



Università degli Studi di Trieste

Università degli Studi di Udine

DIPARTIMENTO di AREA MEDICA

Corso di Laurea Interateneo

Tecniche della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro

TESI DI LAUREA TRIENNALE SPERIMENTALE

VALUTAZIONE DEL MICROCLIMA CALDO
DURANTE I CAMBIAMENTI CLIMATICI: UNO
STUDIO NEL PORTO DI MONFALCONE

Laureanda:
Giulia Bonetti

Relatore:
Prof. Giovanni Missana

Correlatori:
Dott.ssa Paola Lister
Dott. Marco Rizzo

Anno Accademico 2022/2023

Indice

1. Introduzione	5
1.1. Obiettivi	7
2. Il cambiamento climatico	9
2.1. Anno 2022 in FVG	9
3. Il porto di Monfalcone	11
3.1. Fornitura del lavoro	12
4. Il microclima e l'inquadramento normativo	15
4.1. Ambienti termici: moderati e severi	17
4.2. Ambienti termici: moderabili e vincolati	17
5. Effetti fisiologici sulla salute	19
5.1. Fisiologia della termoregolazione	19
5.2. Parametri ambientali	22
5.3. Parametri individuali	24
5.4. Patologie da calore	25
6. Indici descrittivi	29
6.1. Indici descrittivi del comfort/discomfort termico	29
6.2. Indice WBGT	34
7. Materiali e metodi	37
7.1. La centralina microclimatica	37
7.2. Il termometro laser	40
7.3. I questionari	41
7.4. Dati metereologici OSMER	42
7.5. Campagna di misurazione	42
8. Risultati	49
9. Discussione	63
9.1. Misure di prevenzione	65
9.2. Attività informativa e di sensibilizzazione	69
10. Conclusione	73
11. Allegati	76
12. Bibliografia e sitografia	87

1. INTRODUZIONE

L'esposizione al caldo rappresenta una minaccia crescente nei lavoratori europei, con impatti significativi sulla salute dei lavoratori e sulla loro produttività. Le proiezioni del clima nei prossimi decenni, mostrano una costante accelerazione del riscaldamento dell'Europa, congiuntamente ad un aumento della frequenza delle ondate di calore sia su scala locale che regionale.¹

Il corpo umano interagisce costantemente con l'ambiente circostante, e risponde agli stimoli ambientali mantenendosi, tramite i propri meccanismi fisiologici, nelle condizioni di benessere termico. Quando le condizioni microclimatiche risultano inadeguate è possibile andare incontro a situazioni di discomfort o di stress termico, le quali possono diminuire la produttività del lavoratore oppure aumentare la probabilità del verificarsi di infortuni e malesseri, infatti la combinazione dell'esposizione al caldo e la produzione di calore interna dovuta al metabolismo umano produce stress termico.²

Lo studio Gariazzo C. et al. (2022)³ prende in considerazione un campione di lavoratori occupati nell'edilizia e riesce a concludere l'esistenza di una correlazione tra l'esposizione al caldo e gli infortuni, dimostrando che un'esposizione prolungata a temperature elevate in virtù dell'esecuzione di un certo grado di sforzo fisico aumenta il rischio di questa tipologia di esiti. Un chiaro supporto è rappresentato dalla figura 1 nella pagina seguente appartenente alla pubblicazione appena citata: sull'asse delle ordinate viene rappresentata la variazione in percentuale degli infortuni sul lavoro nel settore delle costruzioni per percentile di temperatura, che invece viene rappresentata sull'asse delle ascisse. Le aree blu e rossa corrispondono agli effetti delle basse e alte temperature, la media dei rispettivi valori è raffigurata dalle linee in grassetto blu e rossa. Le linee tratteggiate rappresentano le funzioni specifiche delle regioni italiane.

¹ Casanueva A., Kotlarski S., Fischer M.A., Flouris D. A., Kjellstrom T., Lemke B., Nybo L., Schwierz C., Liniger A.M., "Escalating environmental summer heat exposure—a future threat for the European workforce" Doi: <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01625-6> (2020);

² Xiang J., Bi P., Pisaniello D., Hansen A., "Health Impacts of Workplace Heat Exposure: An Epidemiological Review" Doi: [10.2486/indhealth.2012-0145](https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0145) (2013);

³ Gariazzo C., Taiano L., Bonafede M., Leva A., Morabito M., De' Donato F., Marinaccio A. - "Association between extreme temperature exposure and occupational injuries among construction workers in Italy: An analysis of risk factors" Doi: [10.1016/j.envint.2022.107677](https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107677) (2022);

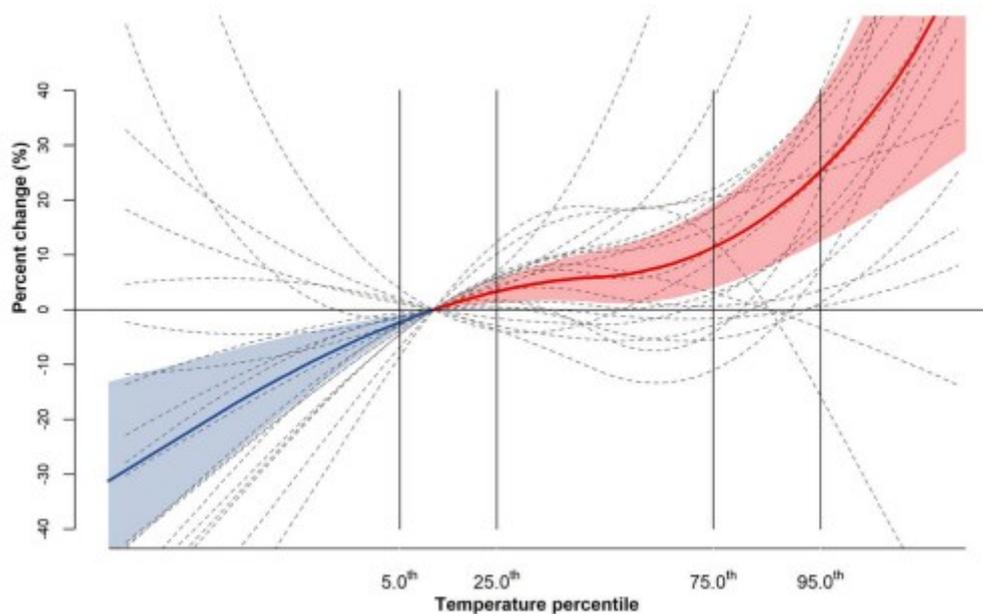


Figura 1: Relazione esposizione-risposta tra le temperature medie giornaliere e gli infortuni sul lavoro tra i lavoratori edili (Gariazzo C. et al. 2022).

Un altro studio che si ritiene importante citare è quello condotto da Morabito M. et al. (2021)⁴ il quale indaga su una possibile correlazione tra temperature estreme e diminuzione della produttività dei lavoratori. Nella figura sottostante, sull'asse delle ordinate è rappresentato in percentuale il valore della produttività persa in funzione dell'aumento orario del valore della temperatura globale del bulbo umido (WBGT) sull'asse delle ascisse. In particolare la linea continua rappresenta la stima della produttività persa secondo la ISO 7243, che prevede un calcolo applicato ad una situazione ideale di lavoratori che eseguono un'attività lavorativa moderata di 300 W, laddove W indica proprio lo sforzo fisico; la linea tratteggiata rappresenta la stima della produttività persa in funzione dei dati epidemiologici disponibile.

Il concetto del Wet Bulbe Global Temperature verrà ampiamente spiegato nel capitolo 6 poiché di rilevante importanza per questo elaborato.

⁴ Morabito M., Messeri A., Crisci A., Bao J., Ma R., Orlandini S., Huang C., Kjellstrom T., "Heat-related productivity loss: benefits derived by working in the shade or work-time shifting" Doi: 10.1108/IJPPM-10-2019-0500 (2021);

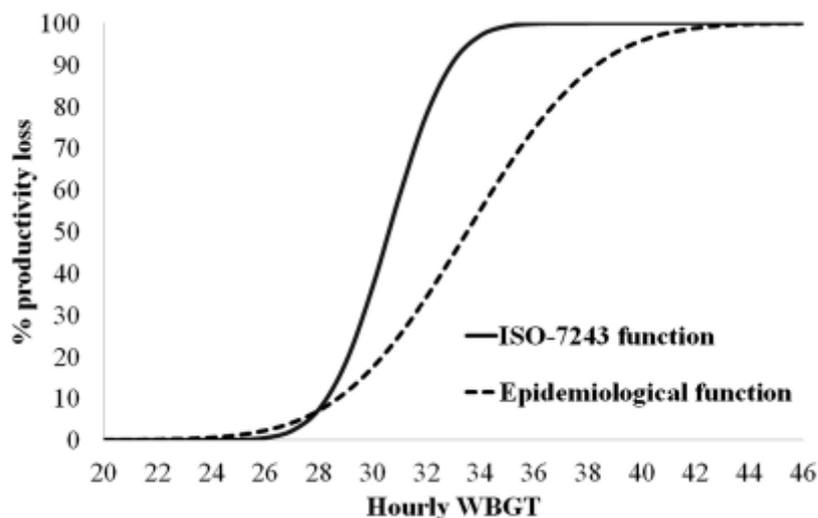


Figura 2: Relazione esposizione-risposta per riduzione oraria della capacità produttiva (produttività lavorativa) in lavori con intensità di 300W basati su ISO-7243 e dati epidemiologici. (Morabito M. et al. 2021).

1.1 OBIETTIVI

Nel presente elaborato vengono descritti i cambiamenti climatici e quale è stato l’impatto delle alte temperature durante l’estate 2022 in Friuli Venezia Giulia. A seguire una panoramica del Porto di Monfalcone per descriverne l’ambiente e le dinamiche di lavoro. Viene poi definito il microclima e l’inquadramento normativo all’interno del Testo Unico della sicurezza sul lavoro, vengono descritte le patologie da calore e quali sono i sintomi per riconoscerle. Successivamente viene presentato il lavoro pratico della tesi sperimentale: l’obiettivo è stato quello di valutare il rischio microclimatico in un ambiente soggetto alle variazioni climatiche che, nel periodo estivo, risulta caldo. È stato preso in considerazione l’ambiente portuale, misurando i fattori ambientali attraverso l’utilizzo della centralina microclimatica e i fattori individuali somministrando dei questionari ai lavoratori e monitorandoli tramite temperatura laser per valutarne lo stress termico. Il lavoro di tesi è stato svolto nella Struttura Complessa Prevenzione Sicurezza Ambienti di Lavoro di Monfalcone dell’Azienda Sanitaria Universitaria Giuliana Isontina (SC PSALASUGI), la quale negli ultimi anni, ha ricevuto diverse segnalazioni relative all’esposizione al caldo nel Porto di Monfalcone. Proprio per questo motivo, a fronte dei risultati ottenuti, sono state individuate delle misure preventive ed è stata elaborata una brochure informativa al fine di aumentare la consapevolezza nei lavoratori, preposti e datori di lavoro, circa i rischi dovuti al caldo e limitarne gli effetti nocivi sulla salute che si è sposata perfettamente con le novità introdotte dal 2023 presso la SC PSAL di Monfalcone, ovvero l’attivazione presso l’Ospedale San Polo di

Monfalcone di uno sportello informativo per la sicurezza, rivolto agli “attori della prevenzione” operanti nelle aziende del territorio isontino.

2. IL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Il cambiamento climatico e in particolare l'aumento delle temperature è un tema essenziale per la ricerca in ambito occupazionale in relazione ad una serie di connessioni che riguardano il rischio di infortunio sul lavoro associato all'esposizione a temperature estreme (e in particolare alle ondate di calore), l'aumento del livello di inquinamento atmosferico, l'esposizione alle radiazioni solari, l'interazione fra inquinamento ed esposizione a cancerogeni occupazionali e ad allergeni biologici.⁵

Gli esperti dei cambiamenti climatici indicano che l'Europa si sta scaldando molto più velocemente di qualsiasi altro continente negli ultimi decenni, con un innalzamento delle temperature doppie rispetto alla media globale. Il 2022 è stato il secondo anno più caldo mai registrato in Europa (il record di anno più caldo lo detiene il 2020). I dieci anni più caldi mai registrati in Europa si sono verificati tutti dal 2000 e i cinque anni più caldi si sono verificati tutti dal 2014.⁶

2.1. ANNO 2022 IN FVG

Dal report "Segnali dal clima in FVG" del Gruppo di Lavoro tecnico scientifico Clima FVG pubblicato nel 2023 emerge che il 2022 è stato l'anno più caldo mai registrato in Friuli Venezia Giulia: alle alte temperature si è associata una grave e prolungata siccità, che ha determinato pesanti conseguenze per il nostro territorio. La temperatura media annuale del 2022 in FVG è risultata più alta di oltre 1 °C rispetto al trentennio climatico di riferimento 1991- 2020. A questo aumento della temperatura ha contribuito molto la particolare circolazione atmosferica estiva caratterizzata dalla quasi costante presenza dell'anticiclone africano. Si è avuta una prevalenza di tempo soleggiato e temperature massime costantemente molto alte: da metà maggio a metà settembre la media delle temperature massime in pianura si è attestata intorno ai 31 °C. L'incremento è ancora più accentuato se si considera l'andamento termico secolare registrato a Udine: l'analisi dei dati dal 1901 mostra come il 2022 è stato decisamente l'anno più caldo mai registrato, con un incremento rispetto alla media del secolo scorso di +2 °C, segno del cambiamento climatico in atto anche nella nostra regione.⁷

⁵ INAIL "Esposizione a temperature estreme ed impatti sulla salute e sicurezza sul lavoro. Il progetto workclimate e la piattaforma previsionale di allerta" (2022);

⁶ Copernicus "EUROPEAN STATE OF THE CLIMATE SUMMARY" (2022);

⁷ Gruppo di Lavoro tecnico scientifico Clima FVG "Segnali dal clima in FVG" (2023)

I dati presentati sopra e le figure seguenti sono estrapolati dalla pubblicazione divulgativa *Segnali dal Clima 2023 – Cambiamenti, Impatti, Azioni* - del Gruppo di Lavoro Tecnico Scientifico Clima FVG.

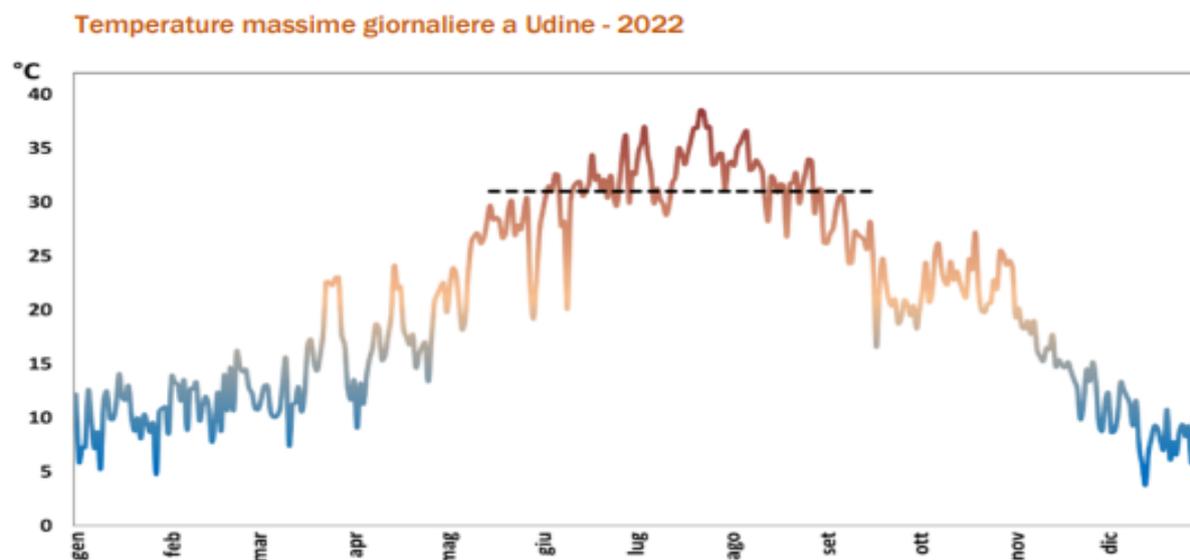


Figura 3: Andamento delle temperature massime giornaliere registrate a Udine nel 2022 (linea continua). La linea orizzontale tratteggiata evidenzia la soglia dei 30°C.

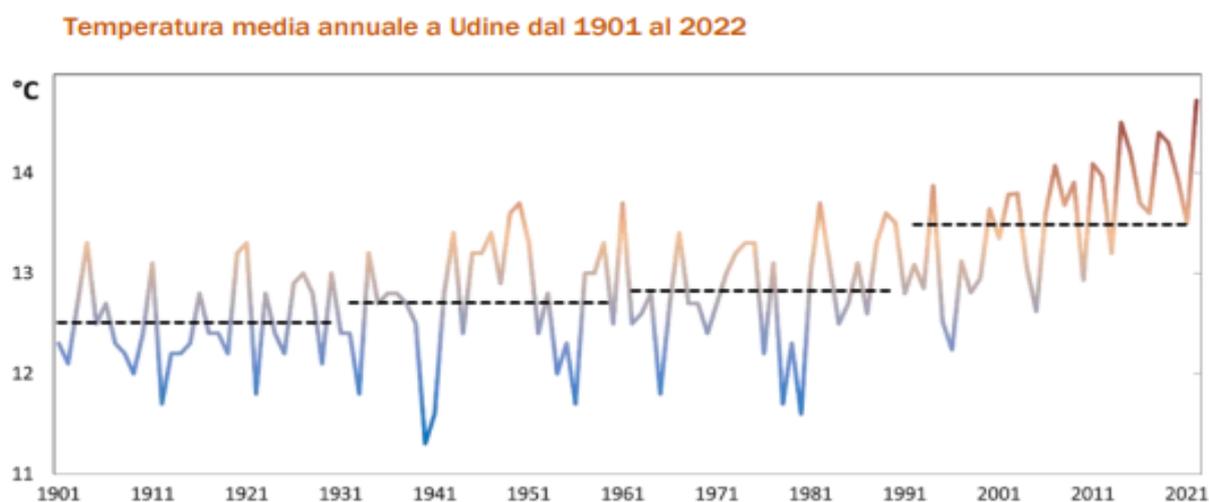


Figura 4: Andamento secolare della temperatura media annuale a Udine. (Dati: serieHistAlp1901-1991 Osmer-RAFVG1992-2022). Le linee tratteggiate orizzontali indicano le temperature medie trentennali.

3. IL PORTO DI MONFALCONE

Al fine comprendere nel migliore dei modi lo studio condotto e descritto nel presente elaborato si rende necessaria una descrizione dell'ambiente di lavoro nel quale si è svolta l'attività di ricerca e una panoramica del quadro normativo che lo regola.

Il Porto di Monfalcone è un porto italiano, situato nel territorio comunale di Monfalcone, in prossimità dell'abitato, ed è il porto più settentrionale dell'Adriatico, del Mediterraneo e d'Italia. L'autorità di sistema portuale, come definita dall'*art. 6 della Legge n.84 del 28 gennaio 1994 Riordino della legislazione in materia portuale*, è quella del Mare Adriatico orientale.

Da sempre è preponderante il traffico commerciale e industriale: nelle banchine transitano manufatti di ogni tipo (dai prodotti tessili alle automobili), materie prime (minerali), prodotti agricoli (cereali, frutta, ecc.) e rottami vari, per un indotto di merci di oltre 4,5 milioni di tonnellate.⁸

Il porto è composto da dodici accosti sulle banchine, un vasto piazzale (93.000 m²) capace di ospitare fino a 4300 veicoli, magazzini e altri piazzali adibiti a deposito doganale, spazi coperti da tettoie per le merci da imbarcare o sbarcare, ampie superfici per l'inserimento di operatori privati con proprie strutture, due silos granari collegati alla ferrovia, e cinque silos destinati ad accogliere cemento. Vi sono poi due palazzine che ospitano gli uffici della Dogana, della Guardia di Finanza, della Capitaneria di Porto e della Polizia Marittima.

Il porto è un luogo di lavoro speciale, dove operano diverse figure e mansioni che cooperano tra loro utilizzando vari tipi di macchinari e attrezzature. Per questi motivi è meritevole di una dedicata disciplina giuridica diretta ad una maggiore attenzione alla sicurezza, la quale deve rivestire un ruolo centrale in un contesto lavorativo così complesso. Tale normativa giuridica si identifica nel *Decreto Legislativo n.272 del 27 luglio 1999 Adeguamento della normativa sulla sicurezza e salute dei lavoratori nell'espletamento di operazioni e servizi portuali, nonché di operazioni di manutenzione, riparazione e trasformazione, delle navi in ambito portuale*, ed esplica in maniera dettagliata, gli obblighi, ma soprattutto le responsabilità specifiche dei datori di lavoro di tutte le ditte operanti in porto, ponendosi come obiettivo finale la tutela della salute e la prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali dei lavoratori portuali.

⁸ Edizioni della Laguna "Il porto di Monfalcone. Storia, immagini, prospettive", Mariano del Friuli, (1996);

Le operazioni portuali, come definito dall'*art. 16 della Legge n.84 del 28/01/1994*, sono il carico, lo scarico, il trasbordo, il deposito, il movimento in genere delle merci e di ogni altro materiale, svolti nell'ambito portuale.

