

Manuale d'uso della piattaforma WebGIS di HVT

Sommario

1. Navigare nel WebGIS	2
1.1 Menù dei Layers	3
1.2 Funzione Filtri	5
1.3 Download dati	6
2. Approfondimento su dati e indicatori	7
2.1 LST — Land Surface Temperature	7
2.2 UHI — Urban Heat Island (Isole di calore urbane)	8
2.3 HRI — Heat Risk Index (Indice di rischio termico)	10
2.4 Indice di Camminabilità (Walk Index)	11
2.5 Indice di priorità (Rischio x Vulnerabilità)	13

1. Navigare nel WebGIS

Nella prima sezione di questa guida vengono mostrati il menù principale e l'utilizzo delle funzioni presenti nel WebGIS. Una volta effettuato l'accesso alla pagina web del WebGIS di HVT ci si trova davanti ad un'interfaccia relativamente semplice che consente di visualizzare ed interagire con i dati pubblicati. In alto a sinistra sono presenti i tasti ed i comandi per interagire con la mappa e con le informazioni cartografiche pubblicate; in basso al centro sono presenti alcuni tasti che permettono di ottenere maggiori informazioni riguardo al contesto del progetto HVT.

Come utilizzare la sezione di tasti e comandi in alto a sinistra:



1. Menù hamburger: Cliccare per visualizzare menù layers e funzioni.
2. Tasti zoom out/in e rotazione della mappa.
3. Modalità full screen.
4. Geolocalizzazione del dispositivo in mappa (se attivata sul dispositivo che si sta utilizzando).
5. Ritorno all'estensione iniziale, modifica lo zoom e le rotazioni precedentemente effettuate.

Contenuti menù hamburger:



1. **Menù dei layers:** apre la finestra dalla quale si possono gestire tutti i livelli informativi pubblicati.
2. **Filtri:** apre la tabella attributi dei dati pubblicati, in particolare per quanto riguarda gli indicatori climatici.
3. **Download dati:** consente di accedere alla funzione di download dei dati.

1.1 Menù dei Layers

La finestra del menù dei layers è suddivisa per gruppi relativi alle tematiche dei dati pubblicati. Di seguito viene riportata la struttura del raggruppamento e tutti i dati pubblicati, per conoscere nel dettaglio come sono stati generati gli indicatori andare nella sezione relativa più avanti oppure cliccare su *info* affianco ai layers della lista.

1. Dati urbanistici

- a. Limiti amministrativi
- b. Alberi
- c. Unità volumetriche
- d. Copertura del suolo
- e. Popolazione totale

2. Indicatori HVT

- a. HRI: Heat Risk Index [i](#)
- b. Indice popolazione vulnerabile
- c. Indice superficie urbanizzata
- d. Indice temperatura diurna
- e. Delta temperatura diurno/notturno
- f. LST diurno °C: Land Surface Temperature acquisita tramite volo aereo diurno [i](#)
- g. LST notturno °C: Land Surface Temperature acquisita tramite volo aereo notturno
- h. UHI: Urban Heat Island ottenuta da LST diurna [i](#)

