



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione (DPSS)

Dipartimento di Psicologia Generale (DPG)

Corso di laurea magistrale in

**Psicologia di Comunità, della Promozione del Benessere e del
Cambiamento Sociale**

Laurea Magistrale

**Progettazione biofilica, rigeneratività ambientale e
benessere psicologico. Uno studio in realtà virtuale**

Biophilic design, environmental regeneration and psychological well-being. A studio in virtual
reality

Relatore:

Prof.ssa Francesca Pazzaglia

Correlatore:

Dott. Enrico Sella

Laureando:

Leonardo Nunzi

Matricola:

2020982

INDICE

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1 – LA PSICOLOGIA AMBIENTALE

1.1 Introduzione alla psicologia ambientale

1.2 Le principali teorie di riferimento

1.2.1 La biofilia: cos'è e qual è la sua ipotesi fondante

1.2.2 La Teoria della rigenerazione dell'attenzione (ART)

1.2.3 La Teoria della riduzione dello stress (SRT)

1.3 Gli stressors: ambientali e socioambientali

1.4 La rigeneratività ambientale

CAPITOLO 2 – LA PROGETTAZIONE BIOFILICA E IL RAPPORTO CON IL BENESSERE

2.1 il restorative design

2.2 la progettazione biofilica

2.2.1 I 14 PRINCIPI DELLA PROGETTAZIONE BIOFILICA

2.3 le caratteristiche dell'ambiente costruito

2.3.1 la luce

2.3.2 il colore

2.3.3 le forme

2.3.4 i materiali

2.4 il rapporto tra la progettazione biofilica e la realtà virtuale

CAPITOLO 3 – LA RICERCA

3.1 Gli obiettivi della ricerca

3.2. I partecipanti

3.3. Gli strumenti

3.3.1 La fase di screening

3.3.2 Le misure utilizzate nella fase pre-esposizione all'ambiente virtuale

3.3.3 Le misure utilizzate nella fase post-esposizione all'ambiente virtuale

3.4 La procedura sperimentale

CAPITOLO 4 – I RISULTATI

4.1 Analisi statistiche

4.2 Analisi preliminari

4.3 Perceived Restorativeness Scale (PRS-11)

4.4 Valutazione delle qualità affettive – Modello circonflesso di Russell (VQA)

4.5 Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT)

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

BIBLIOGRAFIA

ABSTRACT

Questo studio esplora il concetto di biofilia, introdotto da Wilson (1984) e definito come il legame innato tra l'essere umano e la natura, e la sua applicazione nella progettazione ambientale. La ricerca si concentra sull'uso della realtà virtuale con l'obiettivo di realizzare ambienti biofilici e valutare il loro impatto sulla rigeneratività ambientale e il benessere psicofisiologico. La sperimentazione ha coinvolto 150 partecipanti ed è stata compiuta attraverso l'impiego di questionari, test e strumenti di monitoraggio psicofisiologico. L'elaborato è strutturato in quattro capitoli, che comprendono l'introduzione di concetti chiave come la progettazione biofilica, le teorie di riduzione dello stress e la presentazione dei risultati che hanno evidenziato effetti di incremento della percezione di benessere nei soggetti testati. I risultati ottenuti offrono nuove prospettive di ricerca in merito alla progettazione di ambienti che promuovono il benessere psicofisiologico attraverso una connessione più profonda con la natura, sfruttando il potenziale della realtà virtuale.

INTRODUZIONE

La biofilia, intesa come il rapporto di affiliazione che si instaura tra l'essere umano e la natura che lo circonda, è uno dei concetti più antichi in merito alla relazione di reciproca interazione fra uomo ed ambiente. Sin dagli albori della civiltà, infatti, la natura è stata per l'essere umano fonte di soddisfacimento di bisogni primari come il sostentamento e la protezione. L'interesse per la biofilia e per le sue applicazioni (progettazione biofilica e restorative design), è emerso a partire dagli inizi del XX secolo, dapprima solo in forma teorica e, in seguito, divenendo oggetto di indagine scientifica. Parallelamente all'aumentare dell'interesse per l'argomento sono state sviluppate, a partire dagli anni '60, un numero sempre maggiore di ricerche in merito, che hanno portato alla formulazione di quelle che attualmente sono riconosciute come le teorie maggiormente accreditate in questo campo di studi: la Stress Reduction Theory (SRT) di Ulrich (1983) e la Attention Restoration Theory (ART) di Kaplan e Kaplan (1989). Con l'introduzione di queste due teorie, lo studio relativo alla relazione vicaria uomo-ambiente ha cominciato ad includere l'analisi, attraverso un'ottica psicologica, dei correlati psichici forieri di benessere relativi a chi abita gli spazi oggetto di indagine. L'incremento delle indagini condotte tramite l'impegno di questa ottica psicologica, in concomitanza con il progredire dello sviluppo tecnologico, ha permesso, in alcuni casi, di utilizzare applicativi come la realtà virtuale per indagare, tramite nuove modalità, questo rapporto tra l'essere umano e la natura che lo circonda.

Il presente elaborato si pone l'obiettivo di indagare le proprietà rigenerative di un ambiente biofilico realizzato tramite l'impiego della realtà virtuale. La sperimentazione effettuata, che verrà analizzata nel corso di questa tesi, è stata

condotta all'interno dei laboratori di realtà virtuale del Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università degli Studi di Padova ed ha visto il coinvolgimento di 150 partecipanti. La ricerca, sotto il profilo metodologico, è stata eseguita mediante la somministrazione di alcuni questionari e prove deputate all'indagine del costrutto di rigeneratività ambientale, della percezione di riduzione dello stress e della capacità rigenerativa delle risorse attentive dei partecipanti. L'impiego di questi test è stato coadiuvato dall'utilizzo di un bracciale per la registrazione degli indici psicofisiologici dei partecipanti e di un visore modello Oculus Quest 2.

Il presente elaborato è strutturato in 4 capitoli. Nel primo capitolo viene effettuata una prima introduzione del concetto di "psicologia ambientale", seguita da una disamina delle principali teorie di riferimento, e da una elencazione dei principali stressors individuati in letteratura concludendo con spiegazione del costrutto di "rigeneratività ambientale". Nel secondo capitolo viene poi esaminata l'applicazione del costrutto di "rigeneratività ambientale" nei campi del *restorative design* e della progettazione biofilica (Pazzaglia, F., Tizi, L., 2022). Vengono quindi illustrati i 14 principi base per la progettazione biofilica e le caratteristiche fondamentali da prendere in considerazione nel momento della progettazione di uno spazio rigenerativo costruito. Viene infine esaminata l'applicazione della progettazione biofilica nell'ambito di studio della realtà virtuale. Nel terzo capitolo viene descritta la ricerca sperimentale condotta partendo dall'illustrazione degli obiettivi generali e specifici dello studio, passando per la spiegazione delle caratteristiche demografiche del campione, proseguendo con la spiegazione degli strumenti utilizzati e concludendo con l'esplicitazione della procedura sperimentale messa in atto. Infine, nel quarto ed ultimo capitolo, vengono

presentati i dati ed i risultati ottenuti dalla somministrazione di tre dei questionari durante la fase sperimentale (Valutazione delle qualità affettive dei luoghi – VQA; PRS-11; PASAT), unitamente all'interpretazione degli stessi.

