1	Dal quadro elettrico bassa tensione plesso scolastico	90,46			FFFN PE										1,27	-	-	-
2	Quadro elettrico piano primo scuola media	26,1	41,86	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	62	31	1x25	1x25	1x25	105	0,96	2,23	SI	SI	SI
3	Quadro elettrico mensa	22,4	35,92	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	45	31	1x16	1x16	1x16	80	0,93	2,2	SI	SI	SI
4	Gruppo statico di continuità	15	21,65	1	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	8	31	1x10	1x10	1x10	60	0,17	1,44	SI	SI	SI
5	Quadro ascensore	6	12,37	0,7	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	47	31	1x6	1x6	1x6	44	0,68	1,95	SI	SI	SI
6	Quadro rese CEE-17 portineria	6	9,63	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	8	31	1x4	1x4	1x4	35	0,17	1,44	SI	SI	SI
7	Quadro elettrico aula 1	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	53	31	1x6	1x6	1x6	51	2,61	3,88	SI	SI	SI
8	Quadro elettrico aula 2	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	46	31	1x6	1x6	1x6	51	2,26	3,53	SI	SI	SI
9	Quadro elettrico aula 3	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	39	31	1x6	1x6	1x6	51	1,92	3,19	SI	SI	SI
10	Quadro elettrico aula 4	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	55	31	1x6	1x6	1x6	51	2,71	3,98	SI	SI	SI
11	Quadro elettrico aula 5	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	62	31	1x6	1x6	1x6	51	3,05	4,32	SI	SI	SI
12	Quadro elettrico aula 6	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	69	31	1x6	1x6	1x6	51	3,39	4,66	SI	SI	SI
13	Quadro elettrico laboratorio 1	4,4	21,25	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	57	31	1x10	1x10	1x10	69	2,19	3,46	SI	SI	SI
14	Quadro elettrico laboratorio 2	4,4	21,25	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	73	31	1x10	1x10	1x10	69	2,81	4,08	SI	SI	SI
15	Quadro elettrico segreteria	4,4	21,25	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	34	31	1x10	1x10	1x10	69	1,31	2,58	SI	SI	SI
16	Prese bagni lato ovest	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	36	31	1x4	1x4	1x4	40	1,56	2,83	SI	SI	SI
17	Prese bagni lato est	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	54	31	1x4	1x4	1x4	40	2,34	3,61	SI	SI	SI
18	Prese bagni segreteria e ripostiglio	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	46	31	1x4	1x4	1x4	40	1,99	3,26	SI	SI	SI
19	Prese portineria e bagno	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	23	31	1x4	1x4	1x4	40	1	2,27	SI	SI	SI
20	Prese infermeria e bagno	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	25	31	1x4	1x4	1x4	40	1,08	2,35	SI	SI	SI
21	Prese corridoi lato ovest	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	51	31	1x4	1x4	1x4	40	2,21	3,48	SI	SI	SI
22	Prese corridoi lato est	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	69	31	1x4	1x4	1x4	40	2,99	4,26	SI	SI	SI
23	Prese atrio	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	36	31	1x4	1x4	1x4	40	1,56	2,83	SI	SI	SI
24	Luce ordinaria bagni lato est, lato	0,8	3,87	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	54	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	2,48	3,75	SI	SI	SI

ovest e segreteria

25	Luce ordinaria atrio, portineria ed infermeria	0,8	3,87	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	36	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	1,65	2,92	SI	SI	SI
26	Luce ordinaria corridoi lato ovest	0,8	3,87	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	51	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	2,34	3,61	SI	SI	SI
27	Luce ordinaria corridoi lato est	0,8	3,87	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	69	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	3,17	4,44	SI	SI	SI
28	UTA locali lato ovest	2,1	4,67	0,65	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	32	31	1x2,5	1x2,5	1x2,5	26	0,39	1,66	SI	SI	SI
29	UTA locali lato est	2,3	5,11	0,65	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	49	31	1x2,5	1x2,5	1x2,5	26	0,65	1,92	SI	SI	SI
30	Aspiratore bagni lato ovest	0,2	1,09	0,8	FN PE	Multipolare	FG16OM16	30	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	0,35	1,62	SI	SI	SI
31	Aspiratore bagni lato est	0,2	1,09	0,8	FN PE	Multipolare	FG16OM16	47	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	0,54	1,81	SI	SI	SI
32	Pompa di calore ACS bagni lato ovest piani terra e primo	1,5	7,25	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	36	31	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	1,87	3,14	SI	SI	SI
33	Pompa di calore ACS bagni lato est piani terra e primo	1,5	7,25	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	54	31	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	2,8	4,07	SI	SI	SI
34	Centrale impianto rivelazione incendi	0,2	0,97	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	20	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	0,23	1,5	SI	SI	SI
35	Centrale impianto diffusione sonora	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	20	31	1x4	1x4	1x4	40	0,87	2,14	SI	SI	SI
36	Moduli interfaccia KNX-DALI	0,1	0,49	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	4	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	0,02	1,29	SI	SI	SI