3. Camminabilità

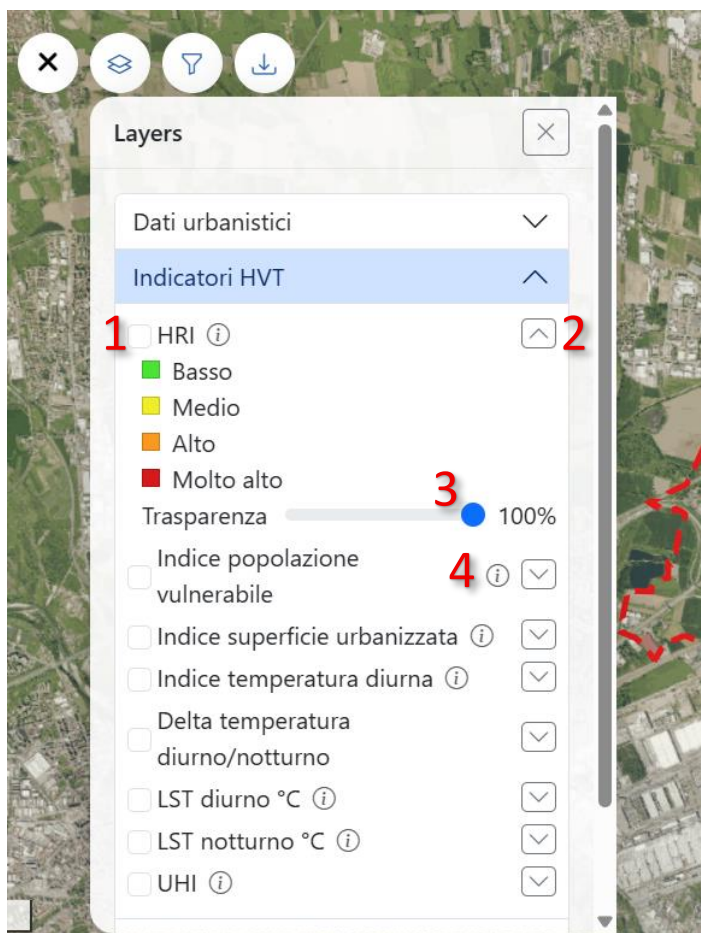
- a. **Punti di interesse:** rifugi climatici e altri servizi utilizzati per il calcolo della walkability
- b. **Indice di camminabilità aree:** indicatore della camminabilità (walkability) totale rappresentato su una rete di esagoni 50mx50m [i](#)
- c. **Indice di priorità:** indicatore di priorità che relaziona la camminabilità con il dato della LST (Rischio x Vulnerabilità) [i](#)
- d. **Indice camminabilità raster:** indicatore della camminabilità totale in formato raster
- e. **C_i Rifugi climatici climatizzati:** indicatore della camminabilità dei “Rifugi climatici climatizzati”

- f. C_i Rifugi climatici non climatizzati: indicatore della camminabilità dei “Rifugi climatici non climatizzati”
- g. C_i Altri servizi: indicatore della camminabilità degli “Altri servizi”
- h. C_i Assistenza sanitaria: indicatore della camminabilità per “Assistenza sanitaria”
- i. C_i Punti acqua: indicatore della camminabilità dei “Punti acqua”

4. Base

- a. Ortofoto AGEA 2024

Utilizzo del Menù dei Layer:



1. **Attiva/disattiva Layer:** cliccando sul check box affianco ad ogni layer è possibile attivare il layer (accenderlo per visualizzarlo in mappa).

2. **Espandi legenda:** tramite la freccia presente sulla destra di ogni layer è possibile espandere la legenda del layer e gestire la trasparenza.

3. **Opacità:** barra per gestire la percentuale di opacità di ogni layer, utile quando si sovrappongono più strati informativi.

4. **Info:** pop up che contiene una breve descrizione del layer.

1.2 Funzione Filtri

La funzione filtri consente di visualizzare ed interagire con la tabella degli attributi dei principali indicatori termici derivati dal rilievo termico aereo e dai dati urbanistici e demografici.

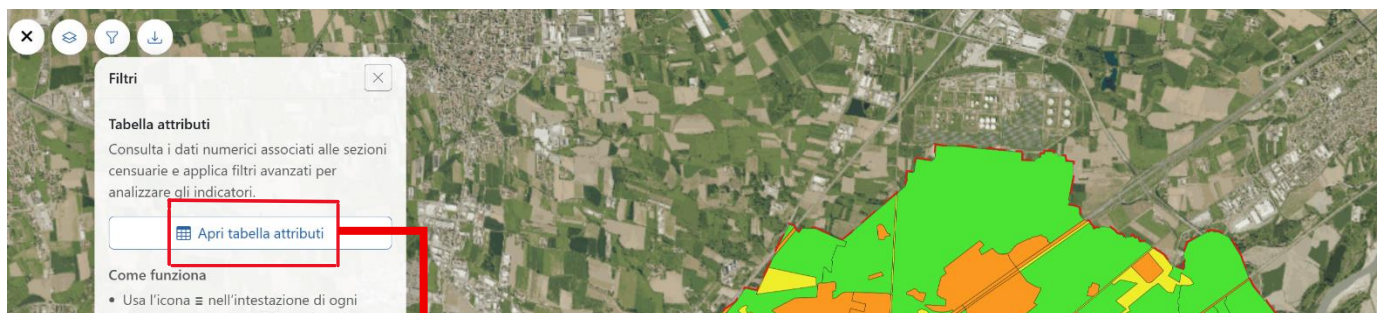


Tabella attributi

Cerca:

CSV

	N° sezione	Popolazione	Popolazione maschi	Popolazione femmine	Popolazione < 10 anni	Popolazione > 65 anni	Popolazione fluttuante	Densità di popolazione	Popolazione vulnerabile	
	072	Uguale a	576	140	109	0	202.95	249		
	047	Q	422	84	151	0	92.86	235		
	220	Ordina in modo crescente	394	25	338	0	134.97	363		
	242	Ordina in modo decr...	360	43	250	0	219.75	293		
	221	Cancella ordinamento	335	41	186	0	160.27	227		
	172		596	298	298	38	164	0	127.57	202
	061		564	285	279	77	64	0	68.22	141
	209		559	261	298	30	195	0	116.92	225
	231		551	281	270	45	137	0	109.85	182
	014		546	264	282	37	130	0	259.94	167

Risultati da 1 a 10 di 568 elementi

« 1 2 3 4 5 ... 57 »

Come funziona:

1. Il box "**Cerca**" in alto a sinistra consente di fare una ricerca secondo un qualsiasi valore, verranno filtrati tutti gli elementi che contengono quel valore almeno in una colonna. *Esempio: se si ha necessità di cercare la sezione di censimento n° 010, occorre scrivere il valore in questo box.*
2. Usa l'icona **≡** nell'intestazione di ogni colonna per **filtrare i dati** in maniera più specifica cercando un valore sulla una singola colonna, scegliendo il tipo di

confronto (*uguale, maggiore, minore, ecc.*) e inserendo un valore nell'apposito box.

3. Puoi **ordinare i dati** in modo crescente o decrescente, oppure cancellare l'ordinamento.
4. Il pulsante **Esporta CSV** scarica in formato .csv solo le colonne visibili, rispettando quindi i filtri e mantenendo l'ordinamento attivo.
5. L'icona con la **lente di ingrandimento** a sinistra di ogni riga (elemento in mappa) consente di effettuare uno zoom sull'elemento e di selezionarlo in mappa. Per rimuovere la selezione dell'elemento occorre cliccare sul pulsante a forma di gomma in alto a destra.

1.3 Download dati

L'ultima funzione consente di effettuare un download in locale dei dati pubblicati sulla piattaforma WebGIS. Cliccando sull'apposito tasto "**Scarica dati HVT**" è possibile scaricare un pacchetto in formato zip contenente un **progetto QGIS** configurato con le relative simbologie e tutti i dati in formato vettoriale e raster WMS.



Questa funzione permette l'utilizzo dei dati tramite il software open source QGIS per analisi più approfondite o l'utilizzo dei dati in un altro contesto.

2. Approfondimento su dati e indicatori

In questa sezione della guida vengono spiegati nel dettaglio gli indicatori mostrati nel WebGIS e come sono stati ottenuti. Questi approfondimenti hanno l'obiettivo di accompagnare l'utente nella lettura ed interpretazione dei dati.

2.1 LST — Land Surface Temperature

I due rilievi aerei termici (diurno e notturno) sono stati effettuati rispettivamente durante la giornata del **29/07/2025 tra le 12:00 e le 15:00** e durante la notte del **30/07/2025 tra le 01:00 e le 04:00**.

Il layer LST (Land Surface Temperature) rappresenta la temperatura superficiale delle diverse coperture del territorio comunale (edifici, strade, tetti, aree verdi, superfici agricole e corpi idrici).

Il dato non indica la temperatura dell'aria, ma la temperatura delle superfici, misurata tramite un sensore termico installato su un aeromobile durante un volo dedicato.

Il raster LST è stato ottenuto a partire da un rilievo aereo termico ad alta risoluzione (0,25 m/pixel), successivamente elaborato mediante procedure di calibrazione radiometrica e restituzione fotogrammetrica per produrre un'ortofoto termica georiferita.

Il risultato finale è un raster continuo in cui ad ogni pixel è associato un valore numerico espresso in gradi Celsius (°C), che descrive l'energia termica emessa dalla superficie osservata.

Per migliorare la leggibilità e l'affidabilità del dato, il raster è stato ricampionamento a una risoluzione di **1 metro**, riducendo il rumore locale e rendendo più fluide le successive elaborazioni GIS.

Il dataset è stato inoltre sottoposto a controlli statistici e verifiche spaziali per escludere la presenza di anomalie significative e garantire la coerenza dei valori con le caratteristiche fisiche delle superfici (materiali edilizi, vegetazione, zone d'ombra, superfici riflettenti).