CAPITOLO 1 – LA PSICOLOGIA AMBIENTALE

1.1 INTRODUZIONE ALLA PSICOLOGIA AMBIENTALE

La psicologia ambientale nasce nella sua forma embrionale già nella prima metà del XX secolo per opera di Egon Brunswick e Kurt Lewin, due psicologi che introdussero per la prima volta l'idea che la psicologia dovesse studiare problematiche guidate da problemi sociali reali, prestando la stessa attenzione all'individuo ed all'ambiente che l'individuo stesso abita (Steg, L., Van del Berg, A., & De Groot, J., 2013). A partire dai primi anni '60 si è assistito ad un periodo di forte e repentina crescita del campo della psicologia ambientale dovuto ad una sempre maggiore attenzione nei confronti dei problemi ambientali, che determinò anche un incremento degli studi sull'argomento, fino a giungere ad una maggiore consapevolezza dell'impatto proprio dell'essere umano esercitato nei confronti della natura. Questa nuova prospettiva, con l'inizio del XXI secolo, indirizzò la psicologia ambientale a configurarsi come una psicologia orientata alla sostenibilità, ovvero un tipo di psicologia finalizzata ad aumentare la consapevolezza degli esseri umani di come poter gestire al meglio il proprio rapporto con l'ambiente circostante e di come questa gestione sia fondamentale in funzione del rapporto vicario che si instaura tra l'individuo e l'ambiente che lo circonda. La psicologia ambientale può essere definita come la disciplina che si pone come obiettivo quello di studiare come lo spazio che ci circonda, inteso a partire dalla sua concezione in microlivello (ambiente personale) a quella in macrolivello (ambiente urbano), e come il rapporto con questo possa procurare benessere agli individui che abitano il suddetto spazio. Lo scopo della psicologia

ambientale è infatti quello di studiare il comportamento umano ed il benessere delle persone in relazione alle caratteristiche fisiche e sociali degli ambienti quotidiani (Steg, L., Van del Berg, A., & De Groot, J., 2013). Si parla perciò di un tipo di relazione reciproca tra l'individuo e l'ambiente nel quale egli stesso è inserito e dalla presenza e influenza del quale non è possibile prescindere. In questo quadro teorico, il concetto cardine su cui poggia tutta la psicologia ambientale è quello della "biofilia", vocabolo deriva dall'unione delle parole greche "Bios", che significa "vita, essere vivente", e "Philos", traducibile con il termine "amore, desiderio". Il termine fu coniato dallo psicologo Erich Fromm il quale, all'interno del suo libro "The Heart of Man. Its Genius for Good and Evil" (1964), definisce con questo vocabolo il concetto di "amore per la vita" inquadrandolo come approccio costruttivo alla vita stessa.

1.2 - LE PRINCIPALI TEORIE DI RIFERIMENTO

1.2.1 - L'IPOTESI DELLA BIOFILIA

Edward O. Wilson, nel 2002, ha ipotizzato che la biofilia sia «la nostra innata tendenza a concentrare la nostra attenzione sulle forme di vita e su tutto ciò che le ricorda e, in alcune circostanze, ad affiliarsi emotivamente» (Wilson 2002, p. 134). Nel formulare questa ipotesi Wilson individua due fattori cardine del processo di affiliazione con la natura: l'attenzione, intesa come la capacità di farsi rapire dal fascino della natura; e l'empatia, intesa come la capacità di farsi emozionare dalla natura stessa e, più in generale, da ciò che di naturale ci circonda. Ad avvalorare questa ipotesi dell'innatismo della relazione tra essere umano e natura è l'idea, proposta nel 2005 da Richard Louv, di considerare un

nuovo tipo di disagio arrecato dalla mancanza di un rapporto dell'uomo con la natura. Secondo Louv, infatti, la sempre maggior apprensione genitoriale per il gioco dei propri figli in spazi naturali, unito all'impossibilità di utilizzare a pieno lo spazio naturale (percorsi nei parchi, segnaletica che proibisce il contatto con la natura circostante), potrebbe portare ad un incremento di problematiche a livello sia fisico che psicologico (Louv, R., 2009) identificabile come "*nature-deficit disorder*". L'idea di Louv quindi, unitamente all'ipotesi della biofilia di Wilson, permette di comprendere come sia proprio l'"amore per la natura" il fattore cardine per la promozione di un benessere capace di investire il piano fisico, psicologico e fisiologico dell'essere umano.

1.2.2 - STRESS REDUCTION THEORY

La "Stress Reduction Theory" o SRT (teoria della riduzione dello stress), teorizzata per la prima volta da Ulrich nel 1983, ipotizza che l'individuo tenda a ricercare ambienti naturali e biofilici in risposta ad una condizione di stress in una qualsiasi delle sue tre declinazioni principali: fisico, psichico e comportamentale. Viene quindi effettuata un'indagine in situazione sperimentale analizzando due gruppi di pazienti che presentavano le stesse caratteristiche in due situazioni distinte. Un primo gruppo doveva effettuare un periodo di degenza all'interno di una stanza con vista sull'esterno e sul verde, mentre per il secondo gruppo, lo scorcio che era possibile vedere dalla finestra era quello di un muro di mattoni. Lo studio ha evidenziato come vi sia stata una risposta migliore da parte dei pazienti che avevano dovuto effettuare la degenza nella sala con lo scorcio sul verde sia in merito alla riduzione delle tempistiche di degenza, che dal punto di vista della riduzione di somministrazione di medicinali (Ulrich, R. S., Simons, R.

F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M., 1991). La SRT, quindi, postula che l'individuo tende a ricercare ambienti naturali e biofilici in risposta ad una condizione di stress in una qualsiasi delle sue tre declinazioni principali: fisico, psichico e comportamentale. L'effetto di riduzione dello stress è stato in seguito oggetto di indagine di numerose ricerche e meta-analisi che hanno evidenziato come questo decremento risulti maggiormente evidente in spazi naturali in cui può essere esperito un rapporto diretto e tangibile con la natura stessa (Yin, J., Arfaei, N., MacNaughton, P., Catalano, P. J., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2019). Nonostante ciò, prendendo in considerazione anche ambienti progettati che includono al loro interno elementi naturali reali, le caratteristiche di tangibilità e la maggior quantità di stimoli di diversa natura prodotti dalla presenza di tali elementi all'interno di spazi costruiti (suoni, odori) sono promotori di effetti sul benessere dell'individuo per ciò che riguarda un decremento dei livelli di stress percepito con conseguente riduzione dei livelli di ansia percepiti (Yin, J., Yuan, J., Arfaei, N., Catalano, P. J., Allen, J. G., & Spengler, J. D., 2020).

1.2.3 - ATTENTION RESTORATION THEORY

L'Attention Restoration Theory (teoria della rigenerazione dell'attenzione), postulata da Kaplan e Kaplan nel 1989, tratta della capacità di ambienti con caratteristiche rigenerative di ristorare le risorse attentive di chi li abita, in particolare per ciò che riguarda il recupero della "fatica attentiva", ovvero quel tipo di affaticamento cognitivo risultante dal deterioramento delle risorse cognitive. Trattando di attenzione se ne possono distinguere due tipologie differenti descritte per la prima volta nel 1892 da James e riprese poi nel 2010 da

Kaplan e Berman. La prima è quella definita come volontaria o diretta, capace di concentrare attivamente le risorse cognitive su elementi rilevanti andando conseguentemente ad escludere tutti gli stimoli non necessari o non pertinenti. La seconda tipologia è quella definita indiretta o non volontaria e si focalizza in modo spontaneo e non predefinito su tutti gli stimoli ambientali caratterizzati da elementi nuovi o incongruenti rispetto a quelli a cui siamo abitualmente sottoposti. Questa spontaneità dell'attenzione verso uno stimolo ambientale prende il nome di "fascination" e permette un maggior recupero delle facoltà attentive sfruttando questo tipo di attenzione non focalizzata per concedere tempo di recuperare le risorse cognitive. Il concetto di "fascination" è stato approfondito ed indagato da Kaplan che distingue tra hard e soft fascination. La prima è attivata dalla concentrazione attentiva su determinati stimoli mentre la seconda è attivata da stimoli a bassa intensità che, grazie alla loro minore preponderanza, permettono un mantenimento e una maggiore rigenerazione delle capacità attentive. Kaplan, inoltre, ipotizza che la semplice visione, diretta o indiretta di spazi naturali sia capace di procurare un effetto positivo sul recupero della memoria di lavoro e delle facoltà attentive non solo di chi direttamente vive, ma anche di chi indirettamente osserva, i suddetti ambienti naturali. Evidenze per questa ipotesi possono essere rinvenute all'interno di alcuni articoli e revisioni sistematiche, le quali concordano sia nel riscontrare effetti positivi maggiormente evidenti nell'esposizione ad ambienti biofilici reali, per ciò che concerne la sensazione di benessere nel breve e medio termine (Ohly, H., White, M. P., Wheeler, B. W., Bethel, A., Ukoumunne, O. C., Nikolaou, V., & Garside, R., 2016; Stevenson, M. P., Schilhab, T., & Bentsen, P., 2018), che nel riscontrare effetti positivi anche

nell'esposizione ad ambienti biofilici virtuali, per ciò che riguarda invece il miglioramento dei risultati nelle prove di memoria ed il mantenimento di tali effetti nel medio-lungo termine (Stevenson, M. P., Schilhab, T., & Bentsen, P., 2018; Yin, J., 2019).