2.3 QUADRO ELETTRICO GENERALE SCUOLA ELEMENTARE

N°	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	I _b [A]	cosφ	FFFN	tipo cond.	Design.	L [m]	Posa [64-8]	Sez. F	Sez. N	Sez. PE	I _z	ΔV cavo	ΔV tot.	Prot. da Sovracc.	Prot. da CTO	Prot. Persone
1	Dal quadro elettrico bassa tensione plesso scolastico		100,46		FFFN PE										1,73	-	-	-
2	Quadro elettrico piano primo scuola elementare	27,3	43,78	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	54	31	1x25	1x25	1x25	105	0,87	2,6	SI	SI	SI
3	Quadro elettrico mensa	22,4	35,92	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	35	31	1x16	1x16	1x16	80	0,72	2,45	SI	SI	SI
4	Quadro elettrico palestra scuola elementare	14,3	22,94	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	57	31	1x10	1x10	1x10	60	1,18	2,91	SI	SI	SI
5	Gruppo statico di continuità	15	21,65	1	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	8	31	1x10	1x10	1x10	60	0,17	1,9	SI	SI	SI

6	Quadro ascensore	6	12,37	0,7	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	37	31	1x6	1x6	1x6	44	0,54	2,27	SI	SI	SI
7	Quadro rese CEE-17 portineria	6	9,63	0,9	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	8	31	1x4	1x4	1x4	35	0,17	1,9	SI	SI	SI
8	Quadro elettrico aula 1	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	56	31	1x6	1x6	1x6	51	2,76	4,49	SI	SI	SI
9	Quadro elettrico aula 2	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	49	31	1x6	1x6	1x6	51	2,41	4,14	SI	SI	SI
10	Quadro elettrico aula 3	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	42	31	1x6	1x6	1x6	51	2,07	3,8	SI	SI	SI
11	Quadro elettrico aula 4	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	35	31	1x6	1x6	1x6	51	1,72	3,45	SI	SI	SI
12	Quadro elettrico aula 5	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	52	31	1x6	1x6	1x6	51	2,56	4,29	SI	SI	SI
13	Quadro elettrico aula 6	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	59	31	1x6	1x6	1x6	51	2,9	4,63	SI	SI	SI
14	Quadro elettrico aula 7	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	66	31	1x6	1x6	1x6	51	3,25	4,98	SI	SI	SI
15	Quadro elettrico aula 8	3,4	16,43	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	73	31	1x6	1x6	1x6	51	3,55	5,28	SI	SI	SI
16	Quadro elettrico segreteria	4,4	21,25	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	34	31	1x10	1x10	1x10	69	1,31	3,04	SI	SI	SI
17	Prese bagni lato ovest	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	54	31	1x4	1x4	1x4	40	2,34	4,07	SI	SI	SI
18	Prese bagni lato est	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	36	31	1x4	1x4	1x4	40	1,56	3,29	SI	SI	SI
19	Prese bagni segreteria e ripostiglio	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	46	31	1x4	1x4	1x4	40	1,99	3,72	SI	SI	SI
20	Prese portineria e bagno	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	23	31	1x4	1x4	1x4	40	1	2,73	SI	SI	SI
21	Prese infermeria e bagno	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	25	31	1x4	1x4	1x4	40	1,08	2,81	SI	SI	SI
22	Prese corridoi lato ovest	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	71	31	1x4	1x4	1x4	40	3,08	4,81	SI	SI	SI
23	Prese corridoi lato est	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	53	31	1x4	1x4	1x4	40	2,3	4,03	SI	SI	SI
24	Prese atrio	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	36	31	1x4	1x4	1x4	40	1,56	3,29	SI	SI	SI
25	Luce ordinaria bagni lato est, lato ovest e segreteria	0,8	3,87	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	54	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	2,48	4,21	SI	SI	SI
26	Luce ordinaria atrio, portineria ed infermeria	0,8	3,87	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	36	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	1,65	3,38	SI	SI	SI
27	Luce ordinaria corridoi lato ovest	0,8	3,87	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	71	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	3,26	4,99	SI	SI	SI
28	Luce ordinaria corridoi lato est	0,8	3,87	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	53	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	2,43	4,16	SI	SI	SI
29	UTA locali lato ovest	2,2	4,88	0,65	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	49	31	1x2,5	1x2,5	1x2,5	26	0,62	2,35	SI	SI	SI