Nel WebGIS, il raster LST consente di:

- visualizzare la distribuzione spaziale delle temperature superficiali;
- individuare aree più calde e più fresche;
- confrontare zone con caratteristiche di uso del suolo differenti;

Ithaca S.r.l. a Socio Unico

CONTACTS

+ 39 011 19.75.11.11
info@ithaca.earth

HEADQUARTERS

Via P.C. Boggio, 61
10138 — Torino - Italy

INVOICE DETAILS

VAT IT12212100015
Sdl Code W7YVJK9

ithaca.earth

- costituire la base per il calcolo degli indicatori di isola di calore urbana (UHI) e degli indici di rischio.

Le mappe LST sono rappresentate tramite scale cromatiche graduate che permettono di riconoscere visivamente le variazioni termiche sul territorio, offrendo un supporto immediato all'interpretazione del fenomeno delle isole di calore urbane.

Limiti di utilizzo e interpretazione

È importante considerare che la LST è influenzata dalle proprietà fisiche dei materiali e dalle condizioni di acquisizione.

In particolare, superfici metalliche, superfici molto chiare (es. strisce pedonali bianche), tetti molto chiari o altamente riflettenti possono restituire valori di temperatura anomali o sovrastimati rispetto alla reale temperatura sulla superficie. Questo effetto è legato al comportamento dei materiali, alla riflessione dell'energia solare e all'angolo di incidenza della radiazione (ad esempio su coperture inclinate o superfici lucide).

Di conseguenza, in corrispondenza di:

- tetti metallici o verniciati di bianco,
- impianti fotovoltaici,
- superfici vetrate o altamente riflettenti,

i valori LST devono essere interpretati con cautela e sempre in relazione al contesto urbano ed ai materiali presenti.

Il raster LST è quindi uno strumento affidabile per l'analisi spaziale delle differenze termiche e per confronti tra aree, ma non deve essere utilizzato come misura diretta della temperatura ambientale percepita dalle persone.

2.2 UHI — Urban Heat Island (Isole di calore urbane)

Il layer **UHI (Urban Heat Island)** rappresenta l'intensità del fenomeno di isola di calore urbana, ovvero la differenza di temperatura tra le aree urbanizzate e le aree rurali circostanti.

L'UHI è calcolata secondo un metodo consolidato in letteratura scientifica, che definisce l'intensità del fenomeno come:

$$\Delta T = T_{\text{urbano}} - T_{\text{rurale}}$$

dove:

- **T urbana** è la temperatura superficiale media delle aree urbanizzate;
- **T rurale** è la temperatura superficiale media delle aree rurali e non urbanizzate.

Il raster UHI è stato ottenuto integrando il raster della **LST (Land Surface Temperature)** con la base vettoriale dell'uso del suolo.

Le superfici sono state classificate in:

- **aree urbanizzate** (edificato, viabilità, superfici artificiali);
- **aree rurali** (vegetazione e aree agricole), escludendo le superfici d'acqua e le aree verdi interne al tessuto urbano denso.

Una volta calcolate le temperature medie delle due categorie, il valore medio rurale è stato sottratto al raster LST per ottenere, per ogni pixel, la differenza di temperatura rispetto al contesto rurale.

Il risultato è un raster continuo che mostra quanto ciascuna zona risulti più calda (o più fresca) rispetto alle aree rurali di riferimento.

Per facilitare la lettura e il confronto tra zone diverse, il raster UHI è stato normalizzato su una scala compresa tra **0 e 1**, dove:

- valori prossimi a **0** indicano superfici con temperatura simile o inferiore al contesto rurale;
- valori prossimi a **1** indicano superfici con forte differenza positiva rispetto al rurale, quindi maggiore intensità dell'isola di calore.

Nel WebGIS, il layer UHI consente di:

- individuare le aree maggiormente soggette al fenomeno di isola di calore;
- confrontare quartieri e ambiti urbani con caratteristiche diverse;
- supportare l'analisi delle criticità microclimatiche;
- fornire una base per il calcolo degli indicatori di rischio termico.

Limiti di utilizzo e interpretazione

Il raster UHI deriva direttamente dalla LST e ne eredita alcune limitazioni.

Il layer UHI deve pertanto essere interpretato come uno strumento comparativo e spaziale, utile per individuare pattern e zone critiche, e non come misura assoluta delle condizioni di comfort termico umano.