1.3 - GLI STRESSORS AMBIENTALI E SOCIOAMBIENTALI

Con il termine “*stressors*” si possono definire quei fattori che, attivando una reazione di stress, spingono l'organismo dell'individuo all'adattamento. Gli *stressors*, nell'ambito della psicologia ambientale, possono essere suddivisi in due macrocategorie: *stressors* ambientali e *stressors* socioambientali. Gli *stressors* ambientali sono le condizioni croniche e globali dell'ambiente che rappresentano una stimolazione nociva e impongono di adattarvisi o farvi fronte (Pazzaglia, F., Tizi, L., 2022). Tra gli *stressors* ambientali troviamo elementi stressanti quali: il rumore, la luce, la temperatura, l'inquinamento dell'aria, il traffico e una non adeguata qualità residenziale. Per ciò che concerne il rumore vari studi hanno evidenziato che suoni di grande intensità possono causare danni al sistema uditivo (Talbot, Thompson, 1995) con conseguenti o associati effetti negativi sul sistema cardiovascolare, endocrino, nervoso e immunitario e correlato incremento dell'utilizzo di farmaci ansiolitici e sedativi (Michaud et al., 2007). Sul piano cognitivo il rumore sembra influenzare particolarmente gli aspetti di memoria, scrittura e comprensione testuale. In merito al fattore stressogeno “luce” è stato evidenziato, in base ad analisi sperimentali compiute in letteratura, come il grado di intensità della luce sia il fattore discriminante per la creazione o meno di stress. Un ambiente poco luminoso, come d'altro canto

uno troppo luminoso, possono provocare effetti negativi sul benessere dell'individuo che abita quello specifico spazio, causando, di conseguenza, un decremento delle performance cognitive con conseguente aumento dello stress percepito (Lamb, S., & Kwok, K. C., 2016). Quanto al fattore stressogeno "temperatura", è stato riscontrato come l'esposizione a temperature molto fredde può compromettere prestazioni legate a discriminazione tattile e destrezza manuale, mentre temperature estremamente calde impattano negativamente su prestazioni fisiche e cognitive, nonché su umore e comportamento interpersonale (Killen, S. S., Marras, S., Metcalfe, N. B., McKenzie, D. J., & Domenici, P., 2013). Per ciò che concerne l'inquinamento dell'aria è stato rilevato come il malessere prodotto da questo stressor è prevalentemente legato a sintomi di disagio fisico e psicologico (Seppänen, Fisk, Mendell, 1999; Killen, S. S., Marras, S., Metcalfe, N. B., McKenzie, D. J., & Domenici, P., 2013) andando ad influenzare la salute, la produttività ed il benessere (Settimo, Manigrasso, Avino, 2020; WHO, 2010). La condizione di stress legata al traffico veicolare può provocare incrementi di attivazione fisiologica scatenando reazioni emotive negative (Ouis, 2001). Inoltre, il fatto di vivere in prima persona il traffico come parte integrante della propria attività lavorativa può produrre un aumento dei livelli di attivazione fisiologica con conseguenti sentimenti derivanti di rabbia e frustrazione. In merito all'inadeguatezza della qualità residenziale si possono riscontrare effetti negativi sia all'interno dell'ambiente domestico che a livello di qualità del quartiere in cui si vive. La qualità di servizi e infrastrutture, bassi livelli di sorveglianza e l'esposizione a sostanze tossiche possono peggiorare eventuali condizioni di

salute precarie già presenti, portando con sé anche un maggiore rischio di patologie coronariche (Unger et al., 2014).

Tra quelli definiti stressors socioambientali vi sono tutti quei fattori stressogeni dovuti alla compresenza di altri individui all'interno di uno stesso ambiente come: mancanza di privacy, invasione dello spazio personale e del territorio, affollamento. La mancanza di privacy si configura come uno stressor capace di produrre effetti negativi dovuti a scelte progettuali quali la creazione di spazi aperti senza confini delineati e la mancanza di spazi privati in cui l'individuo abbia la possibilità di ritirarsi. Effetti negativi, come frustrazione, rabbia e decremento di soddisfazione, possono essere similmente riscontrati anche in relazione al fattore stressogeno costituito dall'invasione dello spazio personale che impedisce al soggetto di vivere il suo spazio personale, di poterlo personalizzare e di possedere e regolare la sua intimità. Quanto poi al fattore di stress "affollamento" si osserva come questo sia profondamente interconnesso ai due fattori stressogeni precedentemente descritti. L'affollamento si configura infatti come percezione soggettiva di una elevata presenza di individui all'interno di uno stesso spazio. Questa percezione può rendere difficoltosa la regolazione delle interazioni sociali portando ad invadere anche lo spazio altrui e può ridurre le opportunità di coinvolgimento in attività sociali (Pazzaglia, F., Tizi, L., 2022) producendo effetti negativi che vanno dal non sentirsi inclusi in un gruppo o attività sociale fino al vero e proprio ritiro sociale (Killen, S. S., Marras, S., Metcalfe, N. B., McKenzie, D. J., & Domenici, P., 2013).

1.4 - LA RIGENERATIVITA' AMBIENTALE

La rigeneratività ambientale può essere definita come la capacità di un ambiente, tramite sue caratteristiche specifiche, di permettere, come da precedente letteratura (ART e SRT), una riduzione dello stress percepito e un recupero di abilità attentive in modo da stabilire e mantenere un certo grado di benessere dal punto di vista fisiologico, psicologico ed emotivo. Il costrutto di rigeneratività ambientale, e quindi l'insieme delle caratteristiche rigenerative di un determinato ambiente, si basa su quattro principi fondanti individuati da Kaplan nel 1995: fascinazione, ampiezza, compatibilità e fuga/distacco. Queste quattro caratteristiche fondamentali sono riferite ai criteri basilari per la creazione di un luogo o ambiente con capacità rigenerative. Con il termine "ampiezza" ci si focalizza su due caratteristiche dello spazio in sé: l'estensione, intesa come quantità di spazio disponibile e la coerenza, ovvero la capacità di uno spazio di essere coerente, e quindi capace di trasmettere un senso d'ordine in tutta la sua completezza. Con il termine "fascinazione" ci si riferisce invece alla capacità di un determinato ambiente di essere affascinante ed attrattivo senza produrre sforzo cognitivo, catturando l'attenzione involontaria e permettendo di conseguenza il recupero dinamico dell'attenzione volontaria. Con gli ulteriori due termini "compatibilità" e "fuga-distacco" si individuano due dimensioni apparentemente distanti fra loro ma con la comune proprietà di conferire benessere all'individuo che vive l'ambiente. Con il primo termine si individua infatti la capacità di un ambiente di essere compatibile con le esigenze della persona che lo abita, mentre, con il secondo termine preso in considerazione, si identifica la capacità di un ambiente di vita di far sentire lontano dalla quotidianità

l'individuo che lo abita, permettendo allo stesso, tramite questa percezione di distacco, una riduzione dello stress (Pazzaglia, F., Tizi, L., 2022). Gli ambienti rigenerativi realizzati seguendo questi quattro principi permettono, tramite il soddisfacimento di alcuni bisogni primari dell'essere umano, il raggiungimento di un benessere il cui veicolo è la struttura in cui l'individuo stesso vive. Inoltre, gli ambienti realizzati seguendo questi principi, hanno la capacità, direttamente correlata alla presenza di caratteristiche rigenerative dell'ambiente, di fronteggiare gli stressors ambientali e socioambientali. Per ciò che concerne il principio della "fascinazione" è stato evidenziato come questo sia strettamente legato alla riduzione di stressors tipicamente ambientali come la luce, il rumore e la qualità dell'ambiente di vita. La fascinazione comprende infatti tutti quegli aspetti prettamente visibili sui quali viene posta l'attenzione dell'individuo e che vengono utilizzati per incrementare l'appetibilità visiva di un ambiente costruito. I principi di ampiezza e compatibilità si legano invece sia a fattori stressogeni prettamente ambientali che a tutti quegli elementi capaci di produrre stress socioambientale. Questi due fattori, infatti, tendono a compensare lo stress procurato da tutti quegli stressors come luce, temperatura e rumore, in termini di compatibilità con le richieste dell'individuo che abita un determinato ambiente, ma anche compensando stressors come la necessità di spazi personali e l'affollamento in termini di ampiezza dello spazio percepito. L'ultimo dei quattro principi, quello denominato "fuga-distacco", si configura come un fattore capace di compensare quasi tutti gli stressors, ambientali e socioambientali, esaminati in precedenza. La sensazione di fuga o distacco è fondamentale sia nella percezione di controllo di un determinato ambiente, in quanto la

personalizzazione di un luogo permette di sentirsi a proprio agio anche in casi in cui l'individuo decide di ritirarsi dallo spazio condiviso per rigenerare le sue facoltà psicofisiche, sia nella capacità, come postulato dall'ART, di permettere un temporaneo disinvestimento delle risorse attentive finalizzato ad un recupero delle stesse.

