

Caratterizzazione del sistema edificato

L'analisi delle caratteristiche delle coperture degli edifici è stata effettuata mantenendo la suddivisione per destinazione d'uso ricavata dalla classificazione del rilievo aerofotogrammetrico. Di seguito si riportano i risultati dell'elaborazione per ogni tipologia considerata.

Edifici di interesse pubblico

La prima analisi effettuata sugli edifici di interesse pubblico consiste in una suddivisione per classi di superficie delle coperture degli edifici.

Classi di superficie

Gli edifici di interesse pubblico analizzati sono 728 per una superficie complessiva di 313.316 mq. La loro dimensione media è pari a 365 mq. Questi dati sono approssimati rispetto ai poligoni conteggiati dall'algoritmo.

La suddivisione per classi di superficie evidenzia che gli edifici più numerosi sono quelli di classe 2 mentre quelli che occupano la maggiore superficie sono quelli di classe 3. Si osservi che il 61% della superficie totale degli edifici di interesse pubblico è occupata da solo il 15% degli edifici (113). In Tabella è riportata la suddivisione in classi di superficie.

Classi di superficie (edifici di interesse pubblico)

Classe (mq)		numero	%	Superficie (mq)	%
1	10 - 50	127	17%	3.686	1%
2	51 - 200	255	35%	28.088	9%
3	201 - 650	233	32%	88.543	28%
4	651 - 1600	82	11%	82.059	26%
5	oltre 1601	31	4%	110.938	35%
totale		728	100%	313.316	100%

Gli edifici di maggiore dimensione appartenenti a questa categoria sono il complesso della Fiera di Monza (Figura), con una superficie edificata di 10.261 mq e l'ospedale Nuovo San Gerardo (Figura) che copre una superficie edificata complessiva di oltre 33.600 mq.



Fiera di Monza e Ospedale Nuovo San Gerardo

Gli edifici di classe 4 e 5 coprono il 61% della superficie totale (192.997 mq) concentrata su 113 fabbricati.

Su tali fabbricati è stata effettuata un'analisi di dettaglio.

Analisi delle coperture

Le coperture degli edifici sono state caratterizzate dalla tipologia, suddivisa tra tegolato e non tegolato e dall'orientamento rispetto al nord.

La Tabella riporta il risultato dell'analisi della tipologia costruttiva relativamente agli edifici di interesse pubblico.

Analisi della tipologia costruttiva – edifici di interesse pubblico

	Numero	%	Superficie (mq)	%
Tetto non tegolato	512	70	227.142	72
Tetto tegolato	198	28	80.899	26
Non classificato	18	2	5.273	2
Totale	728	100	313.316	100

Si rileva che la maggioranza degli edifici di interesse pubblico presenta una copertura non tegolata (70%), per una superficie complessiva di 227.142 mq.

La Tabella riporta il risultato dell'analisi dell'orientamento degli edifici di interesse pubblico.

Analisi dell'orientamento – edifici di interesse pubblico

		Numero	%	Superficie (mq)	%
1	Est-NordEst // Ovest-SudOvest	143	20	62.827	20
2	Nord-Est // Sud-Ovest	51	7	13.022	4
3	Sud-SudOvest // Nord-NordEst	152	21	64.485	21
4	Sud-SudEst // Nord-NordOvest	179	25	62.344	20
5	Sud-Est // Nord-Ovest	41	6	18.804	6
6	Est-SudEst // Ovest-NordOvest	162	22	91.831	29
	Totale	728	100	313.316	100

Dai dati si rileva che non esiste un orientamento preponderante sugli altri. Si può osservare però che gli orientamenti “nord-est // sud-ovest” e “sud-est // nord-ovest” sono meno diffusi. Si ricorda che gli orientamenti più favorevoli all'applicazione di impianti solari sono quelli ricadenti nei settori 3 e 4, mentre quelli meno favorevoli sono quelli ricadenti nei settori 1 e 6. Gli orientamenti dei settori 2 e 5 possono essere attrezzati con impianti solari ma subiranno una riduzione della produttività. Tale questione non si pone per gli impianti installati su edifici con coperture piatte, in quanto su tali edifici è possibile adattare l'orientamento dei pannelli tramite apposite strutture di sostegno sopra il tetto.

Edifici con caratteristiche ottimali

Dall'insieme di partenza sono stati quindi selezionati gli edifici che hanno le migliori caratteristiche costruttive e di localizzazione ai fini della realizzazione di impianti ad energia solare. In particolare sono stati selezionati gli edifici rispondenti alle seguenti caratteristiche:

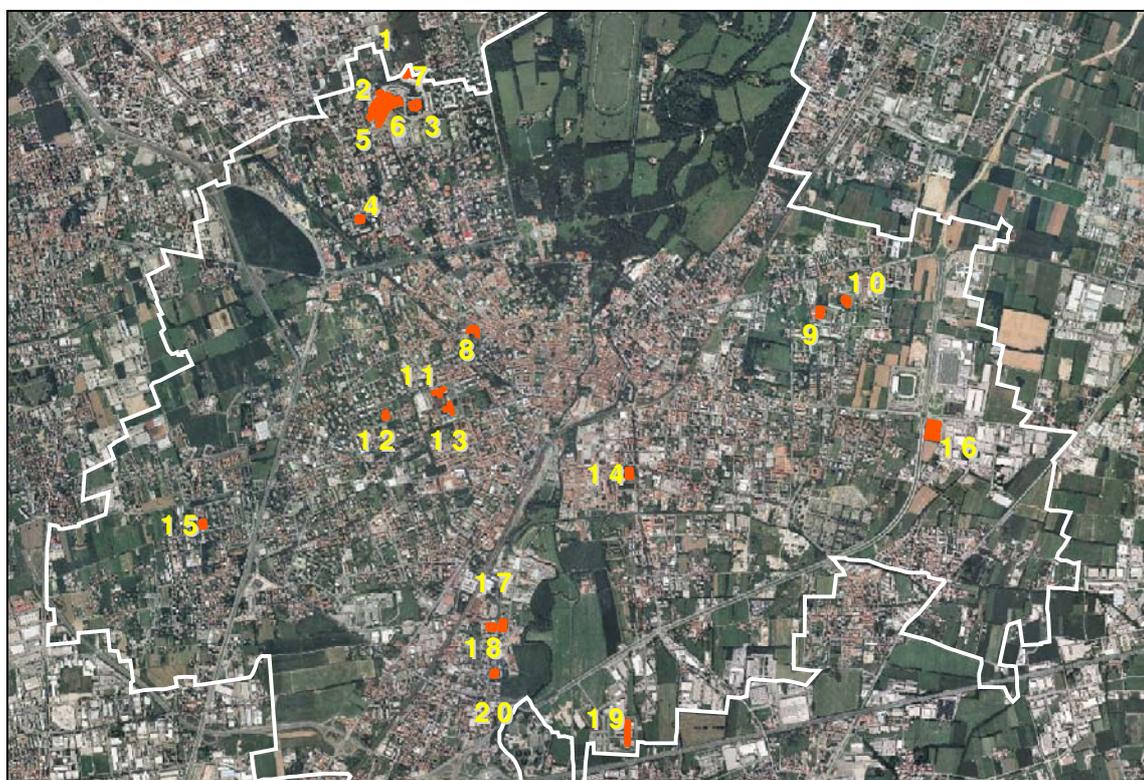
1. classe di superficie maggiore di 650 mq e tetto non tegolato;
2. classe di superficie maggiore di 650 mq, tetto tegolato ed orientamento compreso nei settori 3 e 4 (Sud-Sud-Est e Sud Sud-Ovest);

I risultati sono riportati di seguito in Tabella suddivisi per classi di superficie. Le percentuali riportate fanno riferimento al totale degli edifici di interesse pubblico.

Edifici con caratteristiche ottimali – copertura non tegolata

Caratteristica	Numero	%	Superficie (mq)	%
Tra 651 e 1600 mq	54	7	55.876	17
Oltre 1600 mq	20	3	61.491	20
Totale	74	10	117.367	37

Si osservi in Tabella che è disponibile una buona superficie sui tetti di dimensione superiore ai 1.600 mq con copertura non tegolata. Tale superficie è pari a 61.491 mq ed è distribuita su 20 edifici. La possibilità di disporre di coperture piatte o poco inclinate rende queste strutture adattabili all'impiego di impianti solari a prescindere dal loro orientamento cardinale.



Edifici di interesse pubblico oltre i 1.600 mq (copertura non tegolata)

Vista la numerosità degli edifici tra i 650 mq e i 1.600 mq si riportano di seguito solo le denominazioni di quelli oltre 1.600 mq (20 edifici), in cui si evidenziano gli edifici di proprietà del Comune (6 edifici).

Gli edifici tra 650 mq e 1.600 mq sono comunque considerati nell'analisi ai fini della quantificazione della produttività fotovoltaica.

Gli edifici individuati sono:

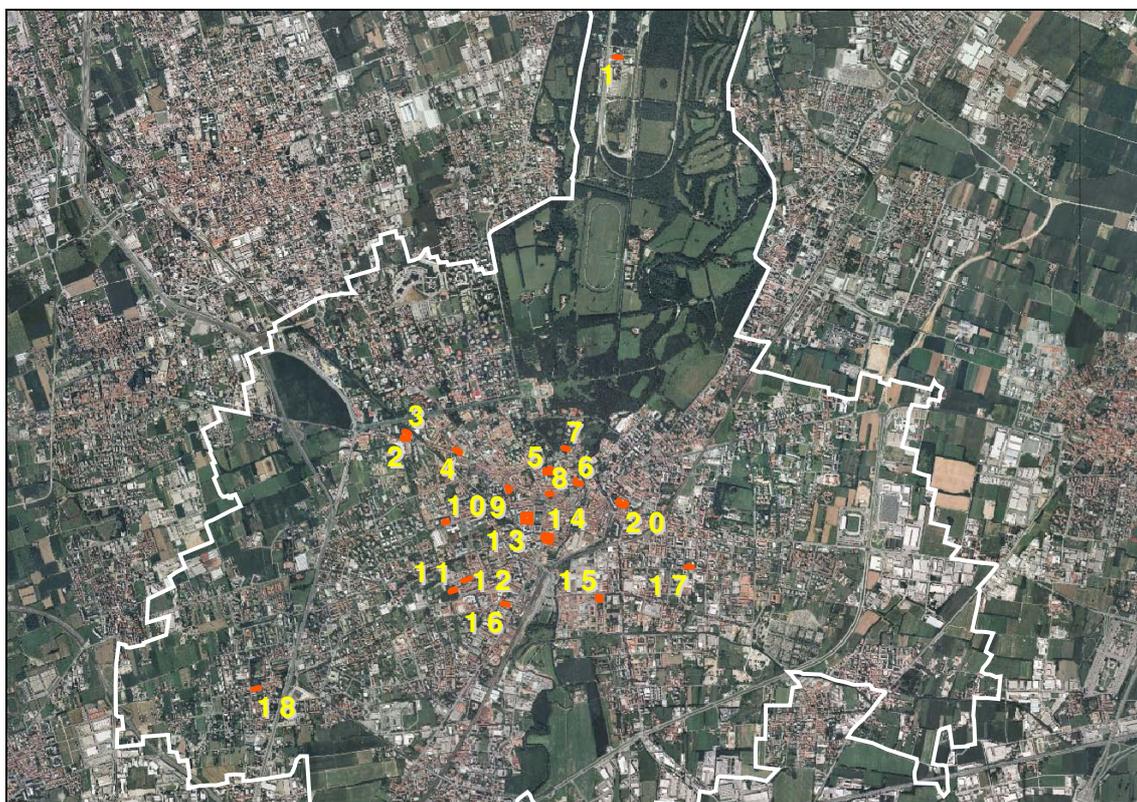
- 1 Università Statale – Facoltà di Medicina
- 2 Ospedale Nuovo San Gerardo (blocco 1)
- 3 Ospedale Villa Serena
- 4 Scuola Elementare “Bachelet” (*)
- 5 Ospedale Nuovo San Gerardo (blocco 2)
- 6 Ospedale Nuovo San Gerardo (blocco 3)
- 7 Ospedale Nuovo San Gerardo (blocco 4)
- 8 Collegio “Bianconi” (scuole elementari, medie e superiori)
- 9 Istituto Magistrale “Porta”
- 10 Scuola materna – asilo nido “Modigliani” (*)
- 11 Liceo “Frisi”
- 12 Scuola Materna – asilo nido “Monte Bianco” (*)
- 13 Istituto “Mosè Bianchi”
- 14 Edificio area ex – macello (progetto di riqualificazione) (*)
- 15 Scuola Media “Sabin” (sede circoscrizione) (*)
- 16 Fiera di Monza
- 17 Palestra IPSIA Monza
- 18 Istituto IPSIA Monza
- 19 Carcere di San Quirico (non attrezzabile per legislazione vigente)
- 20 Scuola Elementare e Biblioteca di via Caravaggio (*)

(*) edifici di proprietà comunale

Per quanto concerne gli edifici con tetto tegolato e con orientamento ottimale, si rileva che gli edifici oltre i 650 mq appartenenti a tale categoria sono 19 e coprono una superficie complessiva di 24.270 mq.

Edifici con caratteristiche ottimali – copertura tegolata

Caratteristica	Numero	%	Superficie (mq)	%
Tra 651 e 1600 mq	15	2	10.809	3
Oltre 1600 mq	4	<1	13.461	4
Totale	19	3	24.270	7

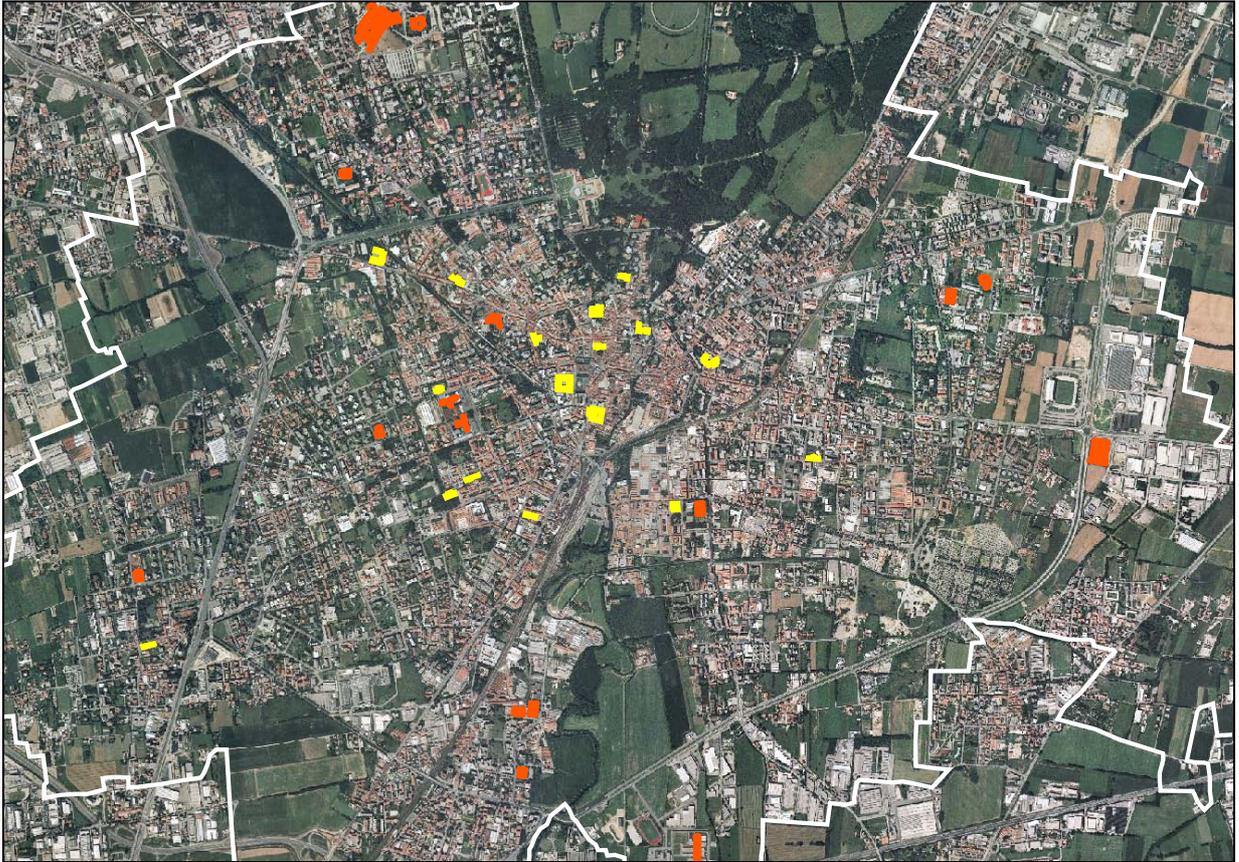


Edifici di interesse pubblico oltre i 650 mq (copertura tegolata)