3.1. FORNITURA DEL LAVORO

Il Porto di Monfalcone è di ridotte dimensioni, rispetto, ad esempio, a quello di Trieste, pertanto l'attività lavorativa non è costante durante tutto l'arco dell'anno. Talvolta le operazioni si condensano in un periodo, mentre in altri si può vedere una riduzione del carico di lavoro. È dunque indispensabile un'organizzazione nella gestione del lavoro e delle potenziali interferenze provocate dalle diverse aziende private che vi operano.

L'esecuzione delle attività portuali può essere svolta da due tipologie di lavoratori: quelli direttamente dipendenti delle varie imprese portuali che hanno in concessione le aree della banchina del Porto, e quelli che lavorano con la tipologia contrattuale di prestazione di lavoro temporaneo. A questo scopo è importante citare l'*art. 17 della Legge n.84 del 28/01/1994* che disciplina la fornitura del lavoro temporaneo, la cui autorizzazione all'erogazione è in capo all'Autorità di sistema portuale. “Le imprese, qualora non abbiano personale sufficiente per far fronte alla fornitura di lavoro temporaneo, possono rivolgersi, quali imprese utilizzatrici, ai soggetti abilitati alla fornitura di prestazioni di lavoro temporaneo previsti all'articolo 2 della legge 24 giugno 1997, n. 196. Il *comma 7 dell'art. 17* stabilisce le qualifiche professionali, la percentuale massima dei prestatori di lavoro temporaneo in rapporto ai lavoratori occupati nell'impresa utilizzatrice, le modalità di retribuzione e le attività di formazione professionale.

Le misurazioni condotte in questo studio sono state rivolte sia ai lavoratori alle dirette dipendenze delle aziende terminaliste sia ai lavoratori definiti dall'*art. 17* precedentemente citato. Durante la stesura di questo elaborato e la raccolta dei dati è stato interessante confrontare i dati tra le due tipologie di lavoratori per comprendere se tra loro ci fossero delle differenze a livello fisiologico che possono essere correlate alla tipologia di mansione e soprattutto al tipo di contratto di lavoro.



Figura 5: Porto di Monfalcone (Google Maps, ©2023 CNES / Airbus, Maxar Technologies, Dati cartografici ©2023)



Figura 6: Banchina destinata all'attracco di merci alimentari, intese come farine e semole (Google Maps, ©2023 CNES / Airbus, Maxar Technologies, Dati cartografici ©2023)



Figura 7: Area di maggiore interesse sulla quale si è sviluppato il lavoro di tesi (Google Maps, ©2023 CNES / Airbus, Maxar Technologies, Dati cartografici ©2023)

4. IL MICROCLIMA E L'INQUADRAMENTO NORMATIVO

Per microclima si intende il complesso dei parametri climatici dell'ambiente nel quale un individuo vive o lavora. L'interazione dell'individuo con l'ambiente termico che lo circonda può dar luogo ad una serie di effetti estremamente vari che spazia da aspetti di tipo percettivo (comfort/discomfort) ad aspetti di tipo prestazionale fino ad aspetti che coinvolgono elementi fisiologici e finanche le funzioni vitali dell'individuo stesso.⁹

Il microclima è definito a livello normativo *dall'art. 180 titolo VIII del Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n.81 in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro e s.m.i.* come un agente fisico. Gli agenti fisici rappresentano dei fattori, governati da leggi fisiche, che provocano una trasformazione delle condizioni ambientali nelle quali essi si manifestano. La loro presenza determina un'immissione di energia, negli ambienti di vita e di lavoro, che, oltre i valori tollerati, risulta potenzialmente dannosa per la salute umana.

Non esiste un capo del *titolo VIII del D. Lgs. 81/2008* specificatamente dedicato al microclima, pertanto si applicano le disposizioni generali contenute negli *articoli 181 – 186*. L'*articolo 181* obbliga il Datore di lavoro alla valutazione di tutti i rischi per la salute e la sicurezza, incluso anche quello dovuto all'esposizione al microclima, in relazione ai quali esiste quindi l'obbligo (sanzionabile) alla valutazione ed all'identificazione delle misure preventive e protettive per minimizzare il rischio. All'*articolo 184* sussiste inoltre l'obbligo di provvedere affinché i lavoratori esposti ai rischi derivanti da agenti fisici sul luogo di lavoro, e i loro rappresentanti, vengano informati e formati in relazione al risultato della valutazione dei rischi.

Oltre alle Disposizioni Generali, il rischio microclimatico è normato in alcune parti anche dall'*Allegato IV del D. Lgs. 81/2008* e richiamato dall'*articolo 63* che richiede la conformità dei luoghi lavorativi agli elementi da essi indicati. Gli elementi in questione riguardano la temperatura dei locali e l'umidità. Per quanto concerne il primo aspetto è richiesto che la temperatura all'interno dei locali sia adeguata all'organismo umano nel corso dell'orario di lavoro, in relazione ai metodi di lavoro applicati e degli sforzi fisici dei lavoratori. Deve essere tenuto conto anche dell'influenza che può avere un certo grado di umidità e il movimento dell'aria, e devono risultare conformi anche i locali di riposo, i servizi igienici, le mense, i locali di pronto soccorso ed i locali per il personale di vigilanza. Si deve considerare la tipologia di attività e la natura dei locali, se essi presentano finestre, lucernari e pareti vetrate, queste devono essere progettate in modo da non causare un soleggiamento eccessivo. Nel caso in cui non sia conveniente modificare la temperatura

⁹ Taylor & Francis, Parsons K.C. "Human Thermal Environments. The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort and Performance" (2003);

del locale è necessario intervenire mediante l'utilizzo di misure tecniche localizzate o mezzi di protezione personali. L'umidità è invece uno di quegli elementi, che in relazione alla temperatura, se questi parametri risultano al di fuori dei limiti di accettabilità, può favorire la formazione della nebbia.

Al fine di garantire un quadro più completo del rischio microclimatico sono state pubblicate dall'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro o INAIL nel 2018, le linee guida denominate "La Valutazione del Microclima". Ad esse è stato successivamente affiancato un breve aggiornamento nel 2021 riguardante le strategie e tecniche di misura dello stress termico.

Il microclima è inoltre regolato dalle norme ISO definite dall'acronimo che indica "International Organization for Standardization". Nello specifico, a livello nazionale è normato dalle UNI EN ISO. Il seguente elenco tiene conto solo di quelle oggetto di interesse per il caso specifico oggetto di studio. Per questo motivo non sono riportate le norme relative agli ambienti definiti come "severi freddi".

- UNI EN ISO 7726:2002 "Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche";
- UNI EN ISO 9886:2004 "Ergonomia - Valutazione degli effetti termici mediante misurazioni fisiologiche";
- UNI EN ISO 7730:2006 "Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica
- UNI EN ISO 7726:2002 "Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche";
- UNI EN ISO 9920:2009 "Ergonomia dell'ambiente termico - Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento";
- UNI EN ISO 8996:2021 "Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione del metabolismo energetico";
- UNI EN ISO 7243:2017: "Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dello stress da calore utilizzando l'indice WBGT".

4.1. AMBIENTI TERMICI: MODERATI E SEVERI

Gli ambienti di lavoro vengono inizialmente distinti in due categorie: quelli “moderati” e quelli “severi”:

- gli ambienti “moderati” sono ambienti nei quali gli scambi termici fra soggetto e ambiente consentono il raggiungimento di condizioni prossime all’equilibrio termico, ovvero di comfort;
- gli ambienti “severi” sono, al contrario, quelli in cui le condizioni ambientali sono tali da determinare nel soggetto esposto uno squilibrio termico tale da poter rappresentare un fattore di rischio per la sua salute.

Questa distinzione è tuttavia relativa alle condizioni che si realizzano in un ambiente (ex-post) e non alle condizioni che è possibile realizzare, e di conseguenza devono essere realizzate in un ambiente (ex-ante). Essa pertanto non coglie la distinzione fra ambienti nei quali non esistono ostacoli allo stabilirsi di condizioni di comfort ed ambienti nei quali, al contrario tali ostacoli esistono, distinzione che rappresenta l’unico vero elemento discriminante pertinente.

4.2. AMBIENTI TERMICI: MODERABILI E VINCOLATI

Una seconda distinzione nella definizione degli ambienti termici, diversa da quella operata dalla normativa tecnica, viene fornita dall’INAIL nella pubblicazione precedentemente citata del 2018.

Vengono così definiti:

- ambienti “termicamente moderabili”: ambienti nei quali non esistono vincoli in grado di pregiudicare il raggiungimento di condizioni di comfort;
- ambienti “termicamente vincolati”: ambienti nei quali esistono vincoli, in primo luogo sulla temperatura e sulle altre quantità ambientali, ma anche sull’attività metabolica e sul vestiario, in grado di pregiudicare il raggiungimento di condizioni di comfort.¹⁰

¹⁰ Inail “Valutazione del Microclima, l’esposizione al caldo e al freddo: quando è un fattore di discomfort, quando è un fattore di rischio per la salute” (2018);



Figura 8: Banchina del Porto di Monfalcone

Guardando la figura 8, che rappresenta la banchina del Porto di Monfalcone dove è stato condotto lo studio, si denota subito l'altissima percentuale di cemento pavimentato e le pochissime zone d'ombra. Pertanto, ai fini della caratterizzazione dell'ambiente di lavoro, esso è stato definito come un ambiente caldo termicamente vincolato. Tuttavia va fatto presente che la mansione lavorativa principale dell'operaio portuale è quella di carico e scarico merci, la quale consiste sia nel lavoro a terra di imbraco dei carichi per il sollevamento delle gru, sia nell'utilizzo di mezzi di lavoro su ruota, i quali sono assimilabili ad un ambiente indoor. In quest'ultima situazione dunque sarebbe inesatto considerare l'ambiente come vincolato, mentre risulta corretto considerarlo come ambiente termicamente moderabile.

5. EFFETTI FISIOLGICI SULLA SALUTE

In questo capitolo verranno spiegati gli effetti fisiologici sulla salute dovuti al caldo e verranno spiegate le base del funzionamento della termoregolazione, parametri individuali e ambientali. Quanto segue è frutto di una rielaborazione di ciò che è riportato sul sito del Ministero della Salute e sul sito del Portale degli Agenti Fisici.

Nel corso dell'evoluzione, l'essere umano ha dimostrato una straordinaria capacità di adattamento ai vari ambienti in cui ha vissuto. Tuttavia, l'attuale contesto di cambiamenti climatici globali sta mettendo a dura prova questa abilità millenaria. Tra gli impatti più significativi dell'aumento delle temperature si annoverano le ondate di calore, fenomeni meteorologici estremi che possono mettere a rischio la salute e il benessere umano. L'adattamento del nostro organismo alle variazioni termiche è uno degli aspetti chiave della fisiologia umana, e comprende come il calore influenza il nostro corpo è diventato sempre più rilevante nell'attuale scenario climatico.

Le ondate di calore si verificano quando si registrano temperature molto elevate per più giorni consecutivi, spesso associate a tassi elevati di umidità, forte irraggiamento solare e assenza di ventilazione. Queste condizioni climatiche possono rappresentare un rischio per la salute della popolazione.

Il caldo infatti, causa problemi alla salute nel momento in cui altera il sistema di regolazione della temperatura corporea. Normalmente, il corpo si raffredda sudando, ma in certe condizioni fisiche e ambientali questo non è sufficiente. Se, ad esempio, l'umidità è molto elevata, il sudore non evapora rapidamente e il calore corporeo non viene eliminato efficacemente. La temperatura del corpo, quindi, aumenta rapidamente e può arrivare a danneggiare diversi organi vitali e il cervello stesso. Un'esposizione prolungata a temperature elevate può provocare disturbi lievi, come crampi, svenimenti, edemi, o di maggiore gravità, come congestione, disidratazione e colpo di calore. Condizioni di caldo estreme, inoltre, possono determinare un aggravamento delle condizioni di salute di persone con patologie croniche preesistenti.¹¹

5.1. FISILOGIA DELLA TERMOREGOLAZIONE

L'organismo umano viene definito "omeotermo", ovvero è in grado di mantenere costante la propria temperatura centrale in un range ristretto di 37 ± 1 °C nelle più diverse condizioni climatiche, attraverso continui scambi termici con l'ambiente circostante che avvengono per convezione, evaporazione, irraggiamento e, in misura minore, per conduzione tramite la superficie

¹¹<https://www.salute.gov.it/portale/caldo/dettaglioContenutiCaldo.jsp?lingua=italiano&id=4546&area=emergenzaCaldo&menu=vuoto> (Ministero della Salute);

cutanea e per convezione ed evaporazione attraverso l'attività respiratoria. La termoregolazione è una funzione vitale del sistema nervoso autonomo in risposta allo stress da freddo e caldo.¹² Nella maggior parte dei casi gli scambi termici tra l'ambiente e le persone che operano al suo interno sono condizionati da 4 parametri ambientali (temperatura, velocità e umidità relativa, temperatura media radiante) e 2 parametri legati al soggetto (metabolismo energetico e isolamento termico dell'abbigliamento).

I quattro parametri ambientali sono misurabili direttamente mediante una centralina microclimatica e consentono di caratterizzare l'ambiente termico in esame (lo strumento viene spiegato nel capitolo 7.; i due parametri "soggettivi", al contrario, non sono misurabili direttamente, pertanto le valutazioni del metabolismo energetico e dell'isolamento termico vengono effettuate mediante l'utilizzo di specifiche norme tecniche. Noti i sei parametri citati, si è in grado di svolgere le procedure analitiche che conducono al calcolo degli indici che hanno alla base, nella maggior parte dei casi, l'equazione di bilancio termico.

L'equazione di bilancio energetico applicata al corpo umano, in termini di energia per unità di tempo ovvero di potenza, assume la seguente forma:

$$S = M - W \pm \text{CRES} \pm \text{ERES} \pm K \pm C \pm R - E$$

dove

S = variazione di energia interna, ovvero differenza tra la potenza termica acquisita e dissipata dal corpo umano;

M = metabolismo energetico

W = potenza meccanica impegnata per compiere lavoro meccanico;

CRES = potenza termica scambiata nella respirazione per convezione;

ERES = potenza termica scambiata nella respirazione per evaporazione;

K = potenza termica scambiata per conduzione;

C = potenza termica scambiata per convezione;

R = potenza termica scambiata per irraggiamento;

E = potenza termica ceduta per traspirazione e sudorazione;

Nell'equazione i singoli termini hanno segno + se si ha un guadagno di energia, mentre hanno segno - se si ha una perdita di energia. L'equazione può assumere i seguenti valori:

¹² W. P. Cheshire Jr "Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress" Doi: 10.1016/j.autneu.2016.01.001 (2016);

- 1) $S=0$ rappresenta la condizione di equilibrio termico, non c'è variazione di energia all'interno del corpo, la temperatura tende a rimanere costante, la sensazione è di neutralità termica;
- 2) $S>0$ la potenza termica in ingresso nel corpo è maggiore di quella in uscita. Tale variazione positiva di energia interna determina un incremento della temperatura centrale con conseguente sensazione di caldo;
- 3) $S<0$, la potenza termica in ingresso è minore di quella in uscita. Tale variazione negativa di energia interna determina un decremento della temperatura centrale con conseguente sensazione di freddo.

Il mantenimento dell'equilibrio termico è assicurato da un complesso sistema di termoregolazione in cui l'ipotalamo, nella sua regione anteriore e nell'area preottica, svolge la funzione di un vero e proprio termostato. A queste aree giungono informazioni provenienti dai termocettori profondi centrali che rendono conto delle variazioni della temperatura centrale dell'organismo e dai termocettori periferici sensibili al caldo (corpuscoli di Ruffini) e al freddo (corpuscoli di Krause), diffusi su tutta la superficie corporea. Il centro di termoregolazione ipotalamico integra tali informazioni e con un meccanismo di controllo nervoso a feed-back attiva gli effettori periferici modulando la risposta in relazione alla necessità di dissipare il calore o di incrementarne la produzione.

Nel caso di esposizione ad ambienti severi caldi, con tendenza all'incremento della temperatura centrale e conseguente necessità di disperdere calore verso l'esterno, il primo meccanismo ad essere attivato è la vasodilatazione periferica. Il sangue ha elevata capacità termica specifica e conducibilità termica, pertanto il suo passaggio nel sistema venoso dei distretti periferici e il conseguente riscaldamento della superficie cutanea consentono la dispersione del calore accumulato centralmente verso gli strati d'aria immediatamente contigui alla superficie, nel caso in cui l'aria circostante si trovi ad una temperatura inferiore rispetto alla pelle, innanzitutto con meccanismo convettivo. La cessione di calore continua man mano che l'aria riscaldata viene sostituita da strati d'aria più fresca. Al meccanismo di dissipazione del calore contribuisce in misura importante l'irraggiamento, molto meno la conduzione a causa della ridotta superficie di contatto, soprattutto per soggetti in piedi, e l'evaporazione dall'epidermide mediante gli scambi respiratori. Successivamente, nonché in caso di temperatura dell'aria superiore a quella della superficie del corpo, che porterebbe ad un trasferimento di calore in senso inverso, il meccanismo prevalente e decisamente più efficace di raffreddamento del corpo è rappresentato dalla evaporazione del sudore. L'aumento della velocità dell'aria rende più efficiente il meccanismo di

termodispersione per convezione e per evaporazione. Poiché la velocità di evaporazione è dipendente dalla tensione di vapore d'acqua, è esplicito che quanto più l'aria ambiente è satura di umidità tanto minore è l'evaporazione.

Va detto che tale meccanismo è reso più efficiente, in termini di velocità di produzione e di efficacia del processo evaporativo del sudore, dall'acclimatamento del soggetto rispetto al soggetto non acclimatato. Anche la deplezione di sali per esposizioni prolungate ad ambienti severi caldi risulta ridotta nel soggetto acclimatato e sono inferiori le ripercussioni sull'apparato cardiovascolare nel complesso.

Le risposte effettrici che l'ipotalamo mette in atto nel caso di esposizione ad ambienti che si configurano come severi freddi sono esattamente opposte a quelle finora descritte, essendo finalizzate ad impedire la dispersione di calore all'esterno e ad assicurare il mantenimento della temperatura centrale nei limiti fisiologici. La vasocostrizione periferica è il primo meccanismo ad innescarsi in tal senso, a seguire viene prodotto calore mediante il meccanismo della termogenesi con brivido per attivazione dei muscoli scheletrici.

In entrambe le condizioni, quando i meccanismi fisiologici non sono più sufficienti a contrastare il prolungato stress termico, l'organismo mette in atto dei meccanismi "comportamentali": riduzione del movimento fino al blocco di ogni attività muscolare volontaria con lo scopo di evitare la produzione di calore endogeno negli ambienti severi caldi; attivazione volontaria delle masse muscolari per incrementare la produzione di calore in caso di esposizione ad ambienti severi freddi.¹³

5.2. PARAMETRI AMBIENTALI

L'aumento delle temperature globali legato al cambiamento climatico ha portato a un aumento delle ondate di calore in molte parti del mondo. Durante tali periodi, i parametri ambientali giocano un ruolo cruciale nel determinare l'impatto sulla salute umana e sull'ecosistema circostante. Questa sezione esamina in dettaglio i parametri ambientali critici che devono essere misurati durante le temperature elevate al fine di valutare l'esposizione al caldo, prevenire gli effetti avversi sulla salute e implementare strategie di adattamento.

La temperatura dell'aria è un aspetto importante, ma tutti i fattori ambientali rilevanti vanno considerati allo scopo di prevedere un sistema di allarme preventivo in prospettiva dei cambiamenti climatici. In condizioni di alte temperature dell'aria, l'unica soluzione che il corpo

¹³ https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_index.php?lg=IT (Portale Agenti Fisici);

umano può attuare è la perdita di calore tramite evaporazione dei liquidi sotto forma di sudore. Quando l'ambiente di lavoro è caratterizzato da un livello di umidità alta e c'è poca ventilazione naturale, la dissipazione del calore, potenziata da un'intensa radiazione solare, porta ad un aumento della temperatura corporea centrale. Questo potenzialmente può aumentare il rischio delle malattie dovute al calore, come i crampi muscolari, la sincope e l'infarto.

Per i motivi sopracitati risulta importante considerare tutti gli effetti complessivi come un impatto specifico sui gruppi di popolazione vulnerabili come i lavoratori all'aperto.

I parametri ambientali che è necessario misurare ai fini del calcolo degli indici microclimatici, sia in ambienti moderabili che in ambienti vincolati, sono:

- Temperatura dell'aria;
- Umidità relativa dell'aria;
- Velocità dell'aria;
- Temperatura media radiante.

TEMPERATURA DELL'ARIA

La temperatura dell'aria è uno dei parametri chiave da monitorare durante periodi di calore estremo. Questo dato fornisce informazioni dirette sull'intensità delle condizioni termiche e sulla probabilità di stress termico. L'uso di termometri e stazioni meteorologiche è fondamentale per ottenere misurazioni accurate e in tempo reale; la temperatura viene misurata in °Celsius o in gradi Kelvin.

UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA

È necessario distinguere l'umidità assoluta (p_{H_2O}) dall'umidità relativa (U.R.). La prima grandezza rappresenta la pressione parziale del vapore d'acqua presente nell'aria. La seconda invece esprime il rapporto fra la pressione parziale del vapore d'acqua presente nell'aria e la pressione massima del vapore d'acqua nell'aria alla stessa temperatura (detta anche tensione di vapore saturo). L'umidità relativa viene misurata indirettamente con uno psicrometro: questo strumento è costituito da due sonde di temperatura: la prima sonda a diretto contatto con l'aria, misura la "temperatura di bulbo asciutto" la seconda sonda, avvolta da una garza inumidita e dotata di un sistema di ventilazione che facilita l'evaporazione dell'acqua, misura la "temperatura di bulbo bagnato". Per effetto del raffreddamento dovuto all'evaporazione, la sonda bagnata misura una temperatura tanto più bassa quanto minore è l'umidità dell'aria (un ambiente già umido non favorisce l'evaporazione e quindi il raffreddamento della sonda bagnata). Dal confronto delle due

temperature mediante opportuni diagrammi (detti psicrometrici) o algoritmi si risale al valore di umidità relativa. Essa si esprime in percentuale, da 0% a 100%. L'umidità relativa dell'aria influenza la capacità del corpo umano di dissipare il calore attraverso la sudorazione. L'umidità elevata può rendere più difficile il raffreddamento del corpo, aumentando il rischio di ipertermia. Il monitoraggio dell'umidità relativa aiuta a valutare l'effettiva percezione del calore da parte delle persone.

VELOCITA' DELL'ARIA

La velocità del vento può influenzare la percezione del calore da parte delle persone. Il vento può aiutare a dissipare il calore corporeo e fornire un sollievo temporaneo durante ondate di calore estreme. Misurare la velocità del vento è importante per valutare l'effetto complessivo delle condizioni meteorologiche sulla salute umana. La velocità dell'aria è una grandezza vettoriale definita dalla sua intensità e dalla sua direzione. La velocità efficace dell'aria è definita dal modulo del vettore nel punto di misura considerato. Essa si misura solitamente con una sonda a filo caldo e si esprime in m/s.

TEMPERATURA MEDIA RADIANTE

La temperatura media radiante è la temperatura uniforme di una cavità immaginaria in cui lo scambio termico radiativo dal corpo umano è uguale allo scambio termico radiativo nell'ambiente termico non uniforme. Lo strumento utilizzato per ottenere una stima di t_r è il globotermometro, costituito da un globo di rame cavo, ricoperto da vernice nera opaca, al centro del quale è posto un sensore di temperatura. Con una certa approssimazione, il globotermometro simula il corpo del soggetto esposto. Per la sua forma sferica, la radiazione proveniente da tutte le superfici presenti nell'ambiente viene direttamente integrata in un valore medio.

5.3. PARAMETRI INDIVIDUALI

IL METABOLISMO

Il metabolismo energetico rappresenta un elemento caratterizzante nel processo di raggiungimento del comfort termico. È l'energia chimica contenuta negli alimenti, trasformata in calore e lavoro, mediante processi di ossidazione, detti anche processi metabolici. La quantità di calore che viene generata da essi, dipende dall'attività e dal lavoro. Il simbolo del metabolismo è indicato con la lettera M e l'unità di misura è rappresentata dal "met". Esso è il calore prodotto per unità di tempo e per unità di superficie da un individuo seduto a riposo.

$$1 \text{ met} = 58,2 \text{ Wm}^{-2}$$

LA RESISTENZA TERMICA

Un ulteriore elemento in grado di influire fortemente sul comfort termico percepito dal lavoratore è rappresentato dalla resistenza termica del vestiario. A seconda della situazione, esso può costituire una protezione oppure un vincolo a danni del soggetto che fatica a raggiungere il comfort termico. L'unità di misura della resistenza termica è indicata in Clo.

$$1 \text{ Clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$$

Parametri	Quantità	Simbolo	Valore
AMBIENTALI	temperatura dell'aria	t_a	40°C
	temperatura media radiante	t_r	40°C
	umidità relativa	UR	34%
	velocità relativa dell'aria	v_a	0,30 ms ⁻¹
INDIVIDUALI	attività metabolica	M	2,58 met (150W/m ²)
	isolamento termico del vestiario	I_{cl}	0,77 clo

Tabella 1 INAIL: Parametri ambientali ed individuali che caratterizzano il rapporto individuo-ambiente. Nella colonna "Valore" sono portati degli esempi.

5.4. PATOLOGIE DA CALORE

Le patologie da calore sono definite dall'INAIL come condizioni cliniche correlate all'esposizione a elevate temperature ambientali e a ondate di calore. Di seguito viene fornito un elenco delle patologie da calore e le relative azioni da intraprendere dalle persone al fine di evitare o ridurre gli effetti indicati dal Ministero della Salute:

- **CRAMPI DA CALORE:** sono dolori muscolari causati dalla perdita di sali e liquidi corporei durante la sudorazione. Cosa fare: i lavoratori con crampi da calore dovrebbero interrompere l'attività e reintegrare i sali minerali persi consumando integratori salini ed eventualmente essere reidratati con una soluzione fisiologica per via orale o endovenosa. È utile massaggiare i muscoli colpiti dal crampo per ridurre il dolore. Se dopo un'ora di riposo il dolore non passa, sarebbe opportuno contattare il medico competente.
- **DERMATITE DA SUDORE:** è il problema più comune negli ambienti di lavoro caldi. È causata dalla macerazione cutanea indotta dalla eccessiva presenza di sudore e si presenta sotto forma di piccoli brufoli o vescicole. L'eruzione cutanea può comparire sul collo, sulla

parte superiore del torace, sull'inguine, sotto il seno e sulle pieghe del gomito. Cosa fare: il miglior trattamento consiste nello spostarsi in un ambiente di lavoro più fresco e meno umido. L'area dell'eruzione cutanea deve essere mantenuta asciutta. Eventualmente può essere applicato del talco sull'area colpita per diminuire il fastidio, mentre è sconsigliato l'utilizzo di unguenti o creme che potrebbero peggiorare la situazione.

- **SQUILIBRI IDROMINERALI:** conseguenti a profuse perdite idriche, in genere dovute a sudorazione e a iperventilazione, in assenza di adeguato reintegro di acqua. Successivamente si instaura un deficit sodico dovuto ad inadeguato ripristino del sodio perso con il sudore. I segni e sintomi della disidratazione sono sotto riportati in Tabella 1. Cosa fare: stimolare subito il lavoratore a bere in abbondanza. In caso di forte sudorazione, reintrodurre insieme ai liquidi anche i sali minerali persi con uno snack e/o integratori. Se i sintomi non migliorano contattare il medico competente e in caso di sintomi gravi allertare i soccorsi.
- **SINCOPE DOVUTA A CALORE:** consegue ad un'eccessiva vasodilatazione, con stasi venosa periferica, ipotensione e insufficiente flusso sanguigno cerebrale, e si manifesta con una perdita di coscienza preceduta da pallore, stordimento e vertigini. Può esserci ipertermia fino a 39°C, ma senza abolizione della sudorazione né agitazione motoria.
- **ESAURIMENTO o STRESS DA CALORE:** è caratterizzato da un esaurimento della capacità di adattamento del cuore e del sistema termoregolatorio, specie in soggetti non acclimatati sottoposti a sforzi fisici intensi. I segni e i sintomi di esaurimento da calore sono sotto riportati in Tabella 1. Cosa fare: far spostare il lavoratore in un luogo fresco e, se non è presente nausea, incoraggiarlo a bere acqua fresca con sorsi brevi ma frequenti, ad alleggerire l'abbigliamento e a raffreddare con acqua fredda testa, collo, viso e arti. I lavoratori con segni o sintomi di esaurimento da calore dovrebbero essere portati all'osservazione del medico o al pronto soccorso per la valutazione e il trattamento. Se i sintomi peggiorano, devono essere allertati i soccorsi, nel frattempo qualcuno deve sempre rimanere con il lavoratore.
- **COLPO DI CALORE:** si verifica se lo stress da calore non è trattato tempestivamente, quando il centro di termoregolazione dell'organismo è gravemente compromesso dall'esposizione al caldo e la temperatura corporea sale a livelli critici (superiori a 40°C). Si tratta di un'emergenza medica che può provocare danni agli organi interni e nei casi più gravi la morte. I segni e sintomi del colpo di calore sono sotto riportati in Tabella 1. Cosa fare: se un lavoratore mostra i segni di un possibile colpo di calore, è necessario chiamare immediatamente i soccorsi. Fino all'arrivo del personale medico sanitario abilitato è

importante spostare il lavoratore in un'area fresca e ombreggiata e rimuovere quanti più indumenti possibile, bagnare il lavoratore con acqua fresca, o applicare asciugamani imbevuti d'acqua fresca su testa, collo, viso e arti e far circolare l'aria per accelerare il raffreddamento.

Per completezza si riporta la tabella 1. del progetto Workclimate sopracitata

TABELLA 1. SEGNI E SINTOMI DELLE PATOLOGIE DOVUTE AL CALDO

Disidratazione	Stress da calore	Colpo di calore
Cali improvvisi di pressione arteriosa Debolezza improvvisa Palpitazioni/tachicardia Irritabilità, sonnolenza Sete intensa Pelle e mucose asciutte Cute anelastica Occhi ipotonici Iperflessia, scosse muscolari Riduzione della diuresi	Temperatura corporea elevata Improvviso malessere generale Mal di testa Ipotensione arteriosa Confusione, irritabilità Tachicardia Nausea/Vomito Riduzione della diuresi	(oltre quelli della colonna precedente) Temperatura corporea >40°C Iperventilazione Blocco della sudorazione Alterazioni stato mentale (es. delirio) Aritmie cardiache Rabbdomiolisi Malfunzionamento organi interni (es. insufficienza renale ed epatica, edema polmonare) Shock

Fonti: American Family Physician June 1, 2002; Linee di indirizzo per la prevenzione effetti ondate di calore del Ministero della Salute

6. INDICI DESCRITTORI

Il seguente capitolo è dedicato alla spiegazione degli indici descrittivi del comfort/discomfort termico e dello stress termico utilizzati nella presente ricerca.

Gli indici descrittivi del comfort/discomfort termico e dello stress termico sono strumenti utilizzati per valutare oggettivamente e soggettivamente le condizioni termiche di un ambiente e consentono di comprendere meglio gli effetti del caldo o del freddo sulle persone. La selezione e l'uso corretto di tali indici sono essenziali per garantire il comfort e la sicurezza in diversi contesti, come abitazioni, luoghi di lavoro e spazi pubblici.

Di seguito si propone la spiegazione degli indici che, successivamente, troveranno riscontro nei materiali utilizzati sul campo per lo studio condotto.

6.1. INDICI DESCRITTORI DEL COMFORT/DISCOMFORT TERMICO

Il comfort termico è un aspetto fondamentale per il benessere e la produttività delle persone, poiché il nostro corpo cerca costantemente di raggiungere uno stato di equilibrio termico con l'ambiente circostante.

Ai fini di una valutazione quantitativa dell'esposizione ad ambienti termici, è necessario comprendere se, per l'ambiente che si sta valutando, esistono dei vincoli sui parametri microclimatici legati all'attività produttiva o meno:

- Se la risposta è negativa si tratta di ambienti moderabili, che vengono valutati con l'indice PMV (voto medio previsto) in associazione con l'indice PPD (percentuale prevista di insoddisfatti), tenendo presente che, nelle condizioni esterne agli intervalli di applicabilità indicati nella tabella 2, possono insorgere rischi sulla salute, con particolare riferimento ai sottogruppi particolarmente sensibili che operino in tali ambienti;
- Se la risposta è affermativa si tratta di ambienti vincolati (ambienti severi), caldi o freddi che vengono valutati rispettivamente mediante l'indice WBGT o modello PHS i primi, e indice IREQ i secondi.

PARAMETRO	INTERVALLO
Attività metabolica M	$46 \text{ W/m}^2 \div 232 \text{ W/m}^2$ (0.8 Met \div 4 Met)
Isolamento termico I_{cl}	$0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \div 0.31 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ · (0 clo \div 2 clo)
Temperatura dell'aria t_a	$10^\circ\text{C} \div 30^\circ\text{C}$
Temperatura media radiante t_r	$10^\circ\text{C} \div 40^\circ\text{C}$
Velocità relativa v_r	$0 \text{ m/s} \div 1 \text{ m/s}$
Pressione parziale di vapore p_a	$0 \text{ Pa} \div 2700 \text{ Pa}$

Tabella 2: intervalli di applicabilità dell'indice PMV

PMV e PPD

L'indagine è stata condotta ai sensi della norma tecnica UNI EN ISO 7730 che rappresenta il riferimento tecnico-scientifico per la valutazione del comfort termo-igrometrico. Essa fornisce un criterio di quantificazione del discomfort basato su un indice detto PMV, acronimo di Predicted Mean Vote (voto medio previsto) che rappresenta la miglior sintesi delle disposizioni dell'allegato IV del D.Lgs 81/08: integra le quantità fisiche citate (temperatura, umidità, irraggiamento solare, movimento dell'aria) con gli indicatori soggettivi relativi all'abbigliamento e al dispendio metabolico del soggetto (metodi di lavoro applicati e sforzi fisici imposti).

+ 3	Hot
+ 2	Warm
+ 1	Slightly warm
0	Neutral
- 1	Slightly cool
-2	Cool
- 3	Cold

Tabella 3: Corrispondenza fra sensazione termica e PMV secondo la scala ASHRAE a 7 punti.

Oltre alla determinazione del PMV, si è provveduto al calcolo dell'indice PPD, acronimo di Predicted Percentage of Dissatisfied. Il PPD indica la percentuale di soggetti che si ritengono

insoddisfatti dalle condizioni microclimatiche in esame, ovvero quelli il cui giudizio termico è rappresentato dai voti in valore assoluto maggiori o uguali a 2.

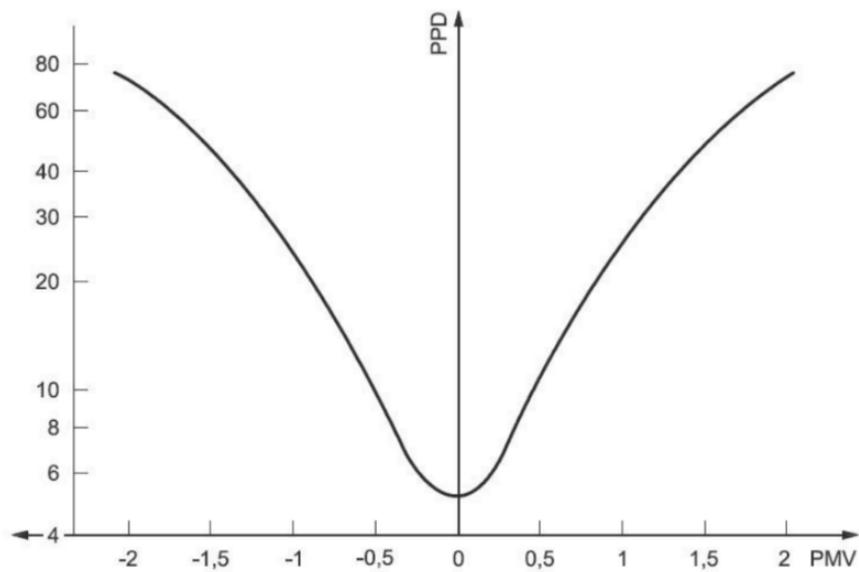


Grafico 1: La percentuale prevista di insoddisfatti PPD in funzione del voto medio previsto PMV (UNI EN ISO 7730).

I due indici, PMV e PPD, ovviamente sono collegati, ed insieme danno come risultato la valutazione dell'ambiente termico.

PMV	PPD %	Valutazione dell'ambiente termico
+3	100 %	Molto caldo
+2	75,7 %	Caldo
+1	26,4 %	Leggermente caldo
+0,0	5 %	Neutro
- 1	26,8 %	Fresco
- 2	76,4 %	Freddo
- 3	100 %	Molto freddo

Tabella 4: indici PMV e PPD

HEAT INDEX

Uno degli indicatori più comuni usati per valutare se e in che misura le condizioni dell'ambiente termico possono compromettere la salute degli individui della popolazione generale, in cui rientrano i lavoratori che operano in "ambienti moderabili" o lavoratori che siano

comunque "inconsapevoli" del rischio da calore, è l'utilizzo dell'indice di calore (Heat Index) basato sulla lettura dei valori di temperatura e di umidità relativa, adottato anche dall'Istituto Nazionale Francese per la Ricerca sulla Sicurezza [INRS]. Tale indice, attraverso un algoritmo i cui risultati sono riportati in una tabella semplificata, permette di identificare quattro livelli di allerta, dalla "cautela per possibile affaticamento" fino al "rischio elevato di colpo di calore", ed è correntemente utilizzato in molti paesi per fornire allerte metereologiche in caso di rischio da caldo per la popolazione generale. Il rischio viene valutato mediante "l'indice di calore", ricavato dalla misura della temperatura ambiente (termometro) e dell'umidità relativa (igrometro), facendo riferimento alla Tabella 6.3, sviluppata dal Dipartimento della Nazionale di Meteorologia francese. L'utilizzo dell'indice di calore risulta valido per lavoro all'ombra e con leggera ventilazione.¹⁴

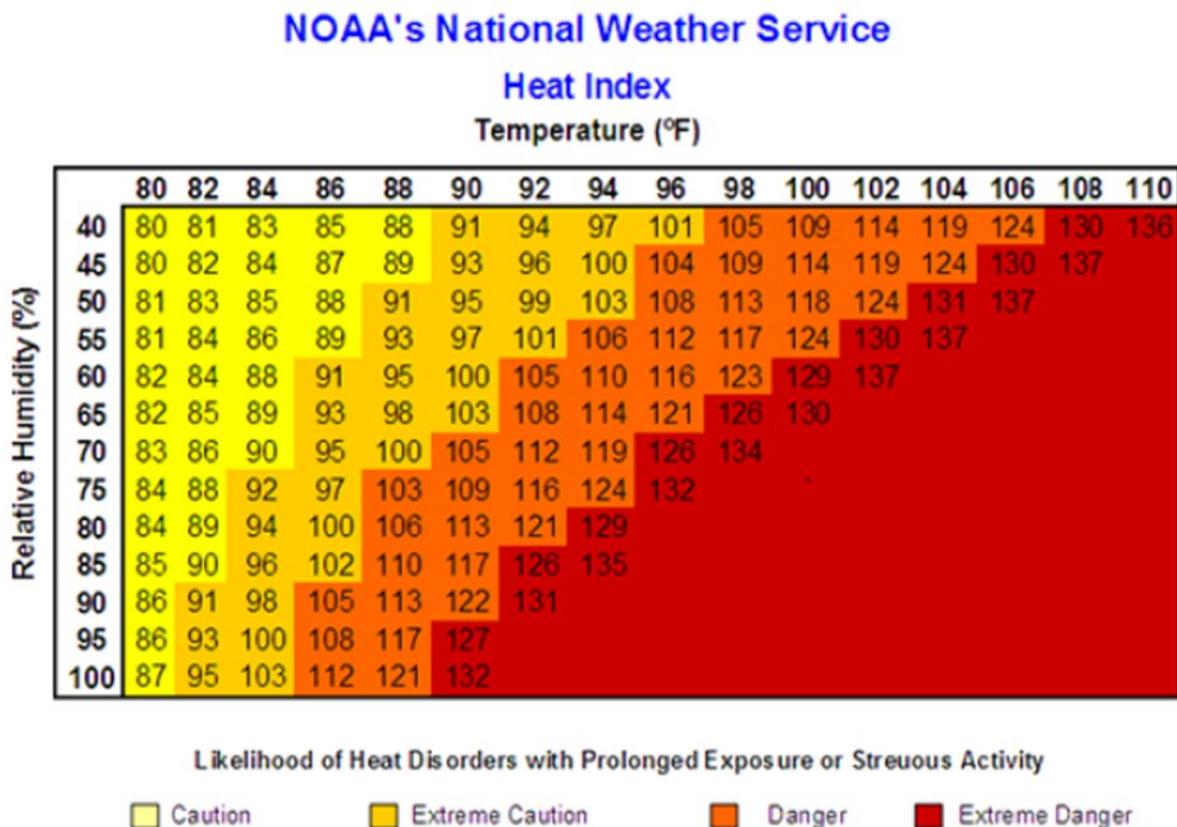


Tabella 5: Heat Index, NOAA'S National Weather Service

¹⁴ https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_metodiche.php?lg=IT (Portale Agenti Fisici);

da 80 a 90:	Cautela per possibile affaticamento (cautela per soggetti sensibili)
da 90 a 104:	Estrema cautela, possibili crampi muscolari, esaurimento fisico
da 105 a 129:	Rischio possibile di colpo di calore?
da 130 e più:	Rischio elevato di colpo di calore

Tabella 6: Valori dell'indice Heat Index e possibilità di insorgenza di disturbi tra gli individui della popolazione.

UV INDEX

Considerando che il presente elaborato è stato condotto su un campione di lavoratori che opera soprattutto all'aperto si è voluto misurare anche l'indice UV. L'indice ultravioletto, o indice UV, è una misura standard internazionale della forza della radiazione ultravioletta (UV) che produce scottature solari in un particolare luogo e momento. Viene utilizzato principalmente nelle previsioni giornaliere e orarie rivolte al pubblico in generale. Un indice pari a 0 corrisponde a zero radiazioni UV, come avviene essenzialmente di notte. Un indice di 10 corrisponde approssimativamente alla luce solare estiva di mezzogiorno con un cielo sereno. In questo studio è stato utilizzato UV index della città di Trieste del sito internet Weather online <https://www.weatheronline.co.uk/Italy/Trieste/UVindex.htm>.