CAPITOLO 2 - LA PROGETTAZIONE BIOFILICA ED IL RAPPORTO CON IL BENESSERE

2.1 - IL RESTORATIVE DESIGN

Con il termine “*restorative design*” si intende una pratica che si pone come obiettivo quello di individuare ed applicare modalità progettuali, sia per ciò che concerne la progettazione di spazi urbani, che per quella relativa ad ambienti interni con la capacità di procurare benessere migliorando la qualità di vita esperita dalle persone che vi abitano. Il “*restorative design*” perciò può essere considerato come una macrocategoria, un termine “ombrello”, che racchiude una serie di pratiche progettuali volte ad incorporare il costrutto di rigeneratività ambientale nella creazione di spazi di vita quotidiana. Questa pratica ha trovato nel corso del suo sviluppo molteplici campi di applicazione, dal design di ambienti outdoor (come strade, quartieri), a quello di ambienti indoor (luoghi di lavoro, uffici, reparti ospedalieri), sino a quello più recente relativo al design di ambienti costruiti tramite l’utilizzo di render in realtà virtuale. Analizzando questi differenti ambiti in cui il *restorative design* trova applicazione, si possono notare analogie e differenze sia dal punto di vista della struttura degli ambienti in questione, che da quello più inerente agli effetti psicofisiologici che questi ambienti producono negli individui che li abitano. Dal punto di vista strutturale, analizzando le tre tipologie di ambienti (outdoor, indoor e virtuale), si può notare come all’interno di tutti questi spazi sia possibile inserire elementi di tipo naturale, con la differenza che in ambienti outdoor e indoor reali, al contrario di quelli realizzati in ambiente virtuale, è possibile inserire elementi effettivamente tangibili. Ed è proprio questa

caratteristica di tangibilità una delle discriminanti per gli effetti riscontrati sul benessere psicofisico degli individui. L'inclusione di elementi capaci di stimolare sensi come il tatto e l'olfatto permette una maggiore percezione di coinvolgimento nell'ambiente considerato, con la conseguenza di un effetto maggiormente evidente in termini di "fascinazione". L'effetto di "fascinazione", come ipotizzato da Kaplan e successivamente indagato in letteratura, permette all'individuo un recupero delle facoltà attentive dovuto ad un cambio di focus che passa da direzionato ad indiretto (Berman, M. G., Jonides, J., & Kaplan, S., 2008). Questo effetto risulta essere meno rilevante per ciò che concerne l'esperienza di ambienti costruiti in realtà virtuale. La conseguenza di questa diversità è riscontrabile negli effetti psicofisiologici procurati all'individuo che esperisce lo spazio. Gli spazi outdoor ed indoor reali, infatti, contribuiscono ad un maggior disinvestimento delle facoltà attentive il quale comporta un recupero delle stesse con tempi di latenza più lunghi dovuti anche ad un decremento evidente dello stress percepito (Ohly, H., White, M. P., Wheeler, B. W., Bethel, A., Ukoumunne, O. C., Nikolaou, V., & Garside, R., 2016; Stevenson, M. P., Schilhab, T., & Bentsen, P., 2018). Gli spazi virtuali indoor, invece, considerando sia la possibilità che ha l'individuo di essere influenzato dall'ambiente (epilessia fotosensibile, emicrania), sia la durata dell'esposizione allo stesso (massimo 20 minuti) (Mollazadeh, M., & Zhu, Y., 2021), sono caratterizzati dalla possibilità di effettuare una progettazione mirata tramite il bilanciamento degli oggetti naturali inseriti al loro interno che permette un effetto più lieve in termini di "fascinazione". Questo tipo di applicazione permette quindi di disinvestire risorse attentive ma attraverso un processo controllato che, non avendo effetti dirompenti sulla riduzione dello stress,

permette un recupero dell'attenzione focalizzata più rapido estremamente utile in ambito lavorativo (Yin, J., Arfaei, N., MacNaughton, P., Catalano, P. J., Allen, J. G., & Spengler, J. D., 2019; Yin, J., 2019; Mollazadeh, M., & Zhu, Y., 2021).

2.2 - LA PROGETTAZIONE BIOFILICA

All'interno di questa macrocategoria denominata "*restorative design*" troviamo quella che viene definita "progettazione biofilica". Con questo termine, si intende l'insieme di quelle pratiche che si pongono come obiettivo e che vengono applicate con lo scopo di incorporare all'interno di ambienti costruiti degli elementi tipicamente appartenenti alla natura, creando in questo modo ambienti capaci di apportare benessere. Un momento significativo nel processo di evoluzione della progettazione biofilica è rappresentato dall'introduzione, ad opera di Kellert, di quelli da lui individuati come i 5 principi biofilici di base. Il primo di questi cinque principi è relativo alle caratteristiche di un ambiente costruito focalizzando l'attenzione sull'inserimento di elementi e materiali naturali al suo interno. Il secondo principio tratta delle forme e delle geometrie che vengono integrate all'interno dei vari ambienti costruiti. Il terzo principio tratta l'inserimento di processi tipicamente naturali che abbiano la capacità di rappresentare caratteristiche del mondo naturale all'interno di ambienti costruiti. Il quarto principio concerne la costruzione di un ambiente che abbia la capacità di instaurare una connessione tra lo spazio costruito e l'ambiente circostante. Il quinto ed ultimo principio descrive la capacità di includere degli elementi in grado di rispondere alle esigenze dei fruitori in modo da trasmettere protezione, ordine

e complessità ma, soprattutto che abbiano la capacità di soddisfare il desiderio di curiosità.

2.2.1 - I 14 PRINCIPI DELLA PROGETTAZIONE BIOFILICA

I principi introdotti da Kellert sono stati in seguito rivisti, aggiornati ed integrati da Terrapin Bright Green nel libro “The Economics of Biophilia” edito nel 2012. All’interno di questo libro vengono illustrati i cosiddetti “quattordici pattern della progettazione biofilica”, i quali sono a loro volta suddivisi in tre categorie principali. La prima di queste tre categorie, “Natura nello spazio”, include tutti gli aspetti di integrazione diretta, fisica ed effimera della natura all’interno di uno spazio o di un luogo (Terrapin Bright Green, 2012). Questa prima macrocategoria comprende sette dei quattordici principi generali: la connessione visiva con la natura, la connessione non visiva con la natura, gli stimoli sensoriali non ritmici, la variabilità termica e dei flussi d’aria, la presenza d’acqua, la luce dinamica e diffusa, la connessione con i sistemi naturali. La seconda macrocategoria, definita degli “Analoghi naturali”, fa riferimento alla creazione di rievocazioni organiche, non viventi ed indirette della natura, come ad esempio l’imitazione di forme, colori, sequenze e modelli presenti in natura (Terrapin Bright Green, 2012). I tre pattern per la progettazione biofilica compresi all’interno degli “analoghi naturali” sono le forme e i pattern biomorfici, la connessione materiale con la natura e i parametri di complessità ed ordine tipici delle gerarchie spaziali presenti in natura (Terrapin Bright Green, 2012). La terza ed ultima macrocategoria, “Natura nello spazio”, prende in considerazione le configurazioni spaziali in natura, includendo il desiderio innato ed appreso di essere in grado di vedere oltre ciò che ci circonda e l’attrazione verso ciò che è lievemente

pericoloso e sconosciuto. Questa ultima categoria comprende quattro pattern di progettazione biofilica: la prospettiva (capacità di avere una visuale senza ostacoli), il rifugio (capacità di ritirarsi), il mistero ed il rischio/pericolo inteso come il bilanciamento tra una minaccia identificabile e una protezione affidabile (Terrapin Bright Green, 2012).