Di seguito si riporta l'elenco degli edifici di interesse pubblico con copertura tegolata e superficie oltre i 650 mq (19 edifici), di cui 6 di proprietà comunale.

- 1 Spazio espositivo Autodromo
 - 2 Istituto Superiore di Formazione Professionale "ECFP"
 - 3 Scuola Media "Maria Bambina / San Biagio"
 - 4 Oratorio San Biagio
 - 5 Istituto Superiore "Leone Dehon"
 - 6 Centro di Aggregazione Giovanile "Antonio Vita"
 - 7 Scuola Materna e Media "Maddalena di Canossa"
 - 8 Ex-caserma San Paolo (*)
 - 9 Guardia di Finanza
 - 10 Liceo Frisi – distaccamento (*)
 - 11 Sede ARPA
 - 12 Vecchio Ospedale San Gerardo
 - 13 Palazzo di Piazza Trento e Trieste (Biblioteca civica centrale e Liceo Zucchi) (*)
 - 14 Sala riunione "Maddalena" e Scuola Media Confalonieri (*)
 - 15 Ex-carcere
 - 16 Ex-Caserma dei Vigili Urbani
 - 17 Istituto Superiore di Formazione Professionale di Via Borsa (*)
 - 18 Scuola Elementare "Alfieri" (*)
 - 19 Scuola Elementare Media e Superiore "Preziosissimo Sangue"
- (*) edifici di proprietà comunale

Complessivamente gli edifici di interesse pubblico tegolati e non tegolati che rispondono alle caratteristiche indicate sono 93 per una superficie di 141.637 mq.



Edifici di interesse pubblico selezionati (rosso: copertura non tegolata, giallo: copertura tegolata)

Produttività solare fotovoltaico

La produttività di energia solare fotovoltaica è stata valutata sugli edifici selezionati in base alle caratteristiche ottimali definite nel precedente paragrafo.

Su tali edifici si è ipotizzato di installare pannelli solari fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.

Gli edifici classificati come “non tegolati” e quindi con copertura ritenuta in prima approssimazione piatta vengono attrezzati con impianti al Silicio amorfo. Su tali edifici l’area effettivamente sfruttabile è stata assunta pari al 80% dell’area totale. Questo per ovviare alla presenza di ingombri aggiuntivi ed eventuali ostacoli presenti e non rilevati. Si sottolinea che gli impianti al Silicio amorfo sono costituiti da superfici captanti piane (ad es. il telone fotovoltaico) ed hanno la caratteristica di poter essere installati senza strutture

di supporto. In questo caso non è quindi necessario tener conto dell'effetto di ombreggiatura reciproca, presente invece nel caso dei pannelli al Silicio cristallino.



Copertura fotovoltaica su tetto non tegolato – edifici pubblici

Per gli edifici classificati come “tegolati” e quindi con copertura inclinata con falde, si è ipotizzato di installare pannelli al Silicio cristallino, che se l'inclinazione del tetto è sufficiente, possono essere installati senza l'ausilio di attrezzature di supporto. Per tali tetti è stato assunto un coefficiente di sfruttabilità pari al 25% del totale, perché si considera che solo una delle due falde è attrezzabile e che su questa solo metà della superficie è disponibile per i pannelli (presenza di ingombri, camini e gronde).



Pannelli su tetto tegolato – edifici pubblici

Produttività fotovoltaica – edifici di interesse pubblico

Tipologia	Numero	%	Superficie (mq)	%	tecnologia	Potenza (kWp)	Produzione (MWh/anno)	%
Non tegolato	74	10	117.367	37	Si amorfo	6.200	6.800	97
Tegolato	19	3	24.270	8	Si cristallino	760	840	12
Totale	93	13	141.637	45		6.960	7.640	>100

Dalla Tabella si può osservare che gli edifici di interesse pubblico considerati ottimali (93 sui 728 totali) offrono una superficie lorda di circa 141.600 mq (il 45% del totale), suddivisa in 117.400 mq di tetti non tegolati e 24.300 mq di tetti tegolati. Su tali superfici è possibile, secondo le ipotesi fatte, attrezzare rispettivamente 94.000 mq di pannelli al Silicio amorfo e 6.000 mq di pannelli al Silicio cristallino, corrispondenti ad una potenza nominale pari a 6.800 kWp (amorfo) e 840 kWp (cristallino), per una potenza nominale complessiva di circa 6.960 kWp.

Considerando una produttività media annua di 1.100 kWh/kWp (adatta al sito considerato) tali installazioni possono produrre complessivamente oltre 7.600 MWh/anno.

E' interessante effettuare un paragone tra questa produzione teorica e il consumo sostenuto dal comune per l'illuminazione pubblica. Tale consumo è stimato intorno ai 7.000 MWh/anno (dati PEC – Monza).