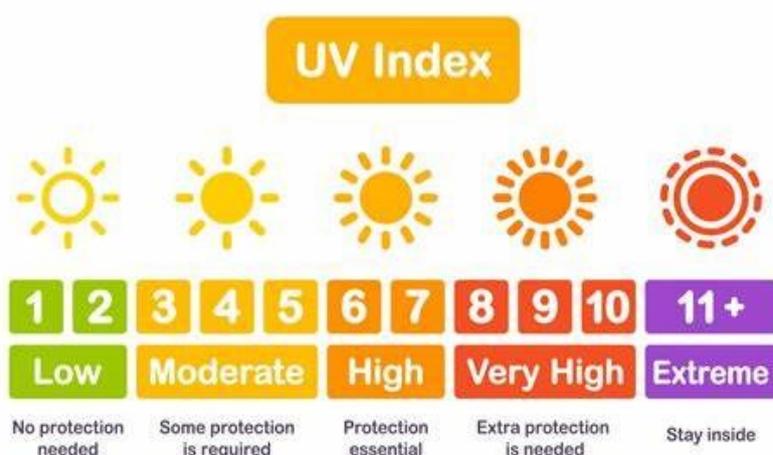


Figura 9: UV Index, Sknclinics.co.uk

6.2. INDICE WBGT

L'indice Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) è uno strumento di misurazione utilizzato per valutare il rischio da caldo e il potenziale impatto sulla salute umana durante periodi di calore estremo. Questo indice tiene conto di vari parametri climatici, come la temperatura dell'aria, l'umidità relativa e l'intensità della radiazione solare, fornendo una misura più accurata delle condizioni ambientali rispetto alla temperatura del solo termometro. Il WBGT è particolarmente utile nelle attività all'aperto, nelle attività sportive e nelle operazioni lavorative in ambienti caldi.

L'indice di stress da calore WBGT è stato ben testato in una varietà di condizioni climatiche e sono stati stabiliti collegamenti quantitativi tra WBGT e i cicli lavoro-riposo necessari per prevenire gli effetti dello stress da calore sul posto di lavoro. Sebbene esistano metodi più specifici basati su misurazioni fisiologiche individuali per determinare lo stress da calore in un singolo lavoratore, l'indice WBGT viene utilizzato negli standard internazionali e nazionali per specificare i rischi di stress da calore sul posto di lavoro.¹⁵

Il Portale Agenti Fisici (PAF) definisce l'indice WBGT come un indice empirico, di facile valutazione, che viene utilizzato in prima battuta per comprendere se l'esposizione ad un determinato ambiente caldo genera o meno stress termico. La stima è grossolana ma permette di comprendere se è necessaria una valutazione più approfondita dell'ambiente in esame. La norma di riferimento in cui viene descritto l'indice WBGT è la UNI EN ISO 7243:2017: "Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dello stress da calore utilizzando l'indice WBGT (temperatura globale del bulbo bagnato)".

Si applica per valutare la presenza o meno di stress termico provocato da un ambiente caldo sia indoor che outdoor, su un soggetto adulto, sia maschio che femmina. La valutazione avviene attraverso i seguenti passi:

a) calcolo del WBGT considerando il soggetto vestito con l'abbigliamento di riferimento da lavoro in cotone ($f_{cl} = 0.6789$ e $v_{cl} = 0.38$), utilizzando le seguenti relazioni:

- in assenza di carico solare $WBGT = 0.7 \cdot t_{nw} + 0.3 \cdot t_g$

- in presenza di carico solare: $WBGT = 0.7 \cdot t_{nw} + 0.2 \cdot t_g + 0.1 \cdot t_a$

dove

t_{nw} è la temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale;

¹⁵ B. Lemke, T. Kjellstrom "Calculating workplace WBGT from meteorological data: a tool for climate change assessment" Doi: 10.2486/indhealth.ms1352 (2012);

t_g è la temperatura del globotermometro;

t_a è la temperatura dell'aria.

b) correzione del valore WBGT calcolato, nel caso di abbigliamento diverso da quello preso come riferimento, aggiungendo al WBGT il valore CAV (Clothing Adjustment Value).

Successivamente viene confrontato tale valore dell'indice WBGT con uno di riferimento (WBGT_{eff}), il quale dipende esclusivamente dal metabolismo energetico dell'individuo e dal suo acclimatamento. In seguito a questo confronto si possono distinguere due scenari. Il primo si presenta se il valore dell'indice WBGT è maggiore rispetto al WBGT_{eff}; ne consegue una valutazione più approfondita mediante il metodo PHS. Il secondo scenario si manifesta se il valore dell'indice WBGT risulta inferiore rispetto al WBGT_{eff}; in questo caso, invece, i soggetti non sono esposti a stress termico e quindi non è necessaria una valutazione più approfondita secondo il metodo PHS. L'indice WBGT_{eff} può essere determinato mediante due espressioni in funzione della condizione nella quale si trova il soggetto, se acclimatato o non acclimatato:

- $WBGT_{eff} = 56,7 - 11,5 \times \log_{10}(M)$
- $WBGT_{eff} = 59,9 - 14,1 \times \log_{10}(M)$

dove M è espresso in Watt (W). Di seguito si riporta l'andamento delle due espressioni del WBGT_{eff} in relazione al metabolismo.

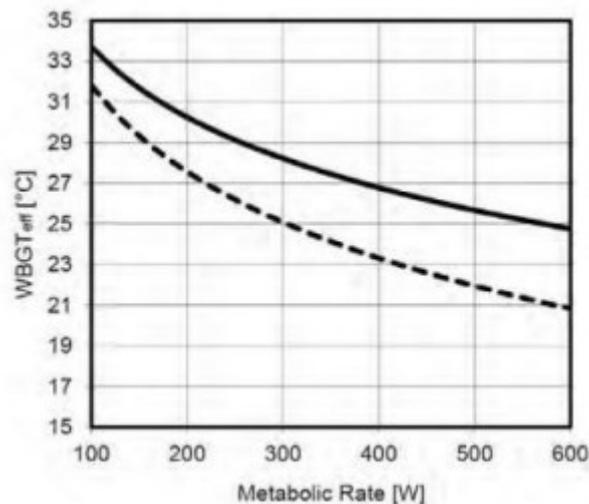


Grafico 2: grafico INAIL “Valutazione del Microclima 2018” andamento del WBGT_{eff} in funzione del metabolismo per soggetto acclimatato (linea a tratto pieno) e non acclimatato (linea tratteggiata).

7. MATERIALI E METODI

In questo capitolo della tesi, verranno presentati in dettaglio i materiali e i metodi utilizzati per la realizzazione della ricerca. Saranno descritti i campioni e i partecipanti coinvolti nello studio, i dispositivi e gli strumenti utilizzati per la raccolta dei dati, le procedure seguite per l'analisi dei risultati, e la campagna di misurazione. Per ciascuno di essi, verranno fornite le specifiche tecniche rilevanti e, se applicabile, le fonti da cui sono stati ottenuti o i riferimenti bibliografici. L'obiettivo è fornire una panoramica completa delle risorse impiegate e dei passaggi seguiti per garantire la validità e l'affidabilità dello studio.

7.1. LA CENTRALINA MICROCLIMATICA

Si ricorda che con il termine di microclima si intendono quei parametri ambientali che influenzano gli scambi termici tra soggetto e ambiente negli spazi confinati e che determinano il cosiddetto "benessere termico". I fattori microclimatici insieme al tipo di lavoro svolto, condizionano nel lavoratore una serie di risposte biologiche legate a situazioni di benessere (Comfort) o disagio termico (Discomfort), il quale può sfociare in stress termico.

Nel presente studio è stata utilizzata la centralina DeltaOhm Thermal Microclimate HD32.1 collegata al software DelgaLog10.

Il Thermal Microclimate HD32.1 è stato studiato per l'analisi del microclima negli ambienti di lavoro; con lo strumento vengono rilevati i parametri necessari a stabilire se un dato ambiente di lavoro è idoneo allo svolgimento di determinate attività.

Lo strumento è in grado di rilevare le seguenti grandezze:

- temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale (t_{nw})
- temperatura di globotermometro (t_g)
- temperatura ambiente (t_a)
- pressione atmosferica (p_r)
- umidità relativa (RH)
- velocità dell'aria (v_a)

Oltre alle misure dirette effettuate con le sonde collegate lo strumento è in grado di calcolare e visualizzare direttamente anche i seguenti dati di benessere:

- Indice WBGT
- Indice Tu
- Indice WCI
- Temperatura media radiante t_r



Figura 10: Centralina microclimatica Thermal Microclimate HD32.1 Delta Ohm

LE SONDE

Come spiegato precedentemente la centralina è composta da differenti tipologie di sonde al fine di garantire dei rilievi dei parametri ambientali completi.

1. HP3217R Sonda combinata temperatura e umidità relativa. Impiegata nelle misure degli indici di comfort ambientale.



Figura 11: sonda HP3217R

2. AP3203 Sonda a filo caldo omnidirezionale per il reperimento dei dati relativi alla velocità dell'aria.



Figura 12: sonda AP3203

3. HP3201 Sonda a bulbo umido a ventilazione naturale per la misura dell'indice WBGT. L'elemento per il rilevamento dei dati è posizionato all'interno di un serbatoio in una calza bagnata da acqua distillata. Il serbatoio è riflettente in modo da evitare che si accumuli calore a causa di fonti radianti.



Figura 13: sonda HP3201

4. TP3275 - Sonda globotermometro secondo norme ISO 7243 - ISO 7726. Il globotermometro è una sonda globo termometrica, ovvero un termometro a irraggiamento costituito da una cavità sferica dal diametro di 15 cm e di spessore di 0.2 mm e ricoperta da un materiale detto nerofumo. Consente di misurare la temperatura operativa, la cui viene definita come “la temperatura operante rappresenta la temperatura uniforme di un ambiente nel quale un occupante scambierebbe per irraggiamento e convezione la stessa potenza termica scambiata nell’ambiente in esame termicamente non uniforme”. (UNI 10375:2011).



Figura 14: sonda TP3275

7.2. IL TERMOMETRO LASER

Nella necessità di misurare il grado di scomfort termico dei lavoratori si è provveduto ad utilizzare un termometro ad infrarossi per rilevare la temperatura corporea in diversi punti esposti al sole. Nello specifico il termometro utilizzato è il Testo 835-H1.



Figura 15: Termometro ad infrarossi Testo 835-H1

È dotato di un sensore a 4 punti laser che indica esattamente il campo di misura ed evita in tal modo misurazioni errate, la temperatura rilevata in gradi Celsius viene proiettata sul display.

Le parti del corpo che si è voluto misurare sono:

- 1) Dita della mano sinistra
- 2) Dorso della mano sinistra
- 3) Volare polso del braccio sinistro
- 4) Avambraccio sinistro
- 5) Zona timpanica

Sono state scelte queste zone dopo aver consultato alcuni studi scientifici pubblicati su Internet, in particolare per la misurazione delle quattro aree dell'arto superiore si è fatto riferimento ad uno studio condotto da Z. Wu et al. (2017)¹⁶, mentre per la zona timpanica lo studio condotto da H. Heidari et al. (2016)¹⁷.

La campagna di misurazione è stata condotta su un intero turno di lavoro mediamente svolto nel Porto di Monfalcone: la durata di un turno è di 6 ore, la giornata di 24 ore si articola in 4 turni, 8:00-14:00 / 14:00-20:00 / 20:00-2:00 / 2:00-8:00. Essendo il focus dello studio il caldo e lo stress termico vissuto dai lavoratori, si è deciso di concentrare la campagna di misurazioni nel turno mattutino 8:00-14:00 e soprattutto quello pomeridiano 14:00-20:00.

7.3. I QUESTIONARI

In questa sezione verranno spiegati i questionari somministrati a tutti i lavoratori partecipanti allo studio.

Nel presente studio sono stati prodotti due questionari. Essi sono il risultato di una rielaborazione e adattamento all'ambito speciale del Porto di Monfalcone di tre studi condotti sullo stesso tema: una checklist dell'*Heat Shield*, un progetto europeo sulla percezione dello stress termico in collaborazione con l'INAIL e l'Università di Firenze¹⁸; la Lista di controllo - Lavorare sui cantieri all'aperto nei giorni di canicola di SUVA, l'Assicurazione nazionale svizzera contro gli infortuni¹⁹; una checklist dell'ANSI/ASHRAE Standard 55-2020 "Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy". Di seguito si descrivono i due questionari dello studio presente:

¹⁶ Z. Wu, N. Li, H. Cui, J. Peng, H. Chen, P. Liu "Using Upper Extremity Skin Temperatures to Assess Thermal Comfort in Office Buildings in Changsha, China" (2017);

¹⁷ H. Heidari, F. Golbabaei, A. Shamsipour, A. R. Forushani, A. Gaeini "The cut-off point for tympanic temperature as a heat strain index for evaluation of outdoor workers: a field study" Doi: 10.1080/10803548.2017.1281524 (2016);

¹⁸ Heat Shield "General anonymous questionnaire: workers' risk perception of heat stress in the workplace" (2020);

¹⁹ suvaPRO sicurezza sul lavoro "Lista di controllo Lavorare sui cantieri all'aperto nei giorni di canicola" (2015);

- 1) Uno di tipo generico al fine di caratterizzare la persona e il luogo di lavoro speciale quale è il Porto di Monfalcone, come precedentemente spiegato nel capitolo 3, con delle domande sia individuali, come ad esempio abitudini alimentari, presenza o assenza di malattie croniche, fumatore o non fumatore, peso, altezza e luogo di nascita, sia comuni dell'ambiente lavorativo, come ad esempio la presenza di zone d'ombra, il quantitativo e la durata delle pause, il grado di informazione e formazione sui rischi legati alle alte temperature (..);
- 2) Uno di tipo specifico al fine di monitorare il lavoratore nell'arco del turno lavorativo, con delle domande relative ad esempio al grado di stress termico provato, la tipologia di attività lavorativa svolta, l'abbigliamento indossato, il numero di pause e il numero di litri d'acqua bevuti (..). La maggior parte delle domande della prima tabella sono sui dati relativi agli strumenti utilizzati e la compilazione è stata svolta dalla tesista, mentre nella seconda parte del questionario si è provveduto ad intervistare il lavoratore.

Entrambi sono stati condotti in forma anonima al fine di tutelare la privacy della persona, alla quale però è stato assegnato un codice numerico univoco ed identificativo 'ID x'.

Per completezza si riporta l'intero 'questionario generale' provvisto di 33 domande all'allegato 1, e l'intero 'questionario giornaliero' all'allegato 2.

7.4. DATI METEREOLGICI OSMER

In questo elaborato si è provveduto a prendere traccia dei dati metereologici prodotti dall'Osservatorio meteorologico regionale del Friuli Venezia Giulia (OSMER ARPA) per poter dare un supporto solido ed istituzionale ai dati ambientali misurati sul campo con la centralina climatica. Tramite applicazione dedicata sul telefono sono stati trascritti sul questionario giornaliero i dati relativi alla centralina dell'area di Monfalcone per quanto concerne le voci "cielo", "temperatura °C", "umidità %", "direzione vento", "vento km/h".

7.5. CAMPAGNA DI MISURAZIONE

La campagna di misurazione ha previsto in primo luogo una fase di pianificazione che è consistita nell'analisi dei luoghi di lavoro ed un successivo sopralluogo e valutazione. Tale situazione ha implicato una serie di passaggi da eseguire che sono stati necessari al fine di evitare errori come, per esempio, lo scorretto posizionamento della centralina microclimatica o la mancata individuazione di una postazione in cui effettuare la misurazione. È stato quindi necessario considerare diversi elementi quali il periodo dell'anno, nonché l'orario in cui effettuare la

campagna di misurazione, il numero e la collocazione delle postazioni ed il posizionamento della centralina, numero delle misure da effettuare in funzione della postazione e anche il periodo di acclimatamento delle sonde nei differenti ambienti da valutare.

Il primo giudizio sugli ambienti è stato dato prendendo in considerazione i lavoratori, la tipologia di attività che effettuano anche tenendo conto delle attrezzature o dei macchinari adoperati, se le mansioni sono svolte in piedi o sedute, il vestiario adoperato e il tempo di permanenza nei differenti ambienti di lavoro.

Successivamente prende atto la cosiddetta “fase di campo”, la quale rappresenta l’elemento portante della valutazione del microclima poiché nel corso di questa fase è previsto il reperimento dei dati microclimatici mediante la centralina microclimatica e le sue sonde. Durante questo processo risulta fondamentale il corretto posizionamento e montaggio della centralina e delle sue sonde secondo quanto previsto dalla normativa vigente. In funzione della postura nella quale i lavoratori effettuano la propria attività, la centralina deve essere posizionata ad altezze differenti secondo quanto stabilito dalla norma UNI EN ISO 7726. Nel caso in cui le mansioni siano eseguite in posizione seduta e l’ambiente risulti omogeneo, la centralina si pone all’altezza di 0,6 metri dal suolo, mentre se l’attività viene effettuata in posizione in piedi l’altezza è fissata a 1,1 metri da terra.

La medesima norma stabilisce anche le caratteristiche minime degli strumenti di misura delle grandezze fisiche che caratterizzano l’ambiente oggetto della valutazione, specificandone i metodi con i quali misurare le grandezze fisiche dell’ambiente. Di conseguenza specifica che gli strumenti devono essere correttamente tarati e dotati della relativa certificazione da eseguire periodicamente.

Un fattore fondamentale è rappresentato dal tempo di acclimatamento delle sonde al fine di garantire la raccolta di dati rappresentativi delle condizioni microclimatiche ambientali. Questo aspetto risulta particolarmente importante per quanto concerne il globotermometro poiché il periodo per il proprio acclimatamento è superiore rispetto a quello di tutte le altre sonde vista l’elevata sensibilità dello strumento ai cambiamenti delle condizioni microclimatiche. Per questa motivazione per il raggiungimento dell’equilibrio è necessario un periodo non inferiore ai 15-20 minuti.

Un ulteriore aspetto relativo all’acclimatamento delle sonde è rappresentato dalla transizione da una postazione a un’altra. In questo caso il tempo cambia in funzione della tipologia di ambiente e della differenza di temperatura dell’aria:

- se l'ambiente è indoor e la differenza di temperatura tra le due postazioni è inferiore a 5 °C, è necessario un periodo almeno 5 minuti;
- nel caso in cui la differenza della temperatura sia superiore a 5 °C allora il tempo minimo necessario è pari a 8 minuti;
- se invece la transizione avviene tra un ambiente indoor e uno outdoor, il periodo minimo di acclimatamento risulta essere di almeno 12 minuti.

Solamente nel momento in cui tutte le sonde sono acclimate possono essere effettuate le misure microclimatiche considerando sufficiente una misura della durata di almeno 3 minuti. Secondo quanto previsto dagli art. 181 e 182 del D.lgs. 81/2008, la campagna di misurazione si deve strutturare in modo che i dati raccolti siano rappresentativi delle condizioni tipiche che si riscontrano negli ambienti di lavoro oggetto della valutazione. Di conseguenza le misurazioni si effettuano quando la temperatura esterna risulta superiore o uguale alle temperature medie massime del mese più caldo.

La campagna di misurazione del presente elaborato è stata effettuata nel periodo estivo durante il trimestre giugno-agosto 2023, presso aziende operanti nel Porto di Monfalcone. Le campagne microclimatiche solitamente prevedono il rilevamento dei parametri ambientali nelle aree di lavoro sia indoor che outdoor. Tuttavia, lo scopo della tesi concerne gli ambienti che possono causare discomfort o stress da caldo, e quelli outdoor risultano di conseguenza di maggior interesse poiché trattasi di ambienti nei quali vi sono maggiori vincoli.

DATE DI MISURAZIONE

GIORNO	METEO ARPA	TURNO
21/06/2023	Soleggiato, caldo	Mattina 8:00-14:00
06/07/2023	Nuvoloso, né caldo né freddo	Pomeriggio 14:00-20:00
18/07/2023	Soleggiato, caldo	Pomeriggio 14:00-20:00
19/07/2023	Nuvolo, umido e caldo	Pomeriggio 14:00-20:00
21/08/2023	Soleggiato, caldo	Mattina 8:00-14:00
23/08/2023	Soleggiato, caldo	Pomeriggio 14:00-20:00

Da come si può notare dalla tabella sopra, il turno lavorativo più coinvolto è stato quello pomeridiano, poiché quello percepito dai lavoratori come più difficile da sopportare a causa delle alte temperature. Questo dato è raffigurato nella tabella sottostante, che rappresenta l'elaborazione delle risposte, alla domanda n°11 del questionario "generale": il 73,08% dichiara che il pomeriggio nella fascia orario 14:00-17:00 risulta essere il momento della giornata più problematico.

Qual è il momento della giornata più problematico?	N° lavoratori	Lavoratori %
Mezzogiorno (11:00 - 14:00)	5	19,23%
Pomeriggio (14:00 - 17:00)	19	73,08%
Sera (dopo le 17:00)	1	3,85%
Nessun orario particolare	1	3,85%
Totale complessivo	26	100,00%

Di seguito si riporta la tabella che raffigura i dati meteorologici delle sei giornate di misurazione

	Temperatura esterna °C (dato Osmer)	Umidità esterna % (dato Osmer)	Velocità del vento km/h (dato Osmer)	Uv Index
Media	32,10	52,30	12,50	7,83
Mediana	34,10	51,00	10,00	8,00
Deviazione standard	4,23	9,77	7,99	0,56
Minimo	22,60	37,90	3,00	6,00
Massimo	36,60	70,00	45,60	8,00

CAMPIONE

All'interno del Porto di Monfalcone vi sono sia operai che lavorano a bordo nave, sulla banchina, in officina o sui mezzi, sia impiegati, il cui ambiente di lavoro è rappresentato principalmente dall'ufficio. Dopo aver constatato che negli uffici il sistema di climatizzazione risultasse funzionante, per ovvi motivi si è scelto di procedere con le misure rivolte agli operai, i quali operano all'aperto esposti alle alte temperature, così come alla variabilità meteorologica.