2.3 - LE CARATTERISTICHE DELL'AMBIENTE COSTRUITO

In seguito alla precedente trattazione effettuata in merito ai pattern individuati per la progettazione biofilica, verranno analizzati in questo paragrafo le caratteristiche da prendere in considerazione nella progettazione a livello biofilico di un ambiente costruito. Queste caratteristiche come la luce, il colore, le forme ed i materiali, sono gli argomenti imprescindibili alla base della formalizzazione dei quattordici pattern di cui sopra.

2.3.1 - LA LUCE

L'utilizzo della luce nella progettazione di un ambiente costruito risulta fondamentale non solo per una piacevolezza estetica dell'ambiente stesso, ma anche per un soddisfacimento di necessità a livello psicologico e di benessere negli individui che lo abitano. La luce, infatti, oltre a migliorare la qualità di uno spazio a livello visivo ed estetico, permette una maggiore sensazione di piacevolezza e di comfort, nonché un maggiore impatto a livello di rigeneratività ambientale. Da questo punto di vista si è osservato come vi siano effetti rigenerativi sia sulla soddisfazione e la riduzione dello stress, sia per ciò che riguarda un miglioramento nelle performance cognitive, nello stato umorale e nella salute fisica e mentale. Questi benefici sono prodotti non solamente dalla

presenza di fonti luminose in sé, ma anche dallo studio del posizionamento e della distribuzione che favoriscono la percezione di tridimensionalità e profondità attraverso un utilizzo ed un bilanciamento di luci ed ombre, le quali possono far percepire rispettivamente uno spazio come più o meno accogliente e protetto (Steg, L., Van del Berg, A., & De Groot, J. ;2013; Pazzaglia, F., Tizi, L., 2022).

2.3.2 - IL COLORE

Il colore nell'ambito della progettazione dello spazio costruito assume un'importanza fondamentale soprattutto a livello psicofisico con la capacità di influenzare anche il comportamento delle persone (Pazzaglia, F., Tizi, L., 2022). Tramite un sapiente utilizzo del colore è infatti possibile influenzare e procurare benessere sfruttando i meccanismi neurali deputati alla percezione personale dello stesso. È altresì possibile utilizzare il colore per creare associazioni concettuali o per accentuare spazi, superfici e volumi al fine di migliorare la lettura e l'esplorazione dello spazio abitato (Steg, L., Van del Berg, A., & De Groot, J. ;2013).

2.3.3 - LE FORME

Parlando di forme all'interno dell'ambito della progettazione biofilica si può constatare come vi siano alcuni parametri, legati a conformazioni e dimensioni dello spazio, che posseggono la capacità di direzionare l'attenzione e di far sentire a proprio agio chi lo abita. Le forme morbide e curvilinee sono infatti quelle meglio deputate a rappresentare e ricondurre il pensiero a quelle che sono linee e forme più aderenti a quelle rinvenibili in natura, al contrario di quelle più squadrate che, pur essendo meglio navigabili da un punto di vista spaziale,

tendono a rendere l'ambiente in cui sono inserite più spigoloso ed ostile. Anche la dimensione di ampiezza o restringimento di un determinato ambiente può influenzare la percezione di piacevolezza dello stesso. Sono infatti preferibili alternanze di spazi e volumi all'interno di un ambiente costruito per stimolare la curiosità esplorativa dell'ambiente. Questa caratteristica di variazione degli spazi, come visto precedentemente nel paragrafo relativo all'ART, permette a chi abita lo spazio di, focalizzandosi costantemente su stimoli di diversa entità, di recuperare quelle facoltà attentive che verrebbero completamente esaurite all'interno di uno spazio troppo omogeneo (Steg, L., Van del Berg, A., & De Groot, J. ;2013; Pazzaglia, F., Tizi, L., 2022).

2.3.4 - I MATERIALI

Affrontando l'argomento dei materiali impiegati nella progettazione di ambienti biofilici si può constatare come esista una preferenza per l'inserimento di materiali naturali all'interno di spazi costruiti. L'implementazione di materiali può includere l'utilizzo di legno, pietra ed altri componenti con la capacità di stimolare a livello sensoriale coloro che abitano il suddetto spazio dando la percezione di un maggiore contatto con la natura, provocando effetti rigenerativi a livello psicofisiologico, contribuendo ad esempio a ridurre lo stress e migliorare aspetti riguardanti, ad esempio, emotività e qualità del sonno (Steg, L., Van del Berg, A., & De Groot, J. ;2013;Pazzaglia, F., Tizi, L., 2022)).

2.4 - IL RAPPORTO TRA LA PROGETTAZIONE BIOFILICA E LA REALTA' VIRTUALE

La realtà virtuale e la progettazione biofilica sembrano essere apparentemente due concetti appartenenti a campi d'indagine completamente slegati ed indipendenti tra di loro. La realtà virtuale, infatti, per il concetto di virtualità che si contrappone ai canoni tipicamente appartenenti al mondo naturale sembra non essere capace di potersi integrare con questi ultimi. Il punto d'incontro tra questi due ambiti apparentemente molto diversi, è rinvenibile in una delle ipotesi prospettate da Kaplan, ovvero quella della visione di immagini naturali. Con l'ipotesi formulata da Kaplan e, in seguito, con la verifica sperimentale della stessa ad opera di Felsten, è stato dimostrato come anche un'esposizione indiretta a stimoli naturali sia capace di promuovere una riduzione dello stress ed un incremento di recupero delle facoltà attentive (Kaplan, S., 1995). Lo studio di Felsten, condotto su alcuni studenti, ha infatti evidenziato come la semplice visione di immagini raffiguranti ambienti naturali possa avere un effetto di recupero delle facoltà attentive anche maggiore rispetto a quello che avrebbe potuto esser procurato da un'esposizione ad ambienti realmente naturali (Gillis, K., & Gatersleben, B., 2015). D'altro canto, dopo aver notato le incongruenze che possono instaurarsi nella relazione tra progettazione biofilica e realtà virtuale, vi sono anche alcuni aspetti che vedono in questa integrazione delle due componenti una nuova modalità di potersi approcciare al problema. In primo luogo, con la realtà virtuale è possibile raggiungere un numero di utenti che non potrebbero essere coinvolti con la sola progettazione biofilica concreta come, ad

esempio, pazienti in reparti di lungodegenza, soggetti e/o aziende che non hanno la capacità economica e/o temporale per permettersi di progettare e costruire edifici aderenti ai principi della biofilia. Questo aspetto, inoltre, si collega al concetto di personalizzazione dello spazio, il quale, a sua volta, risulta essere un aspetto fondamentale di cui tenere conto durante il processo progettuale. La personalizzazione dello spazio, secondo le teorie relative alla progettazione biofilica, contribuisce ad aumentare il livello di benessere percepito, riscontrando miglioramenti sia per ciò che riguarda la riduzione dello stress che per ciò che concerne il recupero dell'attenzione focalizzata. Inoltre, la possibilità di modificare lo spazio a proprio piacimento permette di inserire in un dato ambiente virtuale qualsiasi elemento biofilico si voglia, consentendo quindi anche una possibilità di adattamento ed aggiornamento flessibile dello spazio che non può essere soddisfatta nella realizzazione e costruzione di ambienti fisici reali. È quindi proprio per questo motivo che l'applicazione della progettazione biofilica in ambienti di realtà virtuale rappresenta un'interessante possibilità per ciò che concerne i futuri sviluppi del restorative e biofilic design.

CAPITOLO 3 – LA RICERCA

Nel presente capitolo saranno descritti gli strumenti utilizzati, gli ambienti virtuali a cui i soggetti sono stati esposti e la procedura sperimentale messa in atto per la raccolta dei dati.

3.1 - OBIETTIVI DELLA RICERCA

Il presente elaborato di tesi fa parte di una ricerca che ha avuto l'obiettivo principale di esaminare gli effetti psicologici e psicofisiologici derivanti dall'esposizione in realtà virtuale di un ambiente "biofilico" interno (*indoor*) costruito e proposto in realtà virtuale (Fig. 1) in giovani adulti di età compresa tra i 18 e i 37 anni. La proposta dell'ambiente in realtà virtuale costituisce una fase di test nel percorso di progettazione, che porterà alla realizzazione di un prototipo.