Attraverso l'installazione degli impianti fotovoltaici sarebbe possibile coprire interamente tale consumo elettrico.



Pannelli fotovoltaici sulla copertura di un edificio fieristico

Edifici residenziali

Gli edifici considerati sono quelli classificati nell'aerofotogrammetrico come residenziali. Su tali edifici è stata fatta inizialmente una scrematura a partire dalle classi di superficie, seguita dall'analisi delle caratteristiche delle coperture. Da questi edifici è stato selezionato un insieme di edifici con caratteristiche (sia di superficie che delle coperture) ritenute ideali. Su tali edifici è stato stimato il potenziale di produttività fotovoltaica e termica (in termini di produzione di acqua calda sanitaria).

Classi di superficie

Il maggior numero di edifici residenziali appartiene alla classe 2 (da 201 a 650 mq) con il 45%. Per quanto riguarda la superficie occupata, si riscontra che sono gli edifici di classe 3 (da 21 a 200 mq) a ricoprire il 48% della superficie totale destinata agli edifici residenziali. In questo caso la superficie delle coperture risulta maggiormente frammentata, in quanto prevalentemente appartenente a edifici di metrature inferiore a 200 mq. In Tabella è riportata la suddivisione in classi di superficie per gli edifici residenziali. L'area media di un edificio residenziale è pari a 166 mq.

Classi di superficie (edifici residenziali)

Classe (mq)			numero	%	Superficie (mq)	%
1	10	50	3.920	29%	117.000	5%
2	51	200	6.120	45%	691.000	30%
3	201	650	3.160	23%	1.077.000	48%
4	651	1600	340	3%	279.000	13%
5	oltre 1601		33	<1%	98.00	4%
totale			13.603	100%	2.262.00	100%

Analisi delle coperture

Di seguito si riporta il risultato dell'analisi delle coperture relativamente agli edifici residenziali.

Analisi della tipologia costruttiva – edifici residenziali

	Numero	%	Superficie (mq)	%
Tetto non tegolato	6.710	49	1.068.000	47
Tetto tegolato	6.311	47	671.000	30
Non classificato	582	4	98.000	4
Totale	13.603	100	1.837.000	100

Gli edifici residenziali non presentano una tipologia di copertura prevalente in quanto le due tipologie considerate sono equiripartite. Si può osservare che in termini di superficie totale gli edifici con coperture non tegolate sono prevalenti (47% della superficie totale). Si consideri che gli edifici di questa categoria sono particolarmente interessanti per l'installazione di impianti solari in quanto presentano generalmente coperture piatte.



a)



b)

Edifici residenziali con copertura non tegolata a) e tegolata b)

Di seguito si riporta il risultato dell'analisi dell'orientamento degli edifici residenziali.

Analisi dell'orientamento – edifici residenziali

		Numero	%	Superficie (mq)	%
1	Est-NordEst // Ovest-SudOvest	3466	25	554.763	24
2	Nord-Est // Sud-Ovest	785	6	145.887	6
3	Sud-SudOvest // Nord-NordEst	2508	18	424.169	19
4	Sud-SudEst // Nord-NordOvest	3237	24	505.989	22
5	Sud-Est // NordOvest	928	7	160.239	7
6	Est-SudEst // Ovest-NordOvest	2679	20	473.545	21
	Totale	13.603	100	2.264.593	100

Anche in questo caso non esiste un orientamento prevalente. Gli edifici che appartengono ai settori 3 e 4, ovvero quelli più indicati per l'applicazione del solare sono il 42% del totale (a prescindere dalla tipologia di copertura).

Edifici con caratteristiche ottimali

Gli edifici residenziali considerati sono in totale circa 13.600, per una superficie complessiva di circa 2.264.000 mq. In questa categoria il 65% della superficie totale è coperto dal 26% degli edifici (3.533 edifici), appartenenti alle classi da 200 mq in su.

L'analisi degli edifici con metratura superiore a 200 mq ha permesso di evidenziarne le tipologie costruttive delle coperture.

I criteri di selezione sono stati i medesimi di quelli applicati agli edifici pubblici, ovvero:

1. classe di superficie maggiore di 200 mq e tetto piatto (copertura non tegolata);
2. classe di superficie maggiore di 200 mq, tetto tegolato ed orientamento compreso nei settori 3 e 4 (Sud-Sud-Est e Sud Sud-Ovest);

I risultati di tale selezione sono riportati in Tabella. Si è optato per suddividere tale categoria in sottoclassi di superficie.

Edifici con caratteristiche ottimali – copertura non tegolata

Caratteristica	Numero	%	Superficie (mq)	%
Da 201 a 300 mq	641	5	158.854	7
Da 301 a 400 mq	403	3	138.971	6
Da 401 a 650 mq	458	3	226.365	10
Da 651 a 800 mq	73	1	52.431	2
Da 801 a 1.000 mq	37	< 1	32.008	1
Da 1.001 a 1.600 mq	35	< 1	41.163	2
Oltre 1.600 mq	21	< 1	58.734	3
Totale	1.668	12	708.529	31

Edifici con caratteristiche ottimali – copertura tegolata

Caratteristica	Numero	%	Superficie (mq)	%
Da 201 a 300 mq	350	3	84.983	4
Da 301 a 400 mq	158	1	54.424	2
Da 401 a 650 mq	159	1	78.991	3
Da 651 a 800 mq	24	<1	17.333	1
Da 801 a 1.000 mq	22	<1	20.222	1
Da 1.001 a 1.600 mq	13	<1	15.891	1
Oltre 1.600 mq	9	<1	20.736	1
Totale	735	5	292.583	13

Dalle elaborazioni effettuate, si rileva che i grandi edifici residenziali con superficie oltre i 1.600 mq sono 21 e coprono una superficie di 58.734 mq. Tali edifici hanno una copertura piatta o poco inclinata.