30	UTA locali lato est	2,4	5,33	0,65	FFFN PE	Multipolare	FG16OM16	32	31	1x2,5	1x2,5	1x2,5	26	0,44	2,17	SI	SI	SI
31	Aspiratore bagni lato ovest	0,2	1,09	0,8	FN PE	Multipolare	FG16OM16	47	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	0,54	2,27	SI	SI	SI
32	Aspiratore bagni lato est	0,2	1,09	0,8	FN PE	Multipolare	FG16OM16	30	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	0,35	2,08	SI	SI	SI
33	Pompa di calore ACS bagni lato ovest piani terra e primo	1,5	7,25	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	54	31	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	2,8	4,53	SI	SI	SI
34	Pompa di calore ACS bagni lato est piani terra e primo	1,5	7,25	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	36	31	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	1,87	3,6	SI	SI	SI
35	Centrale impianto rivelazione incendi	0,2	0,97	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	20	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	0,23	1,96	SI	SI	SI
36	Centrale impianto diffusione sonora	2	9,66	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	20	31	1x4	1x4	1x4	40	0,87	2,6	SI	SI	SI
37	Moduli interfaccia KNX-DALI	0,1	0,49	0,9	FN PE	Multipolare	FG16OM16	4	31	1x1,5	1x1,5	1x1,5	22	0,02	1,75	SI	SI	SI

3. PRODUCIBILITÀ IMPIANTI FOTOVOLTAICI

3.1 SCUOLA MEDIA

Partendo dal valore della potenza di picco complessiva dei campi fotovoltaici previsti al piano copertura della palestra pari a 85,2 kW, si può stimare l'energia che l'impianto può produrre nell'arco di un anno sulla base dei seguenti dati:

- radiazione solare media annuale sul piano orizzontale in provincia di Milano (norma UNI 10349) pari a 1'307 kWh/m²;
- campi fotovoltaici fissi con moduli orientati di un angolo di 24° rispetto alla direzione sud ed inclinati rispetto al piano orizzontale di 25°, cui corrisponde un coefficiente di correzione pari 1,10; ottenendo una produzione annua d'energia pari a:

$$85,2 \times 1'307 \times 1,10 = 122'492 \text{ kWh}$$

Dal valore sopra riportato devono essere detratte le perdite dell'impianto fotovoltaico (effetto della temperatura, dissimmetrie, riflessione, cadute di tensione di linea, perdite dei convertitori), che possono essere valutate intorno al 15%, pertanto l'energia prodotta annualmente dall'impianto risulta:

$$122'492 \times (1 - 0,15) = 104'118 \text{ kWh}$$

Tenendo conto di un fattore di riduzione lineare della producibilità in relazione all'invecchiamento dell'impianto, nell'ipotesi che al venticinquesimo anno di vita l'impianto produca ancora l'80% dell'energia che produceva inizialmente, si ricava un valore medio d'energia prodotta annualmente pari a:

$$104'118 \times (1 + 0,8) / 2 = 93'706 \text{ kWh}$$

3.2 SCUOLA ELEMENTARE

Partendo dal valore della potenza di picco complessiva dei campi fotovoltaici previsti al piano copertura della palestra pari a 45,3 kW, si può stimare l'energia che l'impianto può produrre nell'arco di un anno sulla base dei seguenti dati:

- radiazione solare media annuale sul piano orizzontale in provincia di Milano (norma UNI 10349) pari a 1'307 kWh/m²;
- campi fotovoltaici fissi con moduli orientati di un angolo di 32° rispetto alla direzione sud ed inclinati rispetto al piano orizzontale di 25°, cui corrisponde un coefficiente di correzione pari 1,10; ottenendo una produzione annua d'energia pari a:

$$45,3 \times 1'307 \times 1,10 = 65'128 \text{ kWh}$$

Dal valore sopra riportato devono essere detratte le perdite dell'impianto fotovoltaico (effetto della temperatura, dissimmetrie, riflessione, cadute di tensione di linea, perdite dei convertitori), che possono essere valutate intorno al 15%, pertanto l'energia prodotta annualmente dall'impianto risulta:

$$65'128 \times (1 - 0,15) = 55'359 \text{ kWh}$$

Tenendo conto di un fattore di riduzione lineare della producibilità in relazione all'invecchiamento dell'impianto, nell'ipotesi che al venticinquesimo anno di vita l'impianto produca ancora l'80% dell'energia che produceva inizialmente, si ricava un valore medio d'energia prodotta annualmente pari a:

$$55'359 \times (1 + 0,8) / 2 = 49'823 \text{ kWh}$$