Fig. 1 - BioPod

I partecipanti coinvolti sono stati suddivisi casualmente in tre condizioni sperimentali distinte (disegno sperimentale *between-subject*): una condizione è stata esposta ad una stanza virtuale “neutra” (condizione di controllo)(Fig. 2), un’altra condizione è stata esposta ad una stanza con caratteristiche di design rigenerativo ispirate alla biofilia (condizione “biofilica”)(Fig. 3), mentre una terza condizione è stata esposta ad una stanza con caratteristiche di design ristorativo e biofilico con l’aggiunta di una finestra con vista sulla natura (condizione “biofilico + natura”)(Fig. 4).

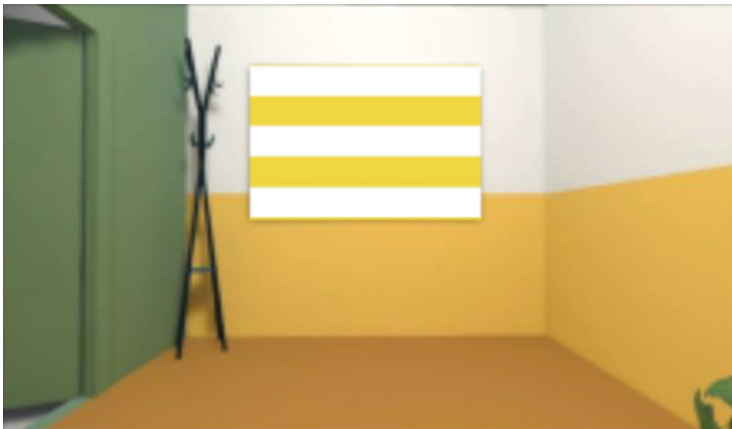


Fig. 2 – condizione sperimentale “neutra”



Fig. 3 – condizione sperimentale “biofilico”



Fig. 4 – condizione sperimentale “biofilico + natura”

Sono stati individuati all’interno della ricerca alcuni obiettivi specifici come:

- i) Indagare gli effetti prodotti dalle tre condizioni sperimentali in termini di rigeneratività ambientale percepita (PRS-11);
- ii) Indagare gli effetti prodotti dalle tre condizioni sperimentali sul funzionamento cognitivo (presentazione al PASAT prima e dopo l’esposizione);
- iii) Indagare le differenze che intercorrono a livello di qualità affettive prodotte dai diversi ambienti sperimentali proposti (VQA – modello circonflesso di Russell).

L’ipotesi è quella di trovare effetti positivi sul benessere psicologico di un individuo in relazione all’esposizione ad un ambiente costruito tramite l’impiego dei principi della biofilia. Questi effetti positivi sono stati ipotizzati in riferimento al costruito di rigeneratività ambientale in relazione alle teorie in merito alla riduzione dello stress (Stress Reduction Theory, Ulrich, 1983) e al recupero delle risorse cognitive deputate all’attenzione (Attention Restoration Theory, Kaplan, Kaplan, 1989). Il primo obiettivo specifico indagato all’interno della presente ricerca è quello relativo alla valutazione del grado di rigeneratività ambientale

percepito in ognuna delle tre condizioni sperimentali (controllo, biofilico, biofilico + natura). Questo costrutto è stato indagato tramite l'impiego di un questionario relativo alla percezione di rigeneratività, nell'ipotesi che i due ambienti con più alto grado di biofilia fossero percepiti come più rigenerativi, sia in una misura di rigeneratività globale, sia, particolarmente, per i due fattori rigenerativi di *being-away* e *fascination*.

Il secondo obiettivo è stato il verificare l'esistenza di un'eventuale differenza dell'effetto degli ambienti presentati sul recupero delle facoltà attentive e della memoria di lavoro. I risultati attesi corrispondono perciò ad un miglioramento dei partecipanti, in seguito all'esposizione agli ambienti virtuali biofilici, per ciò che concerne la prestazione cognitiva (memoria di lavoro), maggiore rispetto alla condizione di controllo. Questa indagine in merito agli aspetti di prestazione cognitiva e recupero dell'attenzione è stata effettuata tramite l'utilizzo del compito PASAT, somministrato sia in fase pre-esposizione che in quella post-esposizione, per valutare l'effetto di ognuna delle tre condizioni su ogni singolo partecipante all'esperimento.

La terza ipotesi di ricerca consiste nell'esplorazione delle qualità affettive del luogo al quale i soggetti sono stati esposti. In questo ultimo caso, la valutazione è stata compiuta per mezzo dell'utilizzo di una lista di aggettivi qualitativi (Valutazione delle Qualità Affettive), con riferimento al Modello circonflesso di Russell, relativi alle sensazioni esperite da ogni individuo in seguito all'esposizione ad una delle tre condizioni sperimentali. Si è ipotizzato che i due ambienti biofilici ispirassero qualità affettive maggiormente positive rispetto all'ambiente di controllo.

3.2 - PARTECIPANTI

Il campione è composto complessivamente da 150 partecipanti, di cui 92 femmine e 58 maschi, divisi equamente a seconda delle tre condizioni sperimentali e della loro età ($M = 22.53$ anni; $DS = 15.30$; range di età = 18-37). I partecipanti sono stati reclutati, tramite adesione volontaria, all'interno delle varie sedi universitarie del polo studentesco di Padova, principalmente all'interno del gruppo studenti di Psicologia, e all'interno delle liste di contatti personali degli sperimentatori. Tutti i partecipanti hanno compilato il consenso informato ed espresso il loro assenso alla partecipazione. I dati sono stati raccolti in forma confidenziale.

Per ciò che riguarda il gruppo di controllo il campione analizzato è costituito da 30 soggetti di genere femminile e 20 di genere maschile con un'età compresa tra i 18 e i 26 anni ($M = 22.1$; $DS = 4.08$). Il campione appartenente al gruppo "biofilico" era similmente costituito da 30 studentesse di genere femminile e 20 di genere maschile con un'età compresa tra i 18 ed i 26 anni ($M = 22.4$; $DS = 3.19$). Infine, per ciò che riguarda il campione appartenente al gruppo "natura", troviamo la presenza di 32 studentesse di genere femminile e 18 di genere maschile con età compresa tra 18 e 26 anni ($M = 22.9$; $DS = 3.12$).

3.3 STRUMENTI

Di seguito vengono riportate le descrizioni degli strumenti utilizzati nelle fasi sperimentali: fase di screening (valutazione preliminare), fase sperimentale (pre

e post esposizione all'ambiente virtuale). Nella descrizione degli strumenti, questionari e prove, vengono presentati i diversi ambienti sperimentali, le variabili dipendenti ed alcuni esempi di item.

3.3.1 - LA FASE DI SCREENING

La fase di screening, da completare prima dell'accesso in laboratorio per la sezione sperimentale, è stata effettuata tramite la piattaforma online "qualtrics". Questa fase preliminare ha lo scopo di indagare caratteristiche individuali dei partecipanti come ad esempio: preferenza circadiana, ansia di tratto, sensazioni di disagio procurate dall'utilizzo della realtà virtuale (motion sickness).

- **Domande ad hoc sulla familiarità con l'utilizzo della realtà virtuale**

In questo caso non è stato utilizzato un questionario ma sono state somministrate ai partecipanti delle domande relative ad eventuali precedenti utilizzi di strumenti di realtà virtuale. Oltre a ciò che concerne l'utilizzo o il fatto di possedere o meno uno strumento di realtà virtuale, è stato inoltre chiesto in questa sezione, vincolato ad una risposta affermativa alla domanda relativa all'utilizzo, se la precedente esperienza con il visore o l'ambiente virtuale in sé fosse stata problematica o caratterizzata da disagio psicologico o fisico durante o successivamente all'impiego dell'attrezzatura.

- **Morningness-Eveningness Questionnaire (MEQ-r; J. A.Horne, O.Ostberg; 1976)**

Il Morningness-Eveningness Questionnaire (MEQ-r; J. A.Horne, O.Ostberg; 1976) è un questionario autovalutativo che ha l'obiettivo di indagare le preferenze e le abitudini dei soggetti che lo compilano relative ai loro personali ritmi sonno veglia. Il questionario indaga gli orari abituali di sveglia o riposo del partecipante, i ritmi ottimali di sonno veglia auspicabili per il soggetto stesso e i momenti o periodi della giornata in cui il partecipante rileva di sentirsi al meglio dal punto di vista dello status psicofisico. Tramite la somma dei punteggi risultanti dall'analisi dei vari parametri è possibile identificare tre strategie principali di gestione dei ritmi circadiani. La coerenza interna (alfa di Cronbach) della versione italiana del test varia tra 0.7 e 0.9 crescendo in base al minor numero di item presi in indagine (Cavallera, G. M., & Boari, G. ;2015). La variabile dipendente consiste nel punteggio totale ottenuto al questionario: un maggiore punteggio corrisponde a maggiore serotinità.