Gli edifici di grande superficie con copertura tegolata ed orientamento ottimale sono 9 con 20.736 mq di superficie disponibile.

Complessivamente gli edifici residenziali che rispondono alle caratteristiche selezionate sono 2.403 per una superficie complessiva di 1.001.112 mq.

Produttività solare fotovoltaico

Anche in questo caso gli edifici classificati come “non tegolati” e quindi con copertura ritenuta in prima approssimazione piatta vengono attrezzati con impianti al Silicio amorfo. In tale situazione l’area effettivamente sfruttabile è stata assunta pari al 80% dell’area totale, come valore cautelativo. Questa tipologia di impianto può essere idonea ai tetti degli edifici residenziali particolarmente estesi e con coperture poco inclinata. Nulla vieta comunque di installare su tali coperture impianti con pannelli al Silicio cristallino, montati su appositi supporti atti a raggiungere l’inclinazione ottimale (dai 25° ai 35°), andando a considerare una superficie sfruttabile inferiore, dovuta all’effetto di ombreggiatura reciproca.

Per gli edifici classificati come “tegolati” e quindi con copertura inclinata con falde, si è ipotizzato di installare pannelli al Silicio cristallino, che se l’inclinazione del tetto è sufficiente, possono essere installati senza l’ausilio di attrezzature di supporto. Per tali tetti è stato assunto un coefficiente di sfruttabilità pari al 25% del totale, perché si considera che solo una delle due falde è attrezzabile e che su questa solo metà della superficie è disponibile per i pannelli (presenza di ingombri, camini e gronde).



Pannelli fotovoltaici su tetti – edifici residenziali

In Tabella si riportano i risultati dell'installazione del fotovoltaico sulle coperture degli edifici residenziali considerati.

Produttività fotovoltaica – edifici residenziali

Tipologia	Numero	%	Superficie (mq)	%	tecnologia	Potenza (kWp)	Produzione (MWh/anno)	%
Non tegolato	1.668	12	708.529	31	Si amorfo	37.788	41.567	27
Tegolato	735	5	292.583	13	Si cristallino	9.143	10.057	7
Totale	2.403	17	1.001.112	44		46.931	51.624	34

Considerando che i consumi elettrici per gli usi residenziali sono pari a 149,74 MWh/anno (dati PEC – Monza), con l'installazione dei pannelli fotovoltaici sugli edifici selezionati è possibile raggiungere una copertura dei consumi residenziali del 34%.

Edifici lavorativi

Anche per gli edifici lavorativi è stata seguita la metodologia applicata per le altre destinazioni d'uso. Dopo l'analisi delle classi di superficie e delle tipologie di coperture sono state formalizzate delle ipotesi per la selezione dell'insieme di edifici ritenuti ottimali. Il criterio di massima applicato è quello di ottenere la massima superficie andando ad intervenire sul minore numero di edifici possibile, escludendo dall'analisi quegli edifici che presentano possibili criticità per l'applicazione degli impianti solari.

Classi di superficie

Gli edifici lavorativi comprendono gli edifici industriali (capannoni), gli edifici del terziario e gli stabili commerciali (supermercati, negozi).

Per quanto riguarda gli edifici industriali, in essi operano 1.130 addetti, mentre in quelli del terziario operano quasi 7.000 addetti.

Il maggior numero di edifici lavorativi appartiene alla classe 2 (da 51 a 200 mq) con il 39%. Se consideriamo la superficie, si osserva che la maggior parte degli edifici ricade nella classe massima (oltre i 1600 mq), che ricopre il 48% della superficie totale destinata agli edifici lavorativi. A questa classe appartengono solo il 7% degli edifici.

In Tabella è riportata la suddivisione in classi di superficie.

Classi di superficie (edifici lavorativi)

Classe (mq)		numero	%	Superficie (mq)	%
1	10 - 50	433	15%	13.591	1%
2	51 - 200	1.114	39%	127.637	9%
3	201 - 650	883	31%	315.658	23%
4	651 - 1600	258	9%	266.141	19%
5	oltre 1601	201	7%	673.013	48%
totale		2.889	100%	1.396.040	100%

L'area media di un edificio lavorativo è pari a 480 mq. Si evidenziano alcuni capannoni di notevole superficie, come ad esempio quelli appartenenti alla zona industriale di Viale Stucchi (circoscrizione 2) ed al complesso di Via Baradello e Via Longarone (circoscrizione 4).



Complesso industriale di Via Baradello e Via Longarone (area 41.200 mq)

Analisi delle coperture

Di seguito si riporta l'analisi delle coperture per gli edifici lavorativi, relativamente alle caratteristiche costruttive del tetto.

Analisi della tipologia costruttiva – edifici lavorativi

	Numero	%	Superficie (mq)	%
Tetto non tegolato	2005	69	1.047.650	75
Tetto tegolato	796	28	327.974	23
Non classificato	88	3	20.414	2
Totale	2.889	100	1.396.040	100

Dalla Tabella si può osservare che gli edifici lavorativi sono prevalentemente di tipo non tegolato (69% in numero e 75% in superficie). Tali edifici presentano le migliori caratteristiche per l'applicazione di impianti solari.