2.3 HRI — Heat Risk Index (Indice di rischio termico)

Il layer **HRI (Heat Risk Index)** rappresenta l'indicatore sintetico principale utilizzato nel progetto per individuare le aree urbane maggiormente esposte al rischio legato alle alte temperature ed al fenomeno delle isole di calore urbane.

L'indice esprime il livello di vulnerabilità termica di ciascuna sezione di censimento, combinando informazioni di natura **demografica, ambientale e termica**.

L'HRI è stato costruito integrando tre indicatori parziali, ciascuno normalizzato su una scala di intensità da **1 (basso)** a **5 (alto)**:

- **Indice popolazione vulnerabile — Risk Pop**
Rappresenta la quota di popolazione più sensibile agli effetti delle alte temperature, normalizzata su scala da 1 a 5, comprendente:
 - persone con età superiore ai 65 anni;
 - bambini con età inferiore ai 10 anni.
- **Indice temperatura diurna — Risk Temp**
È calcolato a partire dalla temperatura superficiale (LST), mediante statistiche zonali per ciascuna sezione di censimento. Indica la media della LST sulla sezione di censimento.
I valori sono stati normalizzati su una scala da 1 a 5, dove:
 - 1 indica temperature più basse;
 - 5 indica temperature più elevate.
- **Indice superficie urbanizzata — Risk Urban**
Esprime la percentuale di superficie urbanizzata all'interno di ogni sezione di censimento, anch'essa normalizzata su scala 1—5.
Tale parametro tiene conto del ruolo delle superfici impermeabili e dell'edificato nella capacità di accumulo e rilascio del calore.

L'indice complessivo HRI è calcolato come:

$$\text{HRI} = \text{RISK POP} + \text{RISK TEMP} + \text{RISK URBAN}$$

Il risultato è un indicatore sintetico di vulnerabilità termica che permette di:

- individuare le aree urbane più critiche;
- confrontare sezioni di censimento tra loro;
- supportare la pianificazione di interventi di mitigazione (verde urbano, materiali, raffrescamento urbano);
- orientare politiche di tutela della popolazione più sensibile.

Nel WebGIS, valori elevati di HRI indicano zone in cui coesistono alte temperature superficiali, forte urbanizzazione e presenza significativa di popolazione vulnerabile, e dove quindi il rischio associato al fenomeno delle isole di calore risulta maggiore.

2.4 Indice di Camminabilità (Walk Index)

I layers relativi agli **indici di camminabilità urbana** (definita in letteratura come *walkability*) rappresentano una componente finalizzata a valutare l'accessibilità pedonale a specifiche categorie di punti di interesse, con particolare riferimento ai rifugi climatici e alle aree potenzialmente utili alla mitigazione degli effetti sulle persone delle alte temperature (aree verdi, fontane, spazi climatizzati, servizi pubblici).

L'analisi non ha considerata soltanto "dove" sono localizzati i servizi, ma anche "quanto" essi risultano accessibili in termini di tempo di percorrenza pedonale e continuità della rete viaria.

Gli indici sono stati calcolati a partire da gruppi selezionati di punti di interesse, ai quali sono stati assegnati pesi differenti in funzione della loro rilevanza rispetto al tema del raffrescamento urbano e del supporto alla popolazione in condizioni di stress termico. Il calcolo è stato effettuato mediante algoritmi di **Network Analysis** applicati alla rete stradale percorribile a piedi, che permettono di simulare gli spostamenti reali lungo il grafo viario.

Attraverso l'elaborazione di isocrone pedonali, è stato possibile stimare le aree di influenza dei punti di interesse in base al tempo di percorrenza a piedi, identificando le porzioni di territorio effettivamente servite e le aree che risultano scarsamente o per nulla raggiungibili entro tempi specifici.

Metodo e calcolo degli indicatori di Camminabilità urbana

Per il calcolo degli indicatori di **Camminabilità urbana** sono stati utilizzati i seguenti dati e parametri:

- Punti di interesse suddivisi in classi
- Grafo stradale percorribile a piedi
- Velocità media di camminata 3-4 km/h

I punti di interesse sono stati suddivisi nelle seguenti categorie e ad ogni categoria è stato associato un peso secondo un focus group con l'amministrazione comunale:

CATEGORIA	TIPO	PESO
Rifugi climatici climatizzati	Biblioteca, Supermercati	1.0
Rifugi climatici non climatizzati	Edificio di culto, Parchi urbani	0.8
Punti acqua	Fontanelle, punti SMAT	0.6
Assistenza sanitaria	Ospedali, ASL, Farmacie, RSA	0.6
Altri servizi	Servizi comunali, Museo, Coworking	0.3

Per ciascuna categoria sono state calcolate le **isocrone** secondo le seguenti classi di percorrenza, dettate dalla velocità media di camminata stabilita alla velocità di 3-4 km/h . Ad ogni classe o distanza di percorrenza sono stati associati dei valori in una scala da 4 (< 300 m) a 1 (> 900 m).