- **State-Trait Anxiety Inventory – Y2 (STAI; Spielberger et al.,1983)**

Lo State-Trait Anxiety Inventory (STAI; Spielberger et al.,1983) è uno strumento di indagine self-report che in questo specifico caso è stato utilizzato per la valutazione dell'ansia di tratto, tramite la sottoscala Y2. Questa sezione è composta di 20 item, i quali possono essere suddivisi in item "diretti" (come ad esempio per domande "Mi preoccupo troppo per cose che in realtà non hanno importanza") o indiretti (come ad esempio "Mi sento inadeguato"). Per ognuno dei 20 item il soggetto dovrà assegnare una risposta in base ad una scala Likert con parametri da 1 a 4 dove 1 sta per "per nulla" e 4 sta invece per "moltissimo". Il punteggio massimo attribuibile a questa scala risulta essere pari ad 80, restituendoci così uno spettro di risposte che associa bassi livelli d'ansia di tratto

a punteggi più vicini allo zero ed alti livelli d'ansia di tratto per punteggi più vicini ad 80. Nel nostro caso specifico è stata presa in esame la sottoscala Y2 con riferimento all'indagine della variabile dipendente "ansia di tratto" per andare a valutare a priori quali fossero le caratteristiche relative a questa variabile riscontrabili all'interno del campione preso in considerazione. La coerenza interna del test (alfa di Cronbach) varia tra 0.85 e 0.90 per ciò che riguarda la scala relativa all'ansia di tratto (Pedrabissi & Santinello, 1989).

3.3.2 - LE FASI SPERIMENTALI: PRE E POST ESPOSIZIONE ALL'AMBIENTE VIRTUALE

- **Simulator Sickness Questionnaire (RSSQ)**

Il Simulator Sickness Questionnaire (RSSQ) è un test che viene impiegato per indagare quanto un soggetto, con specifico riferimento ad esperienze di ambienti virtuali, esperisce sintomi disagianti quali ad esempio nausea, mal di testa o problemi di concentrazione, in seguito all'esposizione a stimoli prodotti principalmente da strumenti multimediali. In questo caso specifico il test SSQ è stato utilizzato in una forma ridotta composta di 13 item e con lo specifico impiego finalizzato ad indagare gli effetti prodotti sui soggetti dall'esposizione ad un ambiente di realtà virtuale. Il test è strutturato con una scala Likert per ognuno dei 13 item con un punteggio attribuibile da 0 (per nulla) a 10 (molto severo) in riferimento al grado esperito per ciascuno dei sintomi indagati. La variabile dipendente è in questo caso definita tramite la somma dei punteggi dei 13 item presi in considerazione.

- **Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT; Gronwall, 1977) ***

Il Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT; Gronwall; 1977) è un test che ha lo scopo di indagare tre dimensioni principali: la velocità di elaborazione delle informazioni, la memoria di lavoro e l'attenzione. Il test utilizzato in laboratorio è composto di due sezioni, una relativa al momento precedente all'esposizione alla stanza virtuale ed una da sostenere post esposizione all'ambiente stesso. Il test consiste in una serie di elementi numerici, presentati tramite mezzo orale o registrazione audio, da sommare in maniera non progressiva con un intervallo di tempo di circa 1.8 secondi fra uno ed il successivo. Il partecipante deve perciò sommare il primo numero con il secondo, il secondo con il terzo e così via, cercando di restituire una risposta entro il tempo di attesa tra la presentazione di un numero e quella del successivo. Una risposta conseguita fuori dal tempo prestabilito viene assegnata come "mancante". La variabile dipendente per ciò che riguarda il PASAT test è definita in base al numero di risposte corrette, errate o non date registrate dallo sperimentatore in sede di sperimentazione.

- **Self-Assessment Manikin (SAM; M. M. Bradley; P. Lang; 1992)**

Il Self-Assessment Manikin (SAM; M. M. Bradley; P. Lang; 1992) è un test non verbale ma figurativo che misura il piacere e l'attivazione associate alla reazione di una persona ad una ampia varietà di stimoli. Al partecipante viene chiesto di indicare tramite delle figure poste in una scala da 1 a 10 punti quale fra le rappresentate sia l'emozione o lo stato di agitazione che più lo identifica al momento della compilazione. Questo tipo di test è strutturato con una serie di immagini che si differenziano, per ciò che riguarda l'emozione, in base all'espressione facciale riportata in ognuna delle figure, mentre, per ciò che riguarda lo stato di attivazione, la sensazione è rappresentata da un piccolo

segno all'interno del corpo della figura riportata che diventa più grande e consistente man mano che la scala si avvicina al massimo dello stato agitato.

Le variabili dipendenti relative a questo test sono il grado di attivazione/agitazione e quello di felicità esperiti dal partecipante sia precedentemente che successivamente all'esposizione all'ambiente virtuale.

- **Positive And Negative Affect Schedule (PANAS; Watson, Clark, Tellegen; 1988)**

Il Positive And Negative Affect Schedule (PANAS; Watson, Clark, Tellegen; 1988) è un questionario self-report composto da 20 item relativi ad emozioni positive e negative. Questo test si propone perciò di indagare la propensione di un soggetto testato verso l'esperire emozioni positive piuttosto che negative o viceversa al momento della compilazione. All'interno di questa sperimentazione è stata utilizzata una versione ridotta del PANAS composta di 10 item. La compilazione del questionario avviene tramite l'apposizione di un segno su una scala Likert che va da 1(per niente) a 5(estremamente), in relazione alla percezione personale dell'aderenza ad ognuno degli item presi in considerazione. Le variabili dipendenti rispondenti a questi punteggi sono le emozioni positive e/o negative esperite sia precedentemente che successivamente all'esposizione allo stimolo virtuale. La coerenza interna del test (alfa di Cronbach) della versione italiana del test varia tra 0.86 e 0.91 (A. Terracciano; R. R. McCrae; P. T. Costa, Jr.; 2003).

- **Percezione del tempo**

Si tratta di una domanda ad hoc immediatamente dopo l'esposizione alla stanza virtuale e la compilazione del SAM e del PANAS in versione post. La domanda è stata strutturata tramite la semplice dicitura "secondo Lei/te, quanto tempo è trascorso dall'inizio alla fine della presentazione del video?" alla quale il soggetto doveva rispondere indicando i minuti che secondo la propria personale percezione erano trascorsi. La suddetta domanda è stata ideata per ricavare un risultato inerente alla percezione del tempo trascorso dal soggetto all'interno dell'ambiente virtuale.

- **Perceived Restorativeness Scale (PRS-11) ***

La Perceived Restorativeness Scale (PRS-11) è un questionario self-report con lo scopo di valutare l'impatto e la qualità di rigeneratività ambientale di un determinato luogo sia esso fisicamente costruito o meno. La valutazione di tale costruito di rigeneratività ambientale avviene tramite l'indagine di quattro caratteristiche degli ambienti rigenerativi individuate da Kaplan nel 1995: "being-away", "scope", "fascination" e "coherence". Il presente questionario si basa su una valutazione effettuata mediante l'utilizzo di scala Likert variabile tra 0 (poco) e 10 (moltissimo). Le domande riportate tramite questi item sono tutte circoscritte alla valutazione personale ed oggettiva delle caratteristiche di un determinato spazio e quanto queste possano essere percepite come rigenerative da chi "abita" il suddetto spazio.