I lavoratori all'aperto rappresentano un'importante porzione della popolazione potenzialmente esposta ad un alto rischio di esposizione alle temperature esterne e agli effetti sulla salute correlati, per molte ragioni facilmente comprensibili. I lavoratori portuali devono lavorare indipendentemente dalle condizioni meteorologiche (l'unica situazione in cui l'attività viene temporaneamente sospesa è la presenza di forti raffiche di vento). Il turno di lavoro prevede un

tempo di sei ore ma spesso accade, per ragioni logistiche e di necessità, che venga svolto il doppio turno, il quale prevede quindi dodici ore di lavoro continuate sotto la diretta esposizione al sole con la possibilità di fare alcune pause, inclusa quella del pranzo, in alcune zone d'ombra.

I lavoratori portuali indossano abbigliamento da lavoro ad alta visibilità e di protezione, il quale solitamente prevede:

- caschetto
- maglietta a maniche corte (solitamente in cotone)
- gilet ad alta visibilità in materiale sintetico
- guanti per rischio meccanico all'occorrenza
- pantaloni lunghi e spessi ad alta visibilità
- scarpe antinfortunistiche

È facile comprendere che questo tipo di abbigliamento non ha le caratteristiche per permettere la traspirazione del sudore e ridurre la temperatura corporea in caso di caldo.

Il numero dei lavoratori a cui è stato somministrato il questionario ed a cui sono stati misurati i parametri soggettivi, nonché le temperature corporee tramite termometro laser, sono stati 26. La scelta dei lavoratori non ha seguito un criterio specifico di selezione, ma per rispettare il principio di rappresentatività si è preferito scegliere i lavoratori in modo casuale.

Il campione è rappresentato solo dal sesso maschile, poiché non erano presenti lavoratrici femmine. Tutti i lavoratori sono di nazionalità italiana e pertanto non ci sono stati problemi nella comprensione della lingua italiana.

Come precedentemente accennato, nel Porto di Monfalcone le concessioni della banchina spettano a più operatori portuali: il grafico sottostante, elaborato su Microsoft Forms e Microsoft Excel, rappresenta la divisione in percentuale dei lavoratori delle diverse aziende, i cui nomi per privacy sono stati oscurati e a cui è stato assegnato un codice numerico.

Operatore portuale	N° lavoratori	Lavoratori %
Azienda 1	13	50,00%
Azienda 2	1	3,85%
Azienda 3	3	11,54%
Azienda 4	1	3,85%
Azienda 5	7	26,92%
Azienda 6	1	3,85%
Totale	26	100,00%

Si ritiene importante precisare la natura del contratto di lavoro degli operai portuali, ricordando la spiegazione al punto 3.1. dell'*art. 17 della Legge n.84 del 28/01/1994* che disciplina la fornitura del lavoro temporaneo. In particolare l'Azienda 1 offre lavoro soprattutto tramite questa modalità,

infatti come si vede dal grafico sottostante, il 50% del campione totale risultava assunto da agenzia interinale con contratto a tempo determinato.

Lavoro temporaneo (art. 17)	N° lavoratori	Lavoratori %
No	13	50,00%
Si	13	50,00%
Totale complessivo	26	100,00%

Questo fattore risulta un elemento chiave per comprendere il tipo di esposizione al rischio del caldo poiché vi è una variabilità nelle condizioni contrattuali, negli orari di lavoro, nella valutazione del rischio e quindi nella modalità dei tempi e mezzi di prevenzione e protezione.

8. RISULTATI

In questo capitolo si andranno a presentare i risultati ottenuti dalla campagna di misurazione precedentemente spiegata. In primo luogo verranno riportati i dati del questionario generale, successivamente i dati del questionario giornaliero.

Tutti i dati rilevati durante la campagna di misurazione, ovvero le risposte dei lavoratori ai questionari propostigli, i dati scaricati dalla centralina microclimatica, i dati della temperatura corporea e i dati metereologici OSMER sono stati elaborati attraverso l'utilizzo dei programmi Microsoft Forms, Microsoft Excel e Jamovi. Microsoft Forms è un creatore di sondaggi online, parte di Office 365, Forms consente agli utenti di creare sondaggi e quiz con contrassegno automatico. I dati possono essere esportati in Microsoft Excel e visualizzati dal vivo utilizzando la funzione Presenta. Microsoft Excel è un programma prodotto da Microsoft, dedicato alla produzione ed alla gestione di fogli elettronici. Jamovi è un programma per computer gratuito e open source per l'analisi dei dati e l'esecuzione di test statistici.

Di seguito si riportano i risultati del questionario generale che è stato sottoposto complessivamente a 26 lavoratori: le risposte sono state divise per aree tematiche: ambiente di lavoro, anzianità lavorativa, sensazione di calore, stato di salute e sintomi, idratazione e alimentazione.

AMBIENTE DI LAVORO

Nella tabella sottostante sono riportate le mansioni lavorative presenti all'interno del porto e in quale percentuale sussistono. L'operaio portuale generico è la figura più presente.

Mansione lavorativa (individuata nel contratto di lavoro)	N° lavoratori	Lavoratori %
Capoturno	2	7,69%
Carrellista	3	11,54%
Gruista	3	11,54%
Meccanico	2	7,69%
Operaio portuale generico	14	53,85%
Operaio portuale specializzato	2	7,69%
Totale complessivo	26	100,00%

Di seguito vengono presentate le postazioni lavorative in cui si lavora maggiormente in porto. La postazione mista, intesa come postazione di lavoro non fissa, ma variabile a seconda della necessità, è quella maggiormente dichiarata.

Postazione lavorativa	N° lavoratori	Lavoratori %
Banchina / piazzale	3	11,54%
Carrello	2	7,69%
Gru	3	11,54%
Mista	16	61,54%
Officina	2	7,69%
Totale complessivo	26	100,00%

Nella tabella sottostante è riportato lo sforzo fisico richiesto dalla mansione lavorativa dichiarata dagli operai, come si può notare oscilla tra l'alto e il moderato.

Che tipo di sforzo è richiesto dalla tua mansione lavorativa?	N° lavoratori	Lavoratori %
Molto Alto (movimentazione manuale di carichi pesanti)	1	3,85%
Alto (scavare con la pala, segare, piallare)	11	42,31%
Moderato (guida di macchine, martellare)	14	53,85%
Totale complessivo	26	100,00%

Di seguito sono state raggruppate diverse domande poste ai lavoratori riguardanti le caratteristiche del luogo di lavoro, dell'organizzazione del turno di lavoro, delle condizioni e modalità lavorative e dei comportamenti individuali

	In parte	No	Si
Quando lavori al chiuso/all'interno di un mezzo c'è l'aria condizionata?	0 0%	13 50,00%	13 50,00%
Sono disponibili luoghi di lavoro ombreggiati per le pause?	0 0%	1 3,85%	25 96,15%
I lavori particolarmente pesanti vengono eseguiti nelle prime ore del mattino oppure la sera?	0 0%	25 96,15%	1 3,85%
I lavoratori indossano abiti leggeri che proteggano la pelle dai raggi solari e permettano la traspirazione del sudore?	5 19,23%	10 38,46%	11 42,31%
I lavoratori proteggono le parti del corpo esposte al sole applicandosi una crema solare con adeguato fattore di protezione?	2 7,69%	19 73,08%	5 19,23%
I lavoratori indossano occhiali da sole adeguati che proteggano gli occhi dall'abbagliamento provocato da oggetti riflettenti e dai raggi UV?	1 3,85%	14 53,85%	11 42,31%
I lavoratori fanno ogni ora una breve pausa (almeno 5 minuti) in un luogo fresco e ombreggiato?	2 7,69%	22 84,62%	2 7,69%

Quando le temperature superano i 30°C si fa in modo, per quanto possibile, di lavorare soltanto in luoghi ombreggiati?	1 3,85%	25 96,15%	0 0%
I lavoratori che lavorano soli o devono indossare dei DPI particolarmente fastidiosi vengono sorvegliati da un'altra persona?	6 23,08%	2 7,69%	18 69,23%
I lavori molto pesanti vengono ridotti al minimo indispensabile?	0 0%	25 96,15%	1 3,85%
I lavoratori prestano attenzione ad eventuali sintomi di malattia da caldo in sé stessi o nei colleghi?	1 3,85%	2 7,69%	23 88,46%
Quando si percepisce estremo calore (30°C all'ombra) viene fatta una pausa di 15 minuti all'ombra ogni ora?	0 0%	25 96,15%	1 3,85%

ANZIANITA' LAVORATIVA

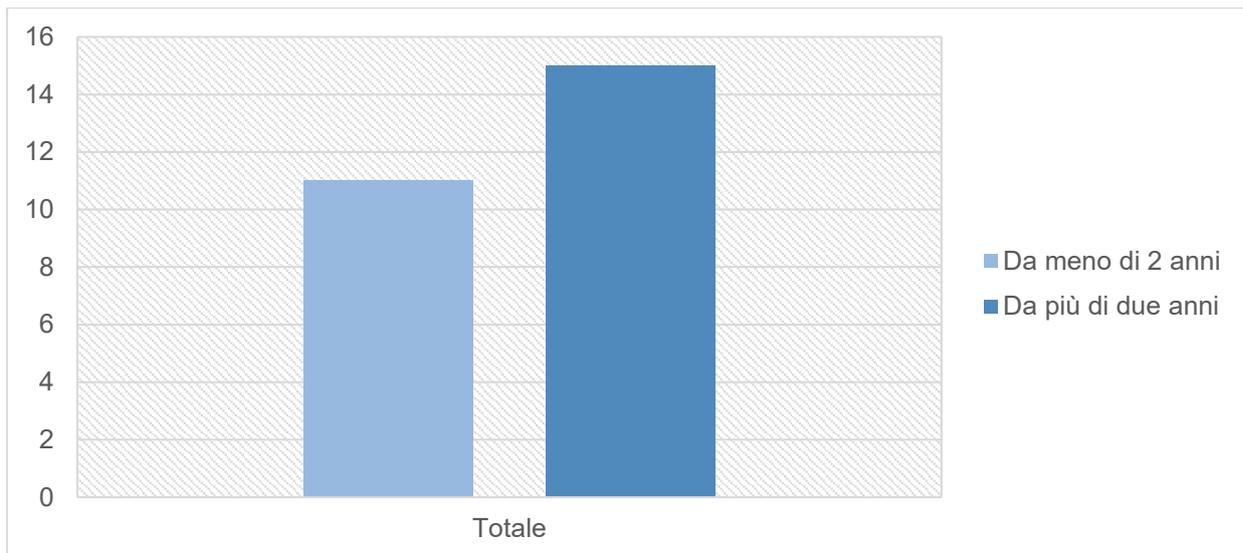
In questo elaborato si è voluto studiare la possibilità dell'esistenza di una variabilità all'interno del campione, sulla base dell'anzianità lavorativa. Per questo motivo nelle tabelle sottostanti si riportano i dati raccolti relativi alla domanda sull'anzianità lavorativa.

In questa tabella sono stati calcolati media, mediana, deviazione standard, valore minimo e massimo degli anni lavorati in ambito portuale dichiarato dai lavoratori.

Dato statistico	Da quanti anni lavori in questo settore?
N° lavoratori	26
Media	14
Mediana	15
Deviazione standard	9
Minimo	1
Massimo	30

Da questa prima tabella, è stato ulteriormente diviso il campione totale in due sottogruppi per facilitare i test statistici che potessero provare una certa correlazione:

- 1) Lavoratori con anzianità minore di 2 anni
- 2) Lavoratori con anzianità uguale o superiore di 2 anni



Nel grafico sopra 11 lavoratori hanno un'anzianità lavorativa minore di due anni, mentre per gli altri 15 operai è maggiore dei due anni.

SENSAZIONE DI CALORE

In questa sezione vengono trattate le domande del questionario generale riguardo alla sensazione termica dei lavoratori, successivamente divisi anche in base all'anzianità lavorativa.

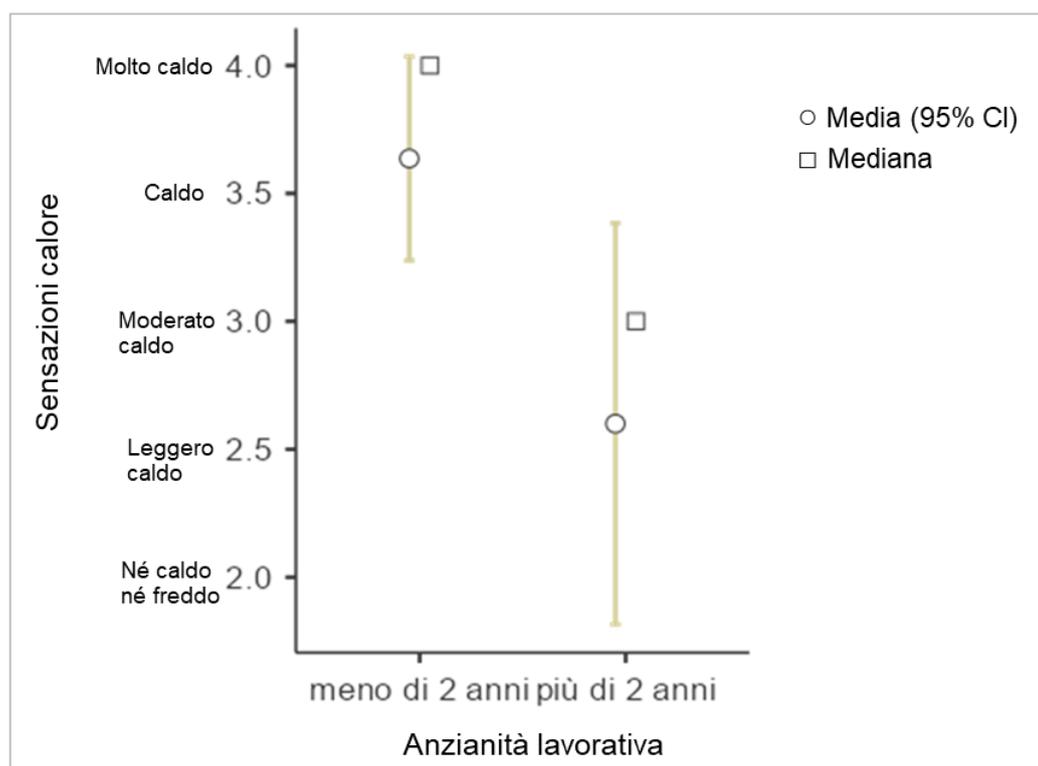
Nella tabella sottostante si riportano le risposte riguardanti la domanda sulla sensazione di calore provata in modo generale durante le ondate di calore. "Molto caldo" è la sensazione più provata.

Che sensazioni provi quando lavori durante un'ondata di calore?	N° lavoratori	Lavoratori %
Molto caldo	15	57,69%
Caldo	3	11,54%
Moderato caldo	4	15,38%
Leggero caldo	2	7,69%
Né caldo né freddo	2	7,69%
Totale complessivo	26	100,00%

Per praticità viene assegnato un punto ad ogni item: molto caldo (4), caldo (3,5), moderato caldo (3), leggero caldo (2,5), né caldo né freddo (2).

	Anzianità lavorativa	N° lavoratori	Media	Mediana	Deviazione Standard	P-value
Che sensazioni provi quando lavori durante un'ondata di calore?	meno di 2 anni	11	3,64	4,00	0,674	0,049
	più di 2 anni	15	2,60	3,00	1,55	0,049

Nel grafico viene rappresentato l'esito lo studio della correlazione tra sensazione di calore e i due campioni indipendenti divisi per anzianità lavorativa. È stato utilizzato il Test T Student's, il p-value, e la box plot di Jamovi.



Di seguito si presentano le risposte relative alla domanda sul tipo di impatto che i lavoratori hanno sul lavoro durante un'ondata di calore. Disagio, perdita di concentrazione e di produttività sono le risposte più date.

Che impatto ha un'ondata di calore sul tuo lavoro? (scelta multipla possibile)	N° risposte date	% sul totale dei lavoratori (26)
Discomfort (disagio)	12	46,20%
Impatto sulla concentrazione	10	38,50%
Impatto sulla produttività	8	30,80%
Impatto sulla salute	3	11,50%
Nessuno	4	15,40%

Nella tabella sottostante vengono riportate le fonti di disagio relative alla domanda precedentemente posta, la quale aveva la possibilità di dare più risposte, per questo motivo si riportano i valori assoluti. Umidità troppo alta, esposizione al sole diretto, superfici circostanti calde e calore della strumentazione sono le condizioni che i lavoratori dichiarano come le più sfortunate.

Come descriveresti al meglio la fonte di questo disagio? (scelta multipla possibile)	N° risposte date	% sul totale dei lavoratori (26)
Umidità troppo alta	19	73,10%
Esposizione al sole diretto	19	73,10%
Superfici circostanti calde	18	69,20%
Calore della strumentazione	13	50,00%
La mia zona è più calda di altre	9	34,60%
Politiche di abbigliamento non flessibili	4	15,40%
Movimento dell'aria elevato	1	3,80%
Movimento dell'aria insufficiente	1	3,80%
Nessun disagio	3	11,50%

Di seguito si espongono le risposte sulla diminuzione della produttività dichiarata precedentemente. Il 50% dichiara di non subire alcuna diminuzione, mentre il 31% è meno produttivo ha una diminuzione tra il 10% e il 30%.

Hai una diminuzione del lavoro durante un'ondata di calore?	N° lavoratori	Lavoratori %
No	13	50,00%
Si del 10%	5	19,23%
Si tra il 10 e il 30%	8	30,77%
Totale complessivo	26	100,00%

STATO DI SALUTE E SINTOMI

In questa sezione vengono trattate le domande del questionario generale riguardo allo stato di salute e i sintomi che manifestano i lavoratori durante un'ondata di calore.

Nella tabella di sotto si riportano le dichiarazioni di soffrire di malattie croniche che possono peggiorare l'esposizione al caldo estremo. La maggior parte è in buono stato di salute.

Soffri di malattie croniche?	N° lavoratori	Lavoratori %
Allergie che sono accentuate dalle alte temperature	3	11,54%
Ipertensione	3	11,54%
Malattie renali	1	3,85%
No	19	73,08%
Totale complessivo	26	100,00%

All'interno della tabella di seguito si riportano i sintomi più manifestati durante il caldo estivo, la domanda ha previsto la possibilità di dare più risposte, per questo motivo si riportano i valori assoluti.

Che sintomi manifesti solitamente durante l'estate? (scelta multipla possibile)	N° risposte date	% sul totale dei lavoratori (26)
Sudorazione eccessiva	21	80,80%
Sete	26	100,00%
Debolezza	11	42,30%
Eritema solare / eruzioni cutanee	11	42,30%
Mal di testa	7	26,90%
Crampi muscolari	3	11,50%
Confusione	2	7,70%
Vertigini	1	3,80%

Nella tabella sottostante sono riportati i comportamenti più adoperati dai lavoratori durante l'estate. Bere più acqua e utilizzare un posto fresco per le pause sono i più frequenti. La domanda ha previsto la scelta multipla.

Come cerchi di ridurre la tua esposizione al caldo? (scelta multipla possibile)	N° risposte date	% sul totale dei lavoratori (26)
Bevo più acqua	22	84,60%
Utilizzo un posto fresco per le pause	11	42,30%
Aumento il numero di pause	3	11,50%
Indosso abiti più adatti	3	11,50%
L'esposizione non può essere ridotta	2	7,70%
Non cerco di ridurla	1	3,80%
Altro	1	3,80%

IDRATAZIONE E ALIMENTAZIONE

In questa sezione vengono trattate le domande del questionario generale relative all'idratazione e alle abitudini alimentari dei lavoratori.

Di seguito si riportano le risposte alla domanda relativa all'assunzione di alcol. L'8% dichiara di assumerlo durante l'orario di lavoro.

Assumi alcol durante la giornata?	N° lavoratori	Lavoratori %
No, mai	17	65,38%
Si	2	7,69%
Si, fuori dall'orario di lavoro	7	26,92%
Totale complessivo	26	100,00%

Nella tabella sottostante si riportano le risposte relative alle abitudini alimentari. 25/26 lavoratori hanno una dieta alimentare normale.

Segui una dieta alimentare particolare?	N° lavoratori	Lavoratori %
Iperproteica	1	3,85%
No, normale	25	96,15%
Totale complessivo	26	100,00%

All'interno della tabella di seguito vengono riportate le risposte riguardo alla domanda di che cosa i lavoratori bevono durante il giorno. La domanda ha previsto la scelta multipla.

Che cosa bevi durante il giorno? (scelta multipla possibile)	N° risposte date	% sul totale dei lavoratori (26)
Caffè / the e acqua	12	46,20%
Solo acqua	8	30,80%
Acqua con integratori minerali	7	26,90%
Bevande energetiche e acqua	5	19,20%
Bevande alcoliche e acqua	2	7,70%

Di seguito si riportano media, mediana, deviazione standard, minimo e massimo dei valori relativi alla domanda su quanti di litri d'acqua bevono i singoli lavoratori durante il turno di 6 ore.