Di seguito si riporta l'analisi dell'orientamento degli edifici lavorativi.

7Analisi dell'orientamento – edifici lavorativi

		Numero	%	Superficie (mq)	%
1	Est-NordEst // Ovest-SudOvest	764	26	331.923	24
2	Nord-Est // Sud-Ovest	201	7	79.162	6
3	Sud-SudOvest // Nord-NordEst	510	18	250.326	18
4	Sud-SudEst // Nord-NordOvest	601	21	280.966	20
5	Sud-Est // Nord-Ovest	191	7	67.770	5
6	Est-SudEst // Ovest-NordOvest	622	22	385.891	28
	Totale	2.889	100	1.396.040	100

In Tabella si può osservare che non esiste un orientamento prevalente anche per questa categoria di edifici.

Edifici con caratteristiche ottimali

Gli edifici lavorativi concentrano il 48% della superficie totale (673.013 mq) in 201 edifici, appartenenti alla classe con metratura superiore a 1600 mq.

La selezione delle tipologie costruttive è stata applicata a questa categoria di edifici tramite i seguenti criteri:

1. classe di superficie maggiore di 1600 mq e tetto non tegolato;
2. classe di superficie maggiore di 1600 mq, tetto tegolato ed orientamento compreso nei settori 3 e 4 (Sud-Sud-Est e Sud Sud-Ovest);

Anche per gli edifici industriali è stata operata una suddivisione in sottoclassi di superficie, riportata nelle Tabelle seguenti.

Edifici con caratteristiche ottimali – copertura non tegolata

Caratteristica	Numero	%	Superficie (mq)	%
Tra 1.600 e 3.000 mq	91	3	192.698	14
Tra 3.001 e 5.000 mq	47	2	174.645	13
Tra 5.001 e 7.000 mq	18	1	109.981	8
Oltre 7.000 mq	7	<1	65.670	5
Totale	163	6	542.994	39

Edifici con caratteristiche ottimali – copertura tegolata

Caratteristica	Numero	%	Superficie (mq)	%
Tra 1.600 e 3.000 mq	5	<1	10.760	< 1
Oltre 3.001	5	<1	29.646	2
Totale	10	4	40.408	3

I dati relativi agli edifici lavorativi sono particolarmente interessanti, in quanto in questa categoria si rilevano gli edifici che presentano le caratteristiche più idonee all'applicazione di impianti energetici solari.

Infatti, si rileva che in tale categoria gli edifici hanno prevalentemente coperture non tegolate e grandi superfici disponibili, spesso prive di ingombri aggiuntivi che ridurrebbero l'area effettivamente sfruttabile.

Complessivamente gli edifici che rispondono alle caratteristiche selezionate sono in totale 173 per una superficie pari a 583.404 mq.

Produttività solare fotovoltaico

In Tabella sono riportati i risultati relativi alla produzione di energia elettrica per gli edifici lavorativi.

Produttività fotovoltaica – edifici lavorativi

Tipologia	Numero	%	Superficie (mq)	%	tecnologia	Potenza (kWp)	Produzione (MWh/anno)	%
Non tegolato	163	6	542.994	39	Si amorfo	29.000	31.900	10
Tegolato	10	4	40.408	3	Si cristallino	1.263	1.389	1
Totale	173	10	583.402	42		30.263	33.289	11

Tale produttività è stata confrontata con i consumi elettrici del settore lavorativo, stimati in 337.000 MWh/anno (dati PEC – Monza). Con la predisposizione degli impianti fotovoltaici sugli edifici selezionati (173 edifici in totale) è possibile coprire l'11% del fabbisogno totale di questo settore.

Applicazioni del solare termico

Un'altra possibilità di sfruttare le superfici disponibili sulle coperture degli edifici è quella di installare pannelli termici.

Questi impianti possono provvedere all'integrazione di parte dell'acqua calda sanitaria e del riscaldamento degli edifici, tramite la conversione dell'energia solare in energia termica.

E' possibile installare impianti che provvedono al solo fabbisogno di acqua calda sanitaria (di seguito ACS) oppure tramite impianti combinati che provvedono all'acqua calda e a parte del riscaldamento (solare termico combinato).

Acqua calda sanitaria

Per i fabbisogni di acqua calda sanitaria le ipotesi tecnologiche fatte sono di disporre 1,2 mq di pannelli termici per persona (valore stimato per il nord Italia) con un serbatoio di accumulo di 50-70 litri per ogni mq di pannello installato. In tal modo la copertura del fabbisogno di acqua calda è pari al 60-80%.



Pannelli solari termici

Anche in questo caso si è ipotizzato di sfruttare il 25% delle coperture tegolate ed il 50% dei tetti non tegolati.

Le esigenze di esposizione e di installazione degli impianti termici sono simili a quelle degli impianti fotovoltaici, per questo motivo i criteri di selezione sono invariati rispetto ai precedenti.

Sono stati analizzati gli edifici del comune di Monza che secondo le seguenti ipotesi possono disporre di acqua calda sanitaria tramite il solare termico.

Questi edifici sono quelli che hanno meno di 4 piani (tetto tegolato) e meno di 8 piani (copertura non tegolata).

Per quantificare questo limite si deve considerare il rapporto esistente tra numero di utenti di ACS all'interno dell'edificio e superficie disponibile sul tetto.

Non disponendo del numero di utenti all'interno di ogni edificio si è utilizzato l'indice di occupazione, pari a 20 mq/abitante, per stimare tale valore a partire dal volume dell'edificio.