Distanza dai punti:

- ≤ 300 m (≈ 5 min) \rightarrow valore = 4
- 301–600 m (≈ 10 min) \rightarrow valore = 3
- 601–900 m (≈ 15 min) \rightarrow valore = 2
- > 901 m (> 15 min) \rightarrow valore = 1 (questa classe non viene rappresentata graficamente in mappa)

Il risultato è rappresentato dai layers raster *C_i Rifugi climatici climatizzati*, *C_i Rifugi climatici non climatizzati*, *C_i Punti acqua*, *C_i Assistenza sanitaria*, *C_i Altri servizi* .

Successivamente questi ultimi sono stati uniti tra loro per calcolare un indice di camminabilità totale tenendo conto dei pesi associati ad ogni categoria di punti. Per il calcolo del **Indice di camminabilità (Walk Index)** è stata utilizzata la seguente formula:

$$\text{Walk Index} = \sum (\text{Raster}_{\text{categoria}} \times \text{Peso}_{\text{categoria}})$$

Il risultato finale è rappresentato da due layer uno raster e uno vettoriale:

- “Indice di camminabilità raster” → rappresentazione raster 10 m x 10 m
- “Indice di camminabilità aree” → rappresentazione vettoriale su maglia esagonale 50 m

Per entrambi i layer sono state definite delle classi di rappresentazione derivate da una combinazione statistica tra il numero di tipi di servizi raggiungibili e le classi di distanza:

Valore Walk Index	Classe	Descrizione
> 3.3 e <= 5.3	Molto Bassa	servizi singoli oppure lontani e/o poco rilevanti
> 5.3 e <= 7.2	Bassa	combinazione di 2 - 3 servizi distanze miste oppure un servizio vicino rilevante
> 7.2 e <= 10	Media	almeno 2 servizi importanti entro 300—600 m
> 10	Alta	scenario ottimale dai 3 servizi in su entro 300 m

2.5 Indice di priorità (Rischio x Vulnerabilità)

L'indice di priorità (P) è stato calcolato combinando la criticità di accesso ai rifugi climatici e ai servizi (C_{crit}), derivata dall'inversione dell'indice di camminabilità, e la temperatura superficiale (LST), preventivamente normalizzate sulla stessa scala a 5 classi.

L'indice è ottenuto mediante **moltiplicazione** tra C_{crit} e LST :

$$P = C_{crit} \times LST$$

La combinazione di questi due fattori consente di evidenziare le aree in cui coesistono **elevato stress termico** e **bassa accessibilità ai rifugi climatici**, ovvero le aree potenzialmente più critiche. Valori elevati dell'indice indicano quindi zone contemporaneamente molto calde e scarsamente servite, che rappresentano le condizioni di massima priorità per interventi di mitigazione e adattamento climatico. Al contrario, valori bassi dell'indice corrispondono a situazioni in cui almeno una delle due componenti (temperatura o accessibilità) è molto alta, determinando una minore urgenza di intervento o una situazione ottimale.

Concettualmente, l'indice segue una logica **rischio - vulnerabilità** ampiamente utilizzata negli studi sul rischio climatico urbano, in cui la temperatura superficiale rappresenta l'esposizione (o **rischio**) e l'indice di camminabilità ai rifugi climatici, invertito, rappresenta la **vulnerabilità**.

Il layer risultante da questo calcolo è rappresentato da un layer a maglia esagonale 50m x 50m (stessa estensione e risoluzione del layer della camminabilità), classificato in 4 classi di priorità secondo la seguente matrice risultante dal calcolo.

C_{crit} / LST	1 (fresco)	2	3	4	5 (caldo estremo)
1 (ben servita)	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5 (mal servita)	5	10	15	20	25

Indice P	Descrizione
1 - 5	Basso
6 - 10	Medio
10 - 15	Alto
16 - 25	Molto Alto