Dato statistico	Quanti litri di acqua bevi durante il turno lavorativo?
N° lavoratori	26
Media	2.58
Mediana	2.50
Deviazione standard	1.05
Minimo	1.00
Massimo	6.00

Nella tabella sottostante si è voluto indagare sui comportamenti aziendali relativi alla fornitura di acqua potabile al personale portuale.

Ai lavoratori viene fornita acqua potabile in quantità sufficiente?	N° lavoratori	Lavoratori %
In parte	4	15,38%
No	1	3,85%
Si	21	80,77%
Totale complessivo	26	100,00%

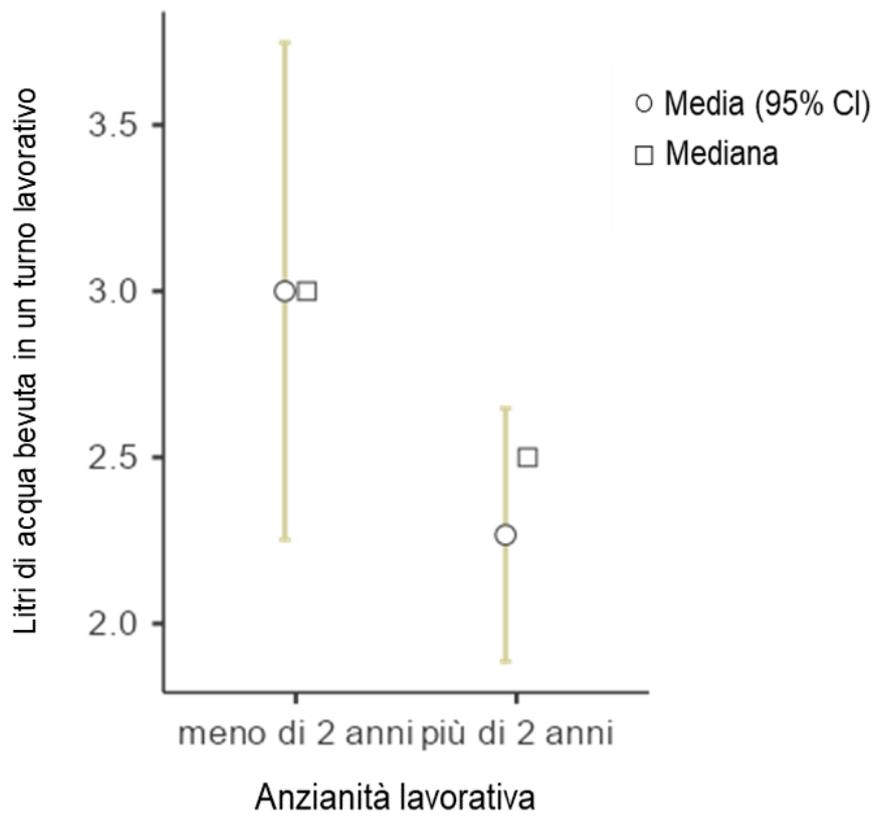
Di seguito si presentano le risposte relative alla domanda su come viene garantita l'acqua ai lavoratori. Bottigliette e distributori automatici (a pagamento) sono le risposte più date.

Come viene garantita l'acqua ai lavoratori?	N° lavoratori	Lavoratori %
Boccione	2	7,70%
Bottigliette	14	53,84%
Distributori automatici	8	30,76%
Fontanella	1	3,85%
Non viene garantita	1	3,85%
Totale complessivo	26	100,00%

Rispetto alla domanda posta inizialmente si è voluto ricercare una possibile correlazione tra litri di acqua bevuta e anzianità lavorativa.

	Anzianità lavorativa	N° lavoratori	Media	Mediana	Deviazione Standard	P-value
Quanti litri di acqua bevi durante il turno lavorativo?	meno di 2 anni	11	3,00	3,00	1,26	0,077
	più di 2 anni	15	2,27	2,50	0,75	0,077

Nel grafico della pagina successiva è stato fatto uno studio con il programma Jamovi utilizzando la modalità del box plot, della verifica del T Student's e del p-value: si nota una lieve differenza tra i due campioni indipendenti divisi per anzianità lavorativa su quanti litri di acqua vengono bevuti durante un turno lavorativo.



In totale sono stati compilati 48 questionari di tipo “giornaliero” da cui sono stati elaborati gli indici di discomfort termico PMV e PPD e gli indici di stress termico WBGT e Heat Index. I parametri fisiologici legati alle temperature dell’arto superiore sinistro sono stati rilevati per tutti i 48 questionari somministrati; la temperatura timpanica è stata rilevata in 36 casi complessivi.

Di seguito si riporta la tabella con i valori medi per postazione lavorativa delle condizioni microclimatiche. Le caselle sono evidenziate su una scala di colori in cui il valore più alto è rappresentato dal rosso magenta, mentre il valore più basso dal celeste chiaro.

	Postazione lavorativa	Ta (°C) valore medio	Tr (°C) valore medio	RH (%) valore medio	Va (m/s)	PMV valore medio	PPD (%) valore medio	Sensazione termica generale	Sforzo fisico – scala di Borg
Media	Automobile non climatizzata finestrini aperti	41,60	62,20	33,30	1,24	6,78	100,00	3,00	3,00
	Automobile non climatizzata finestrini chiusi	51,20	51,60	24,60	0,00	6,54	100,00	2,75	2,75
	Banchina lato mare	35,10	62,50	46,80	1,60	5,17	99,20	1,20	1,70
	Banchina sotto sole	35,70	60,60	42,40	2,04	5,02	98,40	1,53	1,79
	Gru climatizzata	33,60	35,50	37,30	0,13	2,75	97,20	0,00	1,00
	Officina	35,70	55,10	49,50	0,82	5,55	100,00	2,00	5,50
	Ralla climatizzata	26,20	30,90	33,40	0,41	1,24	42,10	1,30	1,70
	Ralla non climatizzata finestrino aperto	37,20	43,40	33,10	0,23	4,01	100,00	2,00	3,13

Di seguito si riportano i valori misurati del WBGT, WBGT limite, Heat Index e Rischio, divisi per le postazioni lavorative misurate. In particolare si confronta il WBGT come dato assoluto misurato e il WBGT limite individuato dal programma della centralina come livello da non superare.

	Postazione lavorativa	WBGT	WBGT lim		Heat Index	Rischio
Media	Automobile non climatizzata finestrini aperti	37,40	30,40	limite superato	119,00	Rischio molto alto
	Automobile non climatizzata finestrini chiusi	44,30	30,30	limite superato	144,00	Rischio molto alto
	Banchina lato mare	32,40	28,90	limite superato	106,00	Rischio alto
	Banchina sotto sole	33,00	29,00	limite superato	103,00	Rischio alto
	Gru climatizzata	29,90	31,10	entro il limite	94,20	Rischio moderato
	Officina	34,30	27,00	limite superato	110,00	Rischio alto
	Ralla climatizzata	22,80	30,40	entro il limite	80,20	Rischio basso
	Ralla non climatizzata finestrino aperto	32,20	29,70	limite superato	101,00	Rischio moderato
Mediana	Automobile non climatizzata finestrini aperti	37,40	30,40	limite superato	119,00	Rischio molto alto
	Automobile non climatizzata finestrini chiusi	42,50	30,40	limite superato	143,00	Rischio molto alto
	Banchina lato mare	36,10	29,10	limite superato	119,00	Rischio molto alto
	Banchina sotto sole	34,00	29,10	limite superato	104,00	Rischio alto
	Gru climatizzata	29,90	31,10	entro il limite	94,20	Rischio moderato
	Officina	34,50	26,80	limite superato	108,00	Rischio alto
	Ralla climatizzata	21,80	30,80	entro il limite	78,00	Rischio basso
	Ralla non climatizzata finestrino aperto	31,40	29,70	limite superato	97,70	Rischio moderato

	Postazione lavorativa	WBGT	WBGT lim		Heat Index	Rischio
Minimo	Automobile non climatizzata finestrini aperti	37,40	30,40	limite superato	119,00	Rischio molto alto
	Automobile non climatizzata finestrini chiusi	40,20	29,80	limite superato	132,00	Rischio molto alto
	Banchina lato mare	24,40	28,40	entro il limite	79,10	Rischio basso
	Banchina sotto sole	24,70	26,80	entro il limite	79,80	Rischio basso
	Gru climatizzata	29,90	31,10	entro il limite	94,20	Rischio moderato
	Officina	31,30	26,80	limite superato	108,00	Rischio alto
	Ralla climatizzata	18,20	28,50	entro il limite	76,10	Rischio basso
	Ralla non climatizzata finestrino aperto	31,40	28,10	limite superato	97,70	Rischio moderato
Massimo	Automobile non climatizzata finestrini aperti	37,40	30,40	limite superato	119,00	Rischio molto alto
	Automobile non climatizzata finestrini chiusi	52,00	30,40	limite superato	159,00	Rischio molto alto
	Banchina lato mare	36,10	29,30	limite superato	119,00	Rischio molto alto
	Banchina sotto sole	35,60	31,30	limite superato	119,00	Rischio molto alto
	Gru climatizzata	29,90	31,10	entro il limite	94,20	Rischio moderato
	Officina	36,90	27,60	limite superato	113,00	Rischio alto
	Ralla climatizzata	27,60	30,80	entro il limite	86,60	Rischio basso
Ralla non climatizzata finestrino aperto	33,90	31,30	limite superato	107,00	Rischio alto	

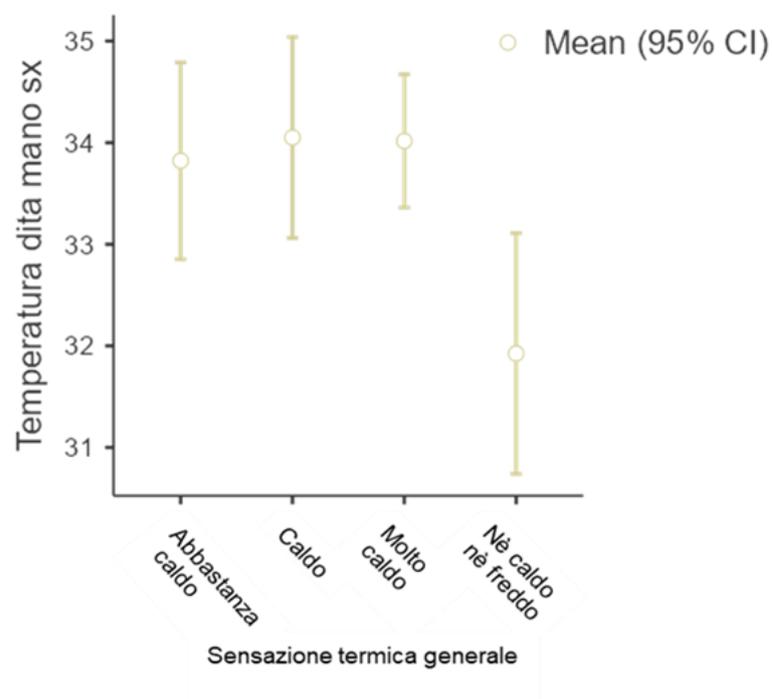
TEMPERATURA CORPOREA

In questa sezione vengono trattate le domande del questionario giornaliero relative alla temperatura corporea e la sensazione termica generale.

È stato fatto uno studio per la correlazione tra temperatura delle parti del corpo misurate con gli indici di stress termico Heat Index e WBGT utilizzando il programma di elaborazione statistica Jamovi. La temperatura che risulta correlata con livello statisticamente significativo ($p < 0,001$) con gli indici di stress termico Heat Index e WBGT è quella delle dita della mano sinistra. Di seguito i valori di media, deviazione standard e p-value tra temperatura delle dita della mano sinistra e sensazione termica generale.

	Qual è la tua sensazione termica generale?	N° Lavoratori	Media	Deviazione Standard	P-value
Temperatura dita mano sx	Abbastanza caldo	14	33,80	1,68	0,013
	Caldo	14	34,00	1,71	
	Molto caldo	12	34,00	1,03	
	Né caldo né freddo	8	31,90	1,42	

Nel grafico viene rappresentata la correlazione tra temperatura delle dita della mano sinistra dei lavoratori campionati e la sensazione termica generale.



9. DISCUSSIONE

In questo capitolo si andranno a discutere i risultati ottenuti dalla campagna di misurazione e dall'elaborazione dei dati acquisiti.

Analizzando i risultati emersi dal questionario generale è possibile affermare che le risposte sono state coerenti con la realtà lavorativa del Porto di Monfalcone: il turno lavorativo tipico infatti ha una durata di 6 ore, ed è scandito dalla pausa pranzo e da altre due brevi pause ad orari prestabiliti; le pause possono essere fatte in luoghi riparati dal sole. L'attività pesante non può essere spostata nelle prime ore del mattino o alla sera perché le navi del traffico marino approdano nel Porto di Monfalcone ad orari non modulabili e l'attività lavorativa di caricamento e scaricamento delle merci va svolto nel più breve tempo possibile al fine di rendere più efficienti le operazioni. I lavoratori svolgono il proprio operato sempre in squadra, pertanto è assai raro che rimangano isolati, questo fattore sicuramente rafforza il "sistema del compagno" che prevede una reciproca sorveglianza sui possibili sintomi dovuti alle malattie da calore.

Per quanto riguarda il tema dei comportamenti individuali, solo il 19,23% dichiara di utilizzare la crema solare con adeguato fattore di protezione per proteggere la pelle dai raggi UV del sole; la percentuale cambia invece nell'utilizzo degli occhiali da sole, infatti il 42,31% li adopera, mentre il 53,85% no. Si precisa che sia la crema solare che gli occhiali da sole non sono garantiti dall'azienda, ma sono a carico del singolo lavoratore e frutto della sua consapevolezza verso i rischi dovuti alle radiazioni solari (RS). L'esposizione alle RS può indurre numerosi effetti avversi acuti e a lungo termine sulla salute, principalmente sulla pelle e sugli occhi, poiché sono i principali organi bersaglio degli effetti indotti dalla RS. Pertanto l'esposizione professionale ai raggi UV solari dovrebbe essere ridotta al livello più basso possibile, poiché è cancerogena per l'uomo (gruppo 1 IARC). I comportamenti individuali sono tra i fattori più rilevanti che influenzano l'esposizione solare ai raggi UV, come indossare indumenti protettivi, occhiali da sole e cappelli, usare creme protettive solari e cercare l'ombra. Nel Porto di Monfalcone c'è un altro fattore che va assolutamente considerato, ovvero la presenza di superfici riflettenti come l'acqua del mare e il metallo, queste infatti possono aumentare ulteriormente l'esposizione ai raggi UV solari. Sul lavoro, sia i fattori ambientali che quelli individuali influenzano l'esposizione acuta e a lungo termine (cumulativa) ai raggi UV solari dei lavoratori all'aperto²⁰.

Il discomfort termico è mediamente percepito, infatti è emerso che: il 57,69% dei lavoratori soffre molto il caldo. Questo disagio si traduce soprattutto in perdita di concentrazione e produttività: 10

²⁰ A. Modenese, L. Korpinen, F. Gobba "Solar Radiation Exposure and Outdoor Work: An Underestimated Occupational Risk" Doi: 10.3390/ijerph15102063 (2018);

lavoratori su 26 dichiarano di essere meno concentrati a causa del caldo, e 8 su 26 dichiarano di essere meno produttivi a causa del caldo. Nello studio M. D. Sario et al. (2023), emergono degli impatti socioeconomici dovuti all'esposizione al calore sul posto di lavoro. Le perdite effettive di produttività a livello globale sono quasi del 10% e si prevede che aumenteranno fino al 30-40% nel peggiore scenario di cambiamento climatico entro la fine del secolo. Le regioni vulnerabili sono principalmente i paesi a bassa latitudine e a basso e medio reddito con una percentuale maggiore di lavoratori all'aperto, ma includono anche aree dei paesi sviluppati come l'Europa meridionale.²¹

Tuttavia, è anche possibile l'acclimatazione della popolazione²²: d'altro canto, i lavoratori più anziani sono più esperti e hanno più familiarità con il lavoro, e quindi sono più efficienti²³. Infatti durante le interviste sembrava emergere, seppure in modo velato, un certo grado di resistenza negli operai che lavorano nel settore portuale da più anni, mentre si notava una certa "debolezza" negli operai che lavorano in questo settore da 1 anno o meno. In base ai dati rilevati e ai test statistici condotti, dimostrati nel capitolo precedente, è possibile affermare che gli operai portuali che lavorano da meno di 2 anni soffrono molto di più il caldo rispetto a quelli che lavorano da più di due anni ($p < 0,05$). Verosimilmente un lavoratore esperto è capace di comprendere i tempi lavorativi, intesi come pause per potersi idratare correttamente.

Sul tema dell'idratazione si è osservato che in media i lavoratori bevono in un turno di 6 ore 2,58 litri di acqua. Anche se "bere più acqua" era la misura più comunemente e naturalmente utilizzata come misura per ridurre lo stress da calore, ciò non significa che i lavoratori, in effetti, bevessero abbastanza acqua. Lo studio di Piil et al. (2018) ha dimostrato che circa il 70% dei lavoratori in Europa spesso arriva al lavoro disidratato e rimane disidratato fino alla fine del turno di lavoro.²⁴ Analizzando questi dati e i test statistici si può affermare che, nel campione oggetto di questa tesi, mediamente i lavoratori che hanno un'anzianità lavorativa superiore ai 2 anni bevono meno litri d'acqua dei lavoratori con un'anzianità lavorativa inferiore ai 2 anni ($p > 0,05$).

Analizzando i dati relativi al WBGT, WBGT lim, Heat Index e calcolo del rischio relativo è stato possibile confrontare, per ogni postazione lavorativa, il WBGT mediamente misurato, con il limite

²¹ M. De Sario, F. C. de'Donato, M. Bonafede, A. Marinaccio, M. Levi, F. Ariani, M. Morabito, P. Michelozzi "Stress da calore sul lavoro, effetti legati al caldo e relative perdite sociali ed economiche: una revisione della letteratura Stress da calore sul lavoro, effetti legati al caldo e relative perdite sociali ed economiche: una revisione della letteratura" Doi: 10.3389/fpubh.2023.1173553 (2023);

²² Pascal M., Wagner V., Le Tertre A., Laaidi K., Honoré C., Bénichou F., Beaudou P. "Definition of temperature thresholds: The example of the French heat wave warning system" Doi: 10.1007/s00484-012-0530-1 (2013);

²³ Yi W., Chan A.P.C. "Effects of Heat Stress on Construction Labor Productivity in Hong Kong: A Case Study of Rebar Workers. Int. J. Environ. Res. Public Health" Doi: 10.3390/ijerph14091055 (2017);

²⁴ Piil J.F., Lundbye-Jensen J., Christiansen L., Ioannou L., Tsoutsoubi L., Dallas C.N., Mantzios K., Flouris A.D., Nybo L. "High prevalence of hypohydration in occupations with heat stress—Perspectives for performance in combined cognitive and motor tasks." Doi: 10.1371/journal.pone.0205321 (2018);

medio del WBGT (lim), cioè quello ideale per mantenere un livello di sicurezza adeguato alle condizioni di metabolismo, resistenza termica del vestiario, altezza e peso dei lavoratori inserite nel programma della centralina microclimatica. Se si prendono in considerazione i valori medi, il WBGT lim è stato ampiamente superato nella maggior parte delle postazioni lavorative misurate tramite centralina microclimatica. Le uniche aree in cui il valore limite di sicurezza non è stato superato sono quelle che hanno una climatizzazione. Questo si verifica anche se si prendono in considerazione i valori minimi misurati, eccetto per la postazione “banchina sotto il sole” la quale rientra nei limiti di sicurezza. I valori massimi misurati fotografano una situazione di alto rischio, dove troviamo il picco del WBGT nell’automobile non climatizzata a finestrini chiusi con 52,00 °C. Il discorso è valevole anche per l’Heat Index, che identifica livelli di rischio alto e molto alto in cinque postazioni lavorative su sette (71,42%), ritrovando nuovamente la situazione di maggior rischio nell’automobile non climatizzata a finestrini chiusi. Quest’ultima attività lavorativa, identificata come quella più a rischio, viene svolta attraverso l’utilizzo di una nave definita nave Ro-Ro: la nave roll on/roll off è una nave-traghetto per il trasporto di veicoli o merci mediante modalità di imbarco e sbarco con i propri mezzi e quindi senza l’ausilio di gru oppure di mezzi elevatori. I veicoli sbarcati rimangono per un certo periodo di tempo nelle aree adibite a deposito del porto di Monfalcone. Nella fattispecie il deposito consiste in un grande parcheggio cementato a cielo aperto, dove nei periodi estivi e durante le ondate di calore le auto si scaldano notevolmente. Successivamente gli stessi veicoli andranno caricati dagli operai sul un altro traghetto diretto ad un’altra destinazione.

Per quanto riguarda le temperature corporee rilevate tramite termometro laser è stata riscontrata una correlazione statisticamente significativa tra WBGT ed Heat Index per le dita della mano sinistra ($p < 0,01$), mentre una lieve correlazione con il dorso della mano sinistra ($p = 0,05$), e con la temperatura timpanica (Heat Index $p < 0,06$, WBGT $p < 0,04$).