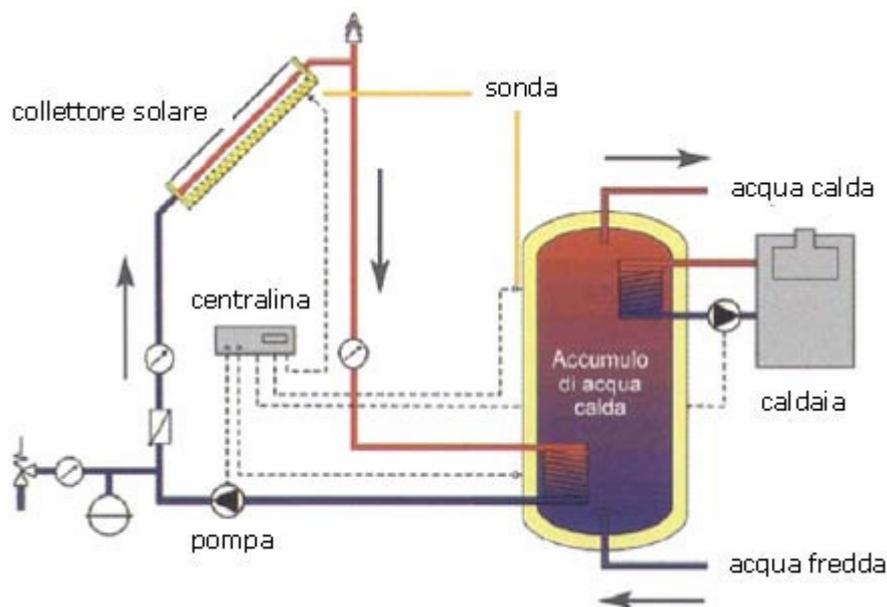
Tale valore deriva dal rapporto ideale esistente tra volume da riscaldare (volume dell'edificio) e superficie netta della copertura (e quindi superficie dei collettori solari).

Tale rapporto è pari all'altezza dell'edificio, che riportata in numero di piani (1 piano = 2,5 metri) è pari ai valori limite sopra indicati.

Gli edifici del comune che hanno questa caratteristica sono riportati nella tabella seguente.

Edifici con caratteristiche ideali per il solare termico (solo acqua calda sanitaria)

	Lavorativi	Pubblici	Residenziali
Tegolati sotto i 5 piani	27%	22%	41%
Non tegolati sotto i 9 piani	69%	70%	47%
Totale	96%	93%	88%



Schema di funzionamento del circuito di acqua calda sanitaria

Riscaldamento e acqua calda sanitaria

Questi impianti sono più complessi dal punto di vista impiantistico e sono in grado di integrare il fabbisogno termico di riscaldamento per il 30-40% del fabbisogno del singolo edificio. È importante specificare che per sfruttare le potenzialità di tali impianti è necessario disporre nell'edificio di un impianto di riscaldamento con pannelli radianti nelle pavimentazioni (impianti a bassa entalpia).

Per quanto riguarda l'installazione di impianti combinanti (ACS + riscaldamento) si è considerato che 1 mq di pannello solare termico è in grado di produrre acqua calda sanitaria per 0,2 persone e di integrare il riscaldamento per una superficie di circa 6 mq (impianti tipici in commercio). Considerando un'altezza media dei soffitti di 2,5 m si può ritenere che 1 mq di pannello termico possa integrare il riscaldamento per 15 mc di edificio.



Pannelli solari termici con strutture di supporto

In tal caso si considera un'integrazione di acqua calda sanitaria del 60-80% e del riscaldamento del 30-40%, previo installazione di pannelli radianti a bassa entalpia.



Pannelli solari termici con serbatoio sotto tetto

I coefficienti di sfruttabilità sono stati posti al 25% per i tetti tegolati e pari al 50% per i tetti non tegolati.

Per quanto riguarda gli impianti termici combinati (ACS + riscaldamento), l'altezza massima dell'edificio è ricavata con i medesimi criteri esposti per gli impianti ACS. In questo caso è però necessaria una maggiore superficie di collettori, che è pari ad 1 mq per 15 mc di edificio da riscaldare.

Anche in questo caso il valore limite deriva dal rapporto ideale esistente tra volume da riscaldare (volume dell'edificio) e superficie netta della copertura (e quindi superficie dei collettori solari) .

Tale rapporto è pari all'altezza dell'edificio, che riportata in numero di piani (1 piano = 2,5 metri) è pari 1 piano per gli edifici con tetto tegolato e 2 piani per gli edifici con tetto a non tegolato.

Gli edifici del comune di Monza che rispettano questo vincolo sono riportati in tabella seguente.

Le percentuali fanno riferimento al totale degli edifici per la singola tipologia, mentre il totale fa riferimento a tutti gli edifici presenti nel comune di Monza.

Edifici con caratteristiche ideali per il solare termico (ACS + riscaldamento)

Tipologia	Numero	% edifici
Pubblici	262	36 %
Residenziali	2.176	16 %
Lavorativi	1.242	43 %
Totale	3.680	21 % sul totale (Monza)

Si osservi che le percentuali sono inferiori in quanto l'adozione di impianti di riscaldamento solare richiede un maggiore rapporto superficie/volume e quindi una minore altezza dell'edificio.

Nonostante questo, a Monza è possibile adottare il riscaldamento e l'ACS da impianti solari per il 20% degli edifici.