9.1. MISURE DI PREVENZIONE

Il clima dell’area costiera, che caratterizza i luoghi nei quali operano le aziende valutate è tipicamente mediterraneo ed esso contribuisce a mitigarne le temperature e di conseguenza anche le condizioni microclimatiche che potrebbero risultare più estreme. La presenza di queste condizioni naturali caratterizzanti il territorio costiero rappresenta certamente un aspetto positivo, ma affinché il personale delle aziende possa operare in sicurezza senza incorrere in effetti avversi sulla salute è necessario adottare ed attuare opportune misure e comportamenti. L’oggetto dello studio è rappresentato da gruppi di lavoratori che svolgono le proprie mansioni in luoghi esterni. Le condizioni ambientali di questi luoghi di lavoro risultano particolarmente complessi da mitigare

poiché è molto difficile adottare misure tecniche per prevenire conseguenze negative a causa del caldo. Per questa ragione devono essere adottate misure per lo più di stampo amministrativo e buone prassi di lavoro. Con questi termini ci si riferisce a modifiche da effettuare alle attività, agli orari lavorativi e comportamenti da seguire.

Il progetto Workclimate - *esposizione a temperature estreme ed impatti sulla salute e sicurezza sul lavoro*. Il progetto workclimate e la piattaforma previsionale di allerta - coordinato da INAIL e CNR-IBE, con la collaborazione dell'Azienda USL Toscana Centro, dell'Azienda USL Toscana Sud Est, del Dipartimento di Epidemiologia, Servizio Sanitario Regionale Lazio e del Consorzio LaMMA, è un ampio programma di sviluppo di attività per l'analisi dell'impatto del cambiamento climatico sulla salute e sicurezza del lavoro e per la predisposizione di strumenti di intervento.

All'interno del progetto sono presentate 3 raccomandazioni mirate ad un'efficace pianificazione degli interventi aziendali in materia di prevenzione del rischio microclima, da adottare nell'ambito della specifica organizzazione del sistema di prevenzione aziendale (ai sensi art. 2 comma 2 d.lgs. 81/08). Va ricordato che è compito e cura del datore di lavoro, tramite il Servizio di Prevenzione e Protezione, l'individuazione delle procedure specifiche per l'attuazione delle misure ivi descritte, nonché dei ruoli dell'organizzazione aziendale che vi debbono provvedere, e a cui devono essere assegnati unicamente soggetti in possesso di adeguate competenze e poteri, secondo quanto prescritto dal D.lgs. 81/08.

1) Designare una persona che sovrintenda al piano di sorveglianza per la prevenzione degli effetti dello stress da caldo sulla salute e sulla sicurezza e l'adeguata risposta

Individuare un responsabile, presente sul luogo dove si svolge l'attività, che potrà anche coincidere con il preposto, per la sorveglianza delle condizioni meteorologiche, formato sull'appropriato uso dell'indice di calore e sugli indicatori di rischio di stress termico, preposto all'attuazione delle misure di tutela specifiche in caso di insorgenza delle condizioni di stress termico.

2) Identificazione dei pericoli e valutazione del rischio

L'identificazione dei pericoli implica il riconoscimento dei rischi legati al caldo e delle patologie da calore, dovute agli effetti di alte temperature, elevata umidità, dell'esposizione al sole o ad altre fonti di calore, alle esigenze lavorative, agli indumenti di lavoro, ai dispositivi di protezione individuale (DPI) e a fattori di rischio personali.

3) Formazione

La formazione ha l'obiettivo di aumentare la consapevolezza dei lavoratori sugli effetti sulla salute dello stress da caldo e sulle misure di prevenzione e protezione da adottare. Deve comprendere raccomandazioni sugli abiti preferibilmente da indossare (laddove è possibile) sull'importanza di mantenere un ottimo stato di idratazione e un'alimentazione equilibrata, sui fattori di rischio individuali e la gestione dei sintomi delle patologie da calore, come prevenirne l'insorgenza e come e quando riconoscere i sintomi. È importante che la formazione dei lavoratori venga fatta in una lingua che i lavoratori comprendano. Oltre che per i lavoratori, si raccomanda anche la formazione specifica sui rischi per i lavoratori legato allo stress termico e sulle strategie di prevenzione e mitigazione per il preposto per la sicurezza e l'addetto al primo soccorso.

Inoltre sono delineate otto strategie di prevenzione e protezioni individuali per i lavoratori:

1) Idratazione

Rendere disponibile acqua potabile da bere e acqua per rinfrescarsi. Acqua fresca potabile deve essere sempre disponibile e facilmente accessibile. In situazioni di esposizione al caldo, i lavoratori dovrebbero essere incoraggiati a bere circa un litro d'acqua ogni ora, ovvero circa un bicchiere d'acqua ogni quindici minuti. Bere solo quando si ha sete può andare bene nei giorni freschi, ma in occasione di un'ondata di calore, o, in generale, dell'esposizione a temperature elevate, si dovrebbero seguire alcune semplici regole per una corretta idratazione. I lavoratori possono valutare il proprio stato di idratazione controllando la quantità e il colore dell'urina emessa: si è in buono stato di idratazione se si avverte lo stimolo a urinare una volta ogni 2 o 3 ore e se l'urina è di colore chiaro (vedi figura seguente).



Figura 10: Test del colore delle urine - Workclimate

2) Abbigliamento

Consigliare ai lavoratori di indossare, se possibile, abiti leggeri in fibre naturali, traspiranti e di colore chiaro e che ricoprono buona parte del corpo (es. maglietta leggera a maniche lunghe: è importante non lavorare a pelle nuda) e consigliare di indossare se possibile un copricapo con

visiera o a tesa larga e occhiali da sole con filtri UV. Consigliare ai lavoratori di applicare una crema solare ad alta protezione (SPF 50+) nelle parti del corpo che rimangono scoperte.

3) Riorganizzazione dei turni di lavoro

La modifica degli orari di lavoro può ridurre l'esposizione dei lavoratori al calore. zione delle attività che non sono prioritarie e che sono da condursi all'aperto in giorni con condizioni meteorologiche più favorevoli. La pianificazione delle attività che richiedono un maggiore sforzo fisico durante i momenti più freschi della giornata. L'alternanza dei turni tra i lavoratori in modo da minimizzare l'esposizione individuale al caldo o al sole diretto. L'interruzione del lavoro in casi estremi quando il rischio di patologie da calore è molto alto.

4) Rendere disponibili e accessibili aree ombreggiate per le pause

Per quanto possibile assicurare la disponibilità di aree completamente ombreggiate o climatizzate per le pause e il raffreddamento. Pianificare pause brevi ma frequenti in luoghi ombreggiati non causa perdite di produttività, ma anzi, ci sono evidenze che in assenza di pause pianificate il ritmo di lavoro si rallenta e aumenta il rischio di errore umano.

5) Favorire l'acclimatazione dei lavoratori

L'acclimatazione consiste in una serie di modificazioni fisiologiche che consentono all'organismo di tollerare la conduzione di mansioni lavorative in condizioni di esposizione a temperature elevate. Si ottiene aumentando gradualmente i carichi di lavoro e l'esposizione al calore dei lavoratori e favorendo l'effettuazione di frequenti pause per l'approvvigionamento di acqua e il riposo all'ombra. Sono necessari dai 7 ai 14 giorni per raggiungere uno stato di acclimatazione (di più nel caso in cui il lavoratore stia assumendo determinati farmaci o sia affetto da patologie croniche).

6) Realizzazione del "sistema del compagno"

Promuovere il reciproco controllo dei lavoratori soprattutto in momenti della giornata caratterizzati da temperature particolarmente elevate o, in generale, durante le ondate di calore. In caso di insorgenza di segni e sintomi di patologie da calore, un compagno vicino potrà chiamare il 118 (o il numero unico 112).

7) Pianificazione e risposta alle emergenze

Prima dell'esposizione dei lavoratori al calore (all'aperto o al chiuso) è importante sviluppare con la collaborazione del medico competente e del responsabile della sicurezza un piano di

sorveglianza per il monitoraggio dei segni e dei sintomi delle patologie da calore e di risposta alle emergenze, per favorire precocemente la diagnosi e il trattamento. Il piano deve includere informazioni su cosa fare quando qualcuno mostra i segni delle patologie da calore, come contattare i soccorsi, quali misure di primo soccorso attuare in attesa dell'arrivo dei soccorsi. Tutti i lavoratori devono essere messi a conoscenza del piano e devono essere in grado di riconoscere i sintomi legati allo stress termico.

8) Misure specifiche per i luoghi di lavoro in ambienti chiusi

I luoghi di lavoro in ambienti chiusi possono essere raffreddati con l'utilizzo del condizionatore o, in alternativa, se la temperatura dell'aria è inferiore alla temperatura media corporea (circa 35°C), del ventilatore. È importante ricordare che i ventilatori meccanici accelerano soltanto il movimento dell'aria ma non abbassano la temperatura ambientale. Il condizionatore va utilizzato in modo corretto.

9.2. ATTIVITA' INFORMATIVA E DI SENSIBILIZZAZIONE

Durante le interviste fatte ai lavoratori si è subito notato una carenza informativa da parte dei vertici aziendali ai lavoratori nel comunicare i rischi dovuti al caldo. Il 50% dei lavoratori del campione totale ha dichiarato di non essere mai stato informato dal datore di lavoro su quali comportamenti bisogna avere durante una giornata calda. Ciò permette di comprendere come la cultura della sicurezza, ad oggi, è ancora carente e il ruolo dell'assistenza alle aziende, in tal senso, deve basarsi sulla creazione di consapevolezza dei rischi alle persone.

Sei stato informato dal tuo datore di lavoro o responsabile, di come comportarsi durante l'attività lavorativa in caso di ondata di calore? (scelta multipla possibile)	N° risposte date	% sul totale dei lavoratori (26)
No	13	50,00%
Si oralmente	9	34,62%
Si tramite procedura scritta	2	7,69%
Si tramite corso di formazione	1	3,85%
Altro	1	3,85%

Laddove il datore di lavoro ha dato delle indicazioni queste sono state nel 50% dei casi quella di assumere più acqua.

Il datore di lavoro che indicazioni ti ha dato per gestire l'ondata di calore? (scelta multipla possibile)	N° risposte date	% sul totale dei lavoratori (26)
Assumere più acqua	13	50,00%
Non me le ha fornite	12	46,15%
Aumentare il numero di pause	4	15,38%
Indossare abiti più leggeri	1	3,85%
Altro	2	7,69%

Per prevenire i pericolosi effetti sulla salute del caldo estremo spiegati precedentemente, è necessario che tutte le figure coinvolte direttamente o indirettamente all'esposizione del rischio, siano consapevoli delle possibili conseguenze. Per questo motivo è risultato importante individuare una campagna mirata tramite l'elaborazione di volantini info grafici durante il periodo caldo. I volantini creati sono tre poiché si è voluto raggiungere le figure coinvolte nella prevenzione e protezione dai rischi dovuti al caldo:

- **Lavoratore:** è il soggetto principale che potenzialmente può avere degli effetti nocivi sulla salute, il layout è reso volutamente semplice per poter comunicare in modo efficace le buone pratiche da tenere nei periodi delle ondate di calore;
- **Preposto:** poiché il compito più importante di questa figura è quello di vigilare e sovraintendere l'attività lavorativa si è scelto di rappresentare i sintomi che si possono manifestare quando il fisico umano è in forte sofferenza e può presentarsi un colpo di calore o un esaurimento da calore, ricordando al preposto che qualora noti uno di questi sintomi deve intervenire interrompendo temporaneamente l'attività, segnalando tempestivamente al datore di lavoro la situazione, e se è necessario chiamando i soccorsi;
- **Datore di lavoro o dirigente:** il suo dovere è quello di garantire un ambiente di lavoro sicuro, pertanto sono stati riportati gli obblighi che questa figura ha in tema di sicurezza secondo l'art. 17 e 18 del D. Lgs.81/08.

Quanto prodotto è riferito al porto ma, in senso generale, vale per tutte le attività lavorative che si svolgono all'aperto, ovvero nei luoghi ove c'è un discomfort termico (come ad esempio cantieri edili e agricoltura). Essendo la mia tesi prodotta durante un periodo di tirocinio extracurricolare presso la SO PSAL di Monfalcone la coordinatrice dei Tecnici della Prevenzione ha ritenuto utile chiedere all'Ufficio Stampa dell'Azienda sanitaria universitaria Giuliano Isontina (ASUGI) di pubblicare sul proprio sito e canali social la brochure con i tre volantini:

Azienda sanitaria universitaria
Giuliano Isontina (ASU GI)

segui su     

News · Bandi di gara · Concorsi e avvisi · Amministrazione trasparente · Albo aziendale NUMERI UTILI CONTATTI

SERVIZI · STRUTTURE · SALUTE E PREVENZIONE · DIDATTICA E FORMAZIONE · AZIENDA

SINTOMI DELLE MALATTIE DA CALORE

ESAURIMENTO DA CALORE	COLPO DI CALORE
Senso di svenimento	Mal di testa pulsante
Sudorazione eccessiva	Assenza di sudore
Pelle pallida, fredda e sudata	Temperatura corporea >40°C
Senso di nausea/vomito	Senso di nausea/vomito
Pulsazioni rapide ma deboli	Pulsazioni rapide e forti
Crampi muscolari	Perdita di coscienza

28 luglio 2023

Lavoro e caldo: come proteggersi

Indicazioni per proteggersi dal caldo, scarica la brochure:

[approfondisci](#)

vedi tutte le news →
poglej vse novice →

Figura 17: pubblicazione brochure, schermata home sito internet ASUGI 28 luglio 2023

Si riporta all'allegato 3 relativo agli allegati la brochure con i tre volantini informativi elaborati.

10. CONCLUSIONE

Nonostante le migliori intenzioni, è importante notare che i risultati ottenuti in questo studio vanno ponderati, tenendo in considerazione alcune limitazioni. Ad esempio le risposte ai questionari da parte dei lavoratori potrebbero essere troppo soggettive o male interpretate, e bisogna precisare che il campione di lavoratori su cui si è svolto lo studio è troppo piccolo per essere rappresentativo nelle realtà portuali. Tuttavia la maggior parte dei dati è coerente con gli impatti rilevati dello stress da calore ricercati nella letteratura scientifica e medica. Per quanto riguarda le temperature corporee rilevate, non è stato riscontrato un numero di valori estremamente alto, allo stesso modo nello studio condotto da H. Heidari et al. (2016), è stato dimostrato che c'erano numerose situazioni in cui il WBGT superava il valore di riferimento, mentre i valori misurati della temperatura timpanica raramente raggiungevano un valore ammissibile per la temperatura interna (38 °C). Pertanto, non è stata raggiunta un'adeguata coerenza dei risultati tra gli indici di stress termico e di deformazione termica corporea.²⁵

I lavoratori coinvolti in attività moderata o di alta intensità in luoghi caldi durante la stagione calda sono soggetti a problemi di salute legati al caldo, poiché le attività lavorative fisiche creano produzione di calore intracorporeo, che si aggiunge allo stress da calore ambientale.²⁶ Nella letteratura scientifica è stato ampiamente dimostrato che lo stress da calore sul lavoro ha gravi conseguenze sulla salute e sulla produttività e dovrebbe essere riconosciuto come un problema di salute pubblica.²⁷

Per il 21° secolo, i modelli climatici prevedono ulteriori aumenti compresi tra 0,3 e 1,7°C per lo scenario più basso di emissioni di gas serra adottato dal Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici per il suo quinto rapporto di valutazione (RCP2.6), e tra 2,6 e 4,8°C. C per lo scenario con le emissioni più elevate (RCP8.5)²⁸. Le ondate di calore saranno sempre più solite nel clima attuale e diventeranno più comuni insieme all'aumento delle temperature medie globali e potrebbero verificarsi in qualsiasi paese d'Europa.²⁹ Ciò rappresenterà un problema di salute pubblica, soprattutto considerando il processo in corso di invecchiamento della popolazione attiva europea (la percentuale di lavoratori di età ≥ 50 anni è notevolmente aumentata, dal 24% nel 2005 al 31% nel 2015, quando, per la prima volta da molti anni la percentuale di lavoratori appartenenti

²⁵ Vedi nota 17

²⁶ M. Levi, T. Kjellstrom, A. Baldasseroni "Impact of climate change on occupational health and productivity: a systematic literature review focusing on workplace heat" Doi: 10.23749/mdlv109i3.6851 (2018);

²⁷ Flouris AD, Dinas PC, Ioannou LG, Nybo L., Havenith G., Kenny GP, Kjellstrom T. "Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis" Doi: 10.1016/S2542-5196(18)30237-7 (2018);

²⁸ Agenzia europea per l'ambiente: temperatura globale ed europea. <https://www.eea.europa.eu/>; Estratto il 26 febbraio 2018 da <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-4/assessment>] (2017);

²⁹ Russo S., Sillman J., Fischer EM "European heatwaves since 1950 and their occurrence in the coming decades" Doi: 10.1088/1748-9326/10/12/124003 (2015);

a questa fascia di età ha superato quella della coorte più giovane, il che si traduce in un numero maggiore di lavoratori a maggior rischio di stress da caldo.³⁰

Il cambiamento climatico è destinato ad esacerbare lo stress da calore lavorativo, l'effetto combinato dello stress da calore ambientale e interno sul corpo, minacciando la salute e il benessere umano. Pertanto, identificare soluzioni efficaci, convenienti, fattibili e sostenibili per mitigare gli effetti negativi sulla salute e sulla produttività dei lavoratori è un'esigenza sempre più urgente. Sebbene gli indumenti di condizionamento e raffreddamento in ambienti ideali forniscano i migliori punteggi in termini di efficacia, l'applicabilità limitata in determinati ambienti industriali, gli elevati costi economici e l'elevato impatto ambientale rappresentano gli svantaggi di queste soluzioni. Tuttavia, l'acclimatazione (fisiologica), le pause programmate, l'ombreggiamento e le proprietà ottimizzate dell'abbigliamento sono soluzioni alternative interessanti quando gli aspetti di sostenibilità economica ed ecologica sono inclusi nella valutazione complessiva.³¹

La salute e la sicurezza sul lavoro rimane il capo saldo di ogni ambiente di lavoro sano. Qualsiasi lavoratore, infatti, va incontro a dei rischi specifici per l'attività che svolge, e per questo motivo, è necessario che tutti ricevano adeguata formazione e informazione, e nei casi previsti dalla normativa, addestramento per comportarsi nel rispetto dei rischi ai quali sono sottoposti. Allo stesso tempo, per lavorare in un ambiente sicuro è necessario che siano predisposte misure, procedure e controlli che sfociano in due dimensioni: prevenzione, ovvero tutte quelle misure dirette ad evitare che si verifichi un evento indesiderato o dannoso, e protezione, ovvero le misure dirette a limitare le conseguenze di un evento che si verifica. L'obiettivo futuro della creazione dei volantini informativi elaborati durante l'estate appena conclusasi, sarà proprio quello di condurre una campagna mirata di sensibilizzazione dei lavoratori portuali con la possibilità di fare una breve formazione specifica sui rischi dovuti al caldo e raggiungere concretamente le persone tramite la diffusione dei volantini negli ambienti di lavoro del porto (ad esempio spogliatoi, mensa, locali per pausa caffè).

La risposta del mondo del lavoro al riscaldamento globale dovrà includere: politiche di adattamento ai cambiamenti climatici e azioni per proteggere i lavoratori da queste condizioni; una strategia globale per mitigare i cambiamenti climatici e limitare ulteriori aumenti di temperatura; riforme strutturali per aiutare i lavoratori più esposti a transitare verso altri settori; e misure volte

³⁰ Eurofound: Sesta indagine europea sulle condizioni di lavoro - Relazione panoramica Lussemburgo: 2017. Estratto da https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef1634en.pdf (2017);

³¹ N. B. Morris, O. Jay, A. D. Flouris, A. Casanuev, C. Gao, J. Foster, G. Havenith, L. Nybo "Soluzioni sostenibili per mitigare lo stress da calore sul lavoro: una revisione generale degli effetti fisiologici e delle prospettive di salute globale studio" Doi: 10.1186/s12940-020-00641-7 (2020);

a far fronte ai pericoli climatici. Altrettanto importante è un approccio coerente allo sviluppo economico sostenibile.³²

³² Organizzazione Internazionale del Lavoro “*Lavorare in un pianeta più caldo, L'impatto dello stress termico sulla produttività del lavoro e il lavoro dignitoso*” (2019).

11. ALLEGATI

ALLEGATO 1

QUESTIONARIO GENERALE PER LAVORATORI

ID:

Genere: M F

Data di nascita:

Luogo di nascita:

Altezza (cm):

Peso (kg):

Azienda:

Art. 17

Mansione lavorativa:

Postazione lavorativa:

1) Che tipo di sforzo è richiesto dalla tua mansione lavorativa?

- Basso (lavoro d'ufficio)
- Moderato (lavoro svolto con mani e braccia: guida di macchine, martellare)
- Alto (lavoro intenso con mani e tronco: scavare con la pala, segare, piallare)
- Molto alto (lavoro molto intenso: movimentazione manuale di carichi pesanti, salire e scendere le scale di continuo)

2) Da quanti anni lavori in questo settore?

3) Durante il tuo turno di lavoro quante ore al giorno lavori all'esterno in estate?

4) Quando lavori al chiuso/all'interno di un mezzo c'è l'aria condizionata? SI NO NON LO SO

5) Fumatore? SI NO

6) Assumi alcol durante la giornata?

- No mai
- Sì, durante l'orario di lavoro
- Sì, fuori dall'orario di lavoro

7) Soffri di malattie croniche? (scelta multipla possibile)

- No
- Diabete
- Ipertensione
- Malattie dell'apparato respiratore
- Allergia che sono accentuate dalle alte temperature
- Malattie renali
- Altro

8) Che sensazioni provi quando lavori durante un'ondata di calore?

- Né caldo né freddo
- Leggero caldo
- Moderato caldo
- Caldo
- Molto caldo

9) Che impatto ha un'ondata di calore sul tuo lavoro? (scelta multipla possibile)

- Nessuno
- Impatto di scomfort
- Impatto sulla concentrazione
- Impatto sulla produttività
- Impatto sulla salute
- Altro

10) Come descriveresti al meglio la fonte di questo disagio?

- Nessun disagio
- Umidità troppo alta (ambiente umido)
- Umidità troppo bassa (ambiente secco)
- Movimento dell'aria troppo elevato (correnti d'aria)
- Movimento dell'aria insufficiente
- Esposizione a sole diretto
- Calore della strumentazione e delle apparecchiature dell'ufficio

- La mia zona è più calda rispetto ad altre zone
- La politica dell'abbigliamento non è flessibile
- Il sistema di raffreddamento non risponde abbastanza rapidamente al termostato
- Superfici circostanti calde (pavimento, soffitto, pareti o finestre)
- Finestre inadeguate/non apribili
- Altro

11) Qual è il momento della giornata più problematico?

- Mattina (prima delle 11:00)
- Mezzogiorno (11:00-14:00)
- Pomeriggio (14:00-17:00)
- Sera (dopo le 17:00)
- Fine settimana/festivi
- Lunedì mattina
- Nessun orario particolare
- Sempre

12) Hai una diminuzione del lavoro durante l'ondata di calore?

- No
- Sì del 10%
- Sì tra il 10 e il 30%
- Sì più del 30%

13) Sei mai stato informato dal tuo datore di lavoro o responsabile, di come comportarsi durante l'attività lavorativa in caso di ondata di calore? (scelta multipla possibile)

- No
- Sì tramite volantino
- Sì oralmente
- Sì tramite corso di formazione
- Sì tramite procedura scritta
- Altro

14) Il datore di lavoro che indicazioni ti ha dato per gestire l'ondata di calore? (scelta multipla possibile)

- Non mi ha dato indicazioni
- Aumentare il numero di pause
- Fare i lavori pesanti le prime ore del mattino o la sera
- Assumere più acqua
- Indossare abiti più leggeri
- Proteggere il corpo dai raggi UV utilizzando casco/copricapo, crema solare (anche sulle labbra) e occhiali protettivi
- Lavorare sempre almeno in due persone
- Evitare di lavorare in pieno sole
- Altro

15) Sono disponibili luoghi di lavoro ombreggiati per le pause?

- Sì
- No
- In parte

16) I lavori particolarmente pesanti vengono eseguiti nelle prime ore del mattino oppure la sera?

- Sì
- No
- In parte

17) I lavoratori indossano abiti leggeri che proteggano la pelle dai raggi solari (calore, raggi UV) e permettano la traspirazione del sudore?

- Sì
- No
- In parte

18) I lavoratori proteggono le parti del corpo esposte al sole applicandovi una crema solare con adeguato fattore di protezione?

- Sì
- No
- In parte

19) I lavoratori indossano occhiali da sole adeguati che proteggano gli occhi dall'abbagliamento provocato da oggetti riflettenti e dai raggi UV?

- Si
 No
 In parte

20) L'orario di lavoro si adegua alle particolari condizioni climatiche, ad esempio spostando l'inizio della giornata lavorativa alle prime ore del mattino?

- Si
 No
 In parte

21) I lavoratori fanno ogni ora una breve pausa (almeno 5 minuti) in un luogo fresco e ombreggiato?

- Si
 No
 In parte

22) Quando le temperature superano i 30°C si fa in modo, per quanto possibile, di lavorare soltanto in luoghi ombreggiati?

- Si
 No
 In parte

23) I lavoratori che lavorano soli o devono indossare dei DPI particolarmente fastidiosi (ad esempio maschera antipolvere) vengono sorvegliati da un'altra persona?

- Si
 No
 In parte

24) I lavori molto pesanti vengono ridotti al minimo indispensabile?

- Si
 No

In parte

25) Sei soddisfatto o insoddisfatto delle misure prese sul luogo di lavoro per ridurre gli effetti del caldo?

Molto insoddisfatto

Insoddisfatto

Non lo so

Soddisfatto

Molto soddisfatto

26) Che sintomi manifesti solitamente durante l'estate? (scelta multipla possibile)

Sudorazione eccessiva

Debolezza

Sete

Mal di testa

Confusione

Vertigini

Eruzioni cutanee

Crampi muscolari

Svenimento

Nausea o vomito

Attacco di cuore

Nessuno di questi

Altro

27) Sei mai stato ospedalizzato per uno dei sintomi sopracitati? SI _____ NO

28) I lavoratori prestano attenzione ad eventuali sintomi di malattia da caldo in sé stessi o nei colleghi? (debolezza, esaurimento fisico, giramenti di testa, nausea, crampi muscolari, disturbi della concentrazione)

Sì

No

In parte

29) Come cerchi di ridurre la tua esposizione al caldo? (scelta multipla possibile)

- L'esposizione non può essere ridotta
- Aumentando il numero di pause
- Utilizzando un posto fresco per le pause (es. all'ombra)
- Indossando abiti più adatti (abiti chiari e con buona traspirazione)
- Bevendo più acqua
- Iniziando il turno di lavoro prima la mattina oppure lavorando di sera
- Altro

30) Quando si percepisce estremo calore (30°C all'ombra) viene fatta una pausa di 15 minuti all'ombra ogni ora?

- Sì
- No
- In parte

31) Segui una dieta alimentare particolare?

- No, normale
- Vegetariana
- Vegana
- Iperproteica
- Religiosa
- Altro

32) Che cosa bevi durante il giorno?

- Solo acqua
- Bevande energetiche e acqua
- Caffè/the e acqua
- Bevande alcoliche e acqua
- Acqua con integratori (Sali minerali)

33) Quanti litri d'acqua bevi durante il turno lavorativo?

___ L

34) Ai lavoratori viene fornita acqua potabile in quantità sufficiente?

- Sì
- No
- In parte

35) Come viene garantita l'acqua ai lavoratori?

- Non viene garantita
- Distributori automatici
- Fontanella
- Bottigliette
- Boccione
- Altro

ALLEGATO 2

QUESTIONARIO GIORNALIERO

Codice misura:			
ID Operatore:			
Data misurazione:			
Giorno:	lun <input type="checkbox"/> mar <input type="checkbox"/> mer <input type="checkbox"/> gio <input type="checkbox"/> ven <input type="checkbox"/> sab <input type="checkbox"/> dom <input type="checkbox"/>		
Ora misurazione:	Inizio turno	Metà turno	Fine turno
Postazione lavorativa:			
Attività lavorativa:			
Meteo: (dato OSMER)			
Temperatura esterna: (dato OSMER)			
Umidità esterna: (dato OSMER)			
Velocità del vento: (dato OSMER)			
Uv Index			
Temperatura dita mano sx:			
Temperatura dorso mano sx:			
Temperatura volare polso mano sx:			
Temperatura dorsale avambraccio sx:			
Temperatura timpanica:			
Tw (°C) valore medio			
Tg (°C) valore medio			
Ta (°C) valore medio			
Pr (hPa) valore medio			
RH (%) valore medio			
Va (m/s) valore medio			
Tr (°C) valore medio			
ISOLAMENTO TERMICO			
ATTIVITA' METABOLICA			
PMV valore medio			
PPD (%) valore medio			
WGBT			
WGBT eff.			
WGBT lim.			
HEAT INDEX			

1. Qual è la tua sensazione termica generale? (Seleziona quello più appropriato)

<input type="checkbox"/> Molto caldo	<input type="checkbox"/> Molto caldo	<input type="checkbox"/> Molto caldo
<input type="checkbox"/> Caldo	<input type="checkbox"/> Caldo	<input type="checkbox"/> Caldo
<input type="checkbox"/> Abbastanza caldo	<input type="checkbox"/> Abbastanza caldo	<input type="checkbox"/> Abbastanza caldo
<input type="checkbox"/> Né caldo né freddo	<input type="checkbox"/> Né caldo né freddo	<input type="checkbox"/> Né caldo né freddo
<input type="checkbox"/> Abbastanza freddo	<input type="checkbox"/> Abbastanza freddo	<input type="checkbox"/> Abbastanza freddo
<input type="checkbox"/> Freddo	<input type="checkbox"/> Freddo	<input type="checkbox"/> Freddo
<input type="checkbox"/> Molto freddo	<input type="checkbox"/> Molto freddo	<input type="checkbox"/> Molto freddo

2. Qual è il livello di sforzo fisico? Scala di Borg

<input type="checkbox"/> 0 Nullo	<input type="checkbox"/> 0 Nullo	<input type="checkbox"/> 0 Nullo
<input type="checkbox"/> 0,5 Estremamente lieve	<input type="checkbox"/> 0,5 Estremamente lieve	<input type="checkbox"/> 0,5 Estremamente lieve
<input type="checkbox"/> 1 Molto lieve	<input type="checkbox"/> 1 Molto lieve	<input type="checkbox"/> 1 Molto lieve
<input type="checkbox"/> 2 Lieve	<input type="checkbox"/> 2 Lieve	<input type="checkbox"/> 2 Lieve
<input type="checkbox"/> 3 Discreto	<input type="checkbox"/> 3 Discreto	<input type="checkbox"/> 3 Discreto
<input type="checkbox"/> 4 Piuttosto intenso	<input type="checkbox"/> 4 Piuttosto intenso	<input type="checkbox"/> 4 Piuttosto intenso
<input type="checkbox"/> 5/6 Intenso	<input type="checkbox"/> 5/6 Intenso	<input type="checkbox"/> 5/6 Intenso
<input type="checkbox"/> 7/8 Molto intenso	<input type="checkbox"/> 7/8 Molto intenso	<input type="checkbox"/> 7/8 Molto intenso
<input type="checkbox"/> 9 Quasi insopportabile	<input type="checkbox"/> 9 Quasi insopportabile	<input type="checkbox"/> 9 Quasi insopportabile
<input type="checkbox"/> 10 Insopportabile	<input type="checkbox"/> 10 Insopportabile	<input type="checkbox"/> 10 Insopportabile

3. Utilizzando l'elenco seguente, controlla ogni capo di abbigliamento che indossi in questo momento.

mutande, maglietta a maniche corte, gilet, pantaloni larghi dritti, calzini scarpe = 0,55 CLO

mutande, camicia, gilet, pantaloni larghi dritti = 0,67 CLO

mutande, maglietta a maniche corte, maglia leggera, gilet, pantaloni larghi dritti, calzini, scarpe = 0,75 CLO

Altro: (Si prega di notare se indossi qualcosa non descritto sopra, o se pensi che qualcosa che indossi sia particolarmente pesante.) _____

4. Qual è il tuo livello di attività in questo momento? (Seleziona quello più appropriato)

Attività sedentaria/ufficio (1,2 MET = 70 W/m²)

Attività molto leggera che interessa mani e braccia (1,6 MET = 93 W/m²MET)

Attività leggera in piedi (2 MET = 116 W/m²)

Attività moderata in piedi (2,5 MET= 145 W/m²)

Attività tra moderata e pesante (3 MET= 174,5 W/m²)

Attività intensa (3,4 MET= 200 W/m²)

Attività molto intensa (4 MET= >230 W/m²)

Altro: _____

5. Quante pause hai fatto?

1.

2.

3.

6. Che durata ha una pausa?

1.

2.

3.

7. Quanta acqua hai bevuto?

1.

2.

3.

Il CALDO è PERICOLOSO e può farti male!

COSA PUOI FARE?



BEVI TANTA ACQUA

Almeno 1/2 litro
d'acqua ogni ora

ricorda di non bere alcolici
e bevande ghiacciate

FAI LE PAUSE
all'ombra



FAI PASTI LEGGERI

Prediligi verdura
e frutta

USA VESTITI LEGGERI

Abiti chiari e
traspiranti



ASCOLTA IL TUO CORPO

l'acclimatamento è importante,
specialmente per i nuovi arrivati, ci
vogliono dai 7 ai 14 giorni

NON LAVORARE DA SOLO

in coppia ci si
controlla a vicenda



METTI LA CREMA SOLARE

per prevenire le malattie
alla pelle

[QUESTE PICCOLE MA IMPORTANTISSIME AZIONI POSSONO
AIUTARE IL TUO CORPO NELLE GIORNATE CALDE!]

COSA DEVE FARE IL PREPOSTO QUANDO C'E' TANTO CALDO?

Art. 19 del D. Lgs 81/2008 - Obblighi del preposto

VIGILARE I LAVORATORI CHE LAVORANO DURANTE TUTTO IL TURNO SOTTO AL SOLE

Accertati frequentemente dello stato di salute dei lavoratori a te sottoposti

SINTOMI DELLE MALATTIE DA CALORE

ESAURIMENTO DA CALORE

Senso di svenimento
Sudorazione eccessiva
Pelle pallida, fredda e sudata
Senso di nausea/vomito
Pulsazioni rapide ma deboli
Crampi muscolari

COLPO DI CALORE

Mal di testa pulsante
Assenza di sudore
Temperatura corporea >40°C
Senso di nausea/vomito
Pulsazioni rapide e forti
Perdita di coscienza

Se noti questi sintomi interrompi l'attività, valuta la situazione e segnalala tempestivamente al datore di lavoro

OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO E DEL DIRIGENTE

Art. 17 e 18 del D. Lgs 81/2008

[IL TUO COMPITO E' QUELLO DI GARANTIRE SUL POSTO DI
LAVORO LA **MASSIMA SICUREZZA POSSIBILE**]

VALUTARE TUTTI I RISCHI → **OBBLIGO NON
DELEGABILE**
il caldo è un rischio che non va
assolutamente sottovalutato

INDIVIDUARE IL PREPOSTO
per effettuare l'attività di vigilanza

**FORMARE, INFORMARE E ADDESTRARE
I LAVORATORI**
sui rischi dovuti al caldo

RICHIEDERE L'OSSERVANZA DEI SINGOLI LAVORATORI
delle norme vigenti e delle disposizioni aziendali
in materia di sicurezza

FORNIRE ATTREZZATURE E MEZZI DI LAVORO IDONEI



**Il datore di lavoro DEVE
ADOTTARE LE MISURE DI PREVENZIONE ADEGUATE**

ALLEGATO FOTOGRAFICO



foto 1: gru climatizzata

foto 2: ralla climatizzata finestrini chiusi

foto 3: ralla non climatizzata finestrino aperto



foto 4: officina

foto 5: officina



foto 6: deposito auto



foto 7: centralina microclimatica



foto 8: auto misurata a finestrini



foto 9: auto misurata a finestrini aperti



foto 10: auto misurata a finestrini chiusi



foto 11: banchina sotto sole



foto 12: banchina sotto sole



foto 13: banchina lato mare



foto 14: banchina lato mare



foto 15: banchina sotto sole , entrata treno



foto 16: banchina sotto sole, tettoia

12. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- 1) Casanueva A., Kotlarski S., Fischer M.A., Flouris D. A., Kjellstrom T., Lemke B., Nybo L., Schwierz C., Liniger A.M., “*Escalating environmental summer heat exposure—a future threat for the European workforce*” Doi: <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01625-6> (2020);
- 2) Xiang J., Bi P., Pisaniello D., Hansen A., “*Health Impacts of Workplace Heat Exposure: An Epidemiological Review*” Doi: 10.2486/indhealth.2012-0145 (2013);
- 3) Gariazzo C., Taiano L., Bonafede M., Leva A., Morabito M., De’ Donato F., Marinaccio A., “*Association between extreme temperature exposure and occupational injuries among construction workers in Italy: An analysis of risk factors*”. Doi: 10.1016/j.envint.2022.107677 (2022);
- 4) Morabito M., Messeri A., Crisci A., Bao J., Ma R., Orlandini S., Huang C., Kjellstrom T., “*Heat-related productivity loss: benefits derived by working in the shade or work-time shifting*” Doi: 10.1108/IJPPM-10-2019-0500 (2021);
- 5) INAIL “*Esposizione a temperature estreme ed impatti sulla salute e sicurezza sul lavoro. Il progetto workclimate e la piattaforma previsionale di allerta*” (2022);
- 6) Copernicus “*EUROPEAN STATE OF THE CLIMATE SUMMARY 2022*” (2023);
- 7) Gruppo di Lavoro tecnico scientifico Clima FVG “*Segnali dal clima in FVG*” (2023);
- 8) Edizioni della Laguna “*Il porto di Monfalcone. Storia, immagini, prospettive*” Mariano del Friuli (1996);
- 9) Taylor & Francis, Parsons K.C., “*Human Thermal Environments. The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort and Performance*” Doi: 10.1201/b16750 (2004);
- 10) Inail “*Valutazione del Microclima, l’esposizione al caldo e al freddo: quando è un fattore di discomfort, quando è un fattore di rischio per la salute*” (2018);
- 11) <https://www.salute.gov.it/portale/caldo/dettaglioContenutiCaldo.jsp?lingua=italiano&id=4546&area=emergenzaCaldo&menu=vuoto> (Ministero della Salute);
- 12) W. P Cheshire Jr “*Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress*” Doi: 10.1016/j.autneu.2016.01.001 (2016)
- 13) https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_index.php?lg=IT
(Portale Agenti Fisici);
- 14) https://www.portaleagentifisici.it/fo_microclima_metodiche.php?lg=IT
(Portale Agenti Fisici);
- 15) B. Lemke, T. Kjellstrom “*Calculating workplace WBGT from meteorological data: a tool for climate change assessment*” Doi: 10.2486/indhealth.ms1352 (2012);
- 16) Z. Wu, N. Li, H. Cui, J. Peng, H. Chen, P. Liu “*Using Upper Extremity Skin Temperatures to Assess Thermal Comfort in Office Buildings in Changsha, China*” Doi: 10.3390/ijerph14101092 (2017);

- 17) H. Heidari, F. Golbabaie, A. Shamsipour, A. R. Forushani, A. Gaeini “*The cut-off point for tympanic temperature as a heat strain index for evaluation of outdoor workers: a field study*”
Doi: 10.1080/10803548.2017.1281524 (2016);
- 18) Heat Shield “*General anonymous questionnaire: workers’ risk perception of heat stress in the workplace*” (2020);
- 19) suvaPRO sicurezza sul lavoro “*Lista di controllo Lavorare sui cantieri all’aperto nei giorni di canicola*” (2015);
- 20) A. Modenese, L. Korpinen, F. Gobba “*Solar Radiation Exposure and Outdoor Work: An Underestimated Occupational Risk*” Doi: 10.3390/ijerph15102063 (2018)
- 21) M. De Sario, F. C. de’Donato, M. Bonafede, A. Marinaccio, M. Levi, F. Ariani, M. Morabito, P. Michelozzi “*Occupational heat stress, heat-related effects and the related social and economic loss: a scoping literature review*” DOI: 10.3389/fpubh.2023.1173553 (2023)
- 22) Pascal M., Wagner V., Le Tertre A., Laaidi K., Honoré C., Bénichou F., Beaudou P. “*Definition of temperature thresholds: The example of the French heat wave warning system*” Doi: 10.1007/s00484-012-0530-1 (2013);
- 23) Yi W., Chan A.P.C. “*Effects of Heat Stress on Construction Labor Productivity in Hong Kong: A Case Study of Rebar Workers. Int. J. Environ. Res. Public Health*” Doi: 10.3390/ijerph14091055 (2017);
- 24) Piil J.F., Lundbye-Jensen J., Christiansen L., Ioannou L., Tsoutsoubi L., Dallas C.N., Mantzios K., Flouris A.D., Nybo L. “*High prevalence of hypohydration in occupations with heat stress—Perspectives for performance in combined cognitive and motor tasks.*” Doi: 10.1371/journal.pone.0205321 (2018);
- 25) Vedi nota 17
- 26) M. Levi, T. Kjellstrom, A. Baldasseroni “*Impact of climate change on occupational health and productivity: a systematic literature review focusing on workplace heat*” Doi: 10.23749/mdlv109i3.6851 (2018);
- 27) Flouris AD, Dinas PC, Ioannou LG, Nybo L., Havenith G., Kenny GP, Kjellstrom T. “*Workers’ health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis*”
Doi: 10.1016/S2542-5196(18)30237-7 (2018);
- 28) Agenzia europea per l’ambiente: temperatura globale ed europea. <https://www.eea.europa.eu/>;
Estratto il 26 febbraio 2018 da <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-4/assessment>] (2017);
- 29) Russo S., Sillman J., Fischer EM “*European heatwaves since 1950 and their occurrence in the coming decades*” Doi: 10.1088/1748-9326/10/12/124003 (2015);
- 30) Eurofound: Sesta indagine europea sulle condizioni di lavoro - Relazione panoramica
Lussemburgo: 2017.Estratto da

https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef1634en.pdf (2017);

- 31) N. B. Morris, O. Jay, A. D. Flouris, A. Casanuev, C. Gao, J. Foster, G. Havenith, L. Nybo “*Soluzioni sostenibili per mitigare lo stress da calore sul lavoro: una revisione generale degli effetti fisiologici e delle prospettive di salute globale studio*” Doi: 10.1186/s12940-020-00641-7 (2020);
- 32) Organizzazione Internazionale del Lavoro “*Lavorare in un pianeta più caldo, L’impatto dello stress termico sulla produttività del lavoro e il lavoro dignitoso*” (2019).