Il questionario è stato utilizzato all'interno di questa ricerca per indagare la percezione di ogni singolo soggetto riguardo i vari elementi che erano stati inseriti in ognuna delle tre stanze in modo da comprendere quale delle tre stanze loro

presentate potesse essere quella descritta dalla maggior parte del campione come la più rigenerativa dal punto di vista emotivo, cognitivo e psicofisiologico. La variabile dipendente è in questo caso restituita dalla somma dei punteggi attribuiti dal soggetto ad ognuno degli 11 item riguardo al grado di “restorativeness” dell’ambiente in questione. La coerenza interna del test (alfa di Cronbach) della versione italiana del test è pari a 0.95 (Pasini et al., 2014)

- **Valutazione delle Qualità Affettive (VQA) ***

Per il questionario relativo alla Valutazione delle Qualità Affettive (VQA) dei luoghi è stato utilizzato il Modello Circomplesso di Russell (1984) ma in forma ridotta a 24 item. Questi item potevano essere valutati tramite una scala Likert con valori da 1 a 7 andando a identificare una maggior aderenza al parametro in considerazione in relazione all’aumentare del punteggio selezionato. Questo modello si pone di indagare, tramite degli aggettivi qualitativi, le sensazioni, le emozioni ed il tipo di benessere emotivo e cognitivo esperito in seguito all’esperienza in realtà virtuale. La variabile dipendente in questo caso non è unica ma è piuttosto specifica per ognuna delle sottoscale previste dallo stesso modello circomplesso. La variabile dipendente si identifica perciò dalla somma di ognuno degli item presi in considerazione ed analizzati tramite ogni rispettiva sottoscala. La coerenza interna del test (alfa di Cronbach) della versione italiana del test varia tra 0.77 e 0.93, con un valore medio che si attesta su 0.86 (Perugini et al., 2002).

3.3.3 - LE FASI SPERIMENTALI: ESPOSIZIONE ALL’AMBIENTE VIRTUALE

- **Gli ambienti virtuali**

I tre ambienti virtuali utilizzati nella fase sperimentale presentavano caratteristiche differenti sia per la struttura dell'involucro che per la scelta degli elementi biofilici inseriti all'interno di ciascuno dei tre spazi virtuali. L'ambiente "neutro" (Fig. 2) presentava caratteristiche semplificate sia relativamente all'involucro che al suo contenuto. L'ambiente è stato progettato a pianta rettangolare ed al suo interno erano stati inseriti elementi di design aventi caratteristiche non biofiliche, come un appendiabiti, un divanetto rettangolare (posizione di seduta del partecipante durante l'esperimento) ed un quadro che rappresentava una sequenza alternata di fasce di colore bianco e giallo così da rendere l'impatto provocato dalla visione del quadro più neutro possibile. L'ambiente "biofilico" (Fig. 3) e quello "biofilico + natura" (Fig. 4) presentavano invece caratteristiche strutturali dell'involucro e di design degli elementi presenti all'interno più complesse, ma molto simili, dato che l'unica differenza consisteva in una finestra con affaccio su di un paesaggio naturale, presente unicamente all'interno dell'ambiente sperimentale "biofilico + natura". La caratteristica strutturale dell'involucro di entrambi gli ambienti virtuali "biofilico" (Fig. 3) e "biofilico + natura" (Fig.4) consisteva in un locale con pianta a spirale (guscio di chiocciola), che presentava un'apertura sommitale, con vista di un cielo sereno. Gli elementi di design presenti all'interno della struttura consistevano in un divanetto con spalliera color beige (posizione di seduta del partecipante durante l'esperimento), una pianta in vaso posta di lato alla seduta, una piccola vasca di acqua con una roccia posta al centro, all'altro lato della seduta, ed una lanterna

a candela situata di fronte alla seduta (sotto la finestra con affaccio sul paesaggio naturale all'interno dell'ambiente "biofilico + natura").

- **Registrazione degli indici fisiologici: EMPATICA**

All'interno della presente ricerca la valutazione degli indici psicofisiologici è stata effettuata tramite l'utilizzo di un dispositivo applicato al polso del partecipante, capace di raccogliere dati relativi sia alla variabilità di frequenze cardiache che per ciò che riguarda la conduttanza cutanea.

Il bracciale utilizzato in sede di sperimentazione, prodotto dall'azienda Empatica, è stato scelto al fine di indagare gli indici fisiologici dei soggetti sperimentati. Il dispositivo si concentra sulla rilevazione di cinque indici principali: battito cardiaco, conduttanza cutanea, variabilità di frequenze cardiache, temperatura corporea (epiteliale), accelerometro. L'analisi dei dati prodotti dal bracciale stesso si è concentrata sui primi tre indici precedentemente elencati. Il bracciale viene apposto sul braccio non dominante del soggetto, con attenzione a far sì che sia il più aderente possibile al polso, al fine di avere misure più precise per ciò che riguarda gli indici di battito cardiaco, conduttanza cutanea e variabilità di frequenze cardiache.

- *Variabilità di frequenze cardiache (HRV)*. La variazione di frequenza cardiaca è un parametro che trova particolare applicazione pratica per ciò che riguarda la gestione dello stress cronico e coinvolge anche un miglioramento delle prestazioni umane (Breedlove, Watson, 2013). La condizione di armonia riscontrabile nei grafici riguardanti la Variabilità di frequenze cardiache permette di comprendere come questa dimensione sia strettamente legata al

mantenimento di un equilibrio funzionale dei parametri cardiaci. Questa attività armonica dei rami simpatico, parasimpatico ed enterico può quindi essere tradotta in quella che viene definita una “condizione di generale benessere psicofisico”, accompagnato da notevole vitalità ed assenza di malesseri (McCraty R., Atkinson M., Tomasino D., Bradley R.T.; 2006)

- *Conduttanza cutanea*. La conduttanza cutanea viene definita come l'insieme delle continue variazioni nelle proprietà di conduzione elettrica dell'epidermide. È un parametro che viene rilevato tramite la variazione dello stato di umidità della pelle stessa causato dalla presenza di diversi stimoli emozionali. L'attivazione di queste ghiandole sudoripare avviene tramite la concomitante attivazione del Sistema Nervoso Simpatico andando quindi a configurarsi come indice relativo al coinvolgimento emozionale e cognitivo.

Questi indici fisiologici sono stati registrati, come verrà meglio specificato nel paragrafo 3.4, a partire dal momento immediatamente successivo all'ingresso del partecipante nel laboratorio fino al termine della procedura sperimentale. Tali indici non sono stati però presi in considerazione fra i dati analizzati in questa tesi poiché non attinenti all'indagine relativa agli effetti sul recupero dell'attenzione (ART), focus del presente elaborato, quanto piuttosto con all'analisi degli effetti sulla riduzione dello stress percepito (SRT).

- **Oculus Quest 2: esposizione all'ambiente virtuale**

Come strumento per l'accesso alle stanze (baseline, controllo, stanza biofilica e stanza natura) virtuali è stato utilizzato un visore della casa produttrice Meta, modello Oculus Quest 2. Il visore è dotato di: cavo usb-type C per il collegamento con il computer, controller destro e sinistro (utilizzati per permettere l'accesso agli ambienti virtuali tramite il loro utilizzo da parte degli sperimentatori), ed un visore Oculus Quest 2.

3.4 - LA PROCEDURA SPERIMENTALE

Fasi sperimentali	Descrizione della procedura
Fase 1	Accensione ed inizio registrazione dei dati fisiologici tramite bracciale Empatica
Fase 2	Esposizione all'ambiente virtuale per la raccolta della baseline
Fase 3	Prima batteria di prove: PASAT pre, SAM pre, PANAS pre
Fase 4	Esposizione all'ambiente virtuale in una delle tre condizioni: controllo, biofilico, biofilico + natura
Fase 5	Seconda batteria di prove: SAM post, PANAS post, domanda sulla percezione del tempo, PASAT post
Fase 6	Terza batteria di prove: PRS-11, Valutazione delle Qualità Affettive (Modello Circonflesso di Russell), RRSQ

Fase 7	Fine registrazione dei dati fisiologici e spegnimento del bracciale Empatica
---------------	--

La procedura sperimentale prevede l'iniziale apposizione di un bracciale della casa di produzione "Empatica" per la rilevazione di indici fisiologici su uno dei due arti superiori del soggetto dell'esperimento, con preferenza per il polso del braccio non dominante. Questa scelta è stata effettuata per evitare il più possibile una interferenza nella registrazione dei dati psicofisiologici che potrebbe essere dovuta a movimenti della mano in concomitanza al compito di compilazione dei questionari somministrati. Il soggetto viene in seguito esposto ad un ambiente virtuale realizzato per acquisire una baseline dei dati fisiologici. La stanza per la rilevazione dei dati di baseline è strutturata in modo da essere il più neutra possibile a qualsiasi stimolo che potrebbe modificare i risultati dell'acquisizione dei dati fisiologici. Successivamente vengono somministrati dei test di cui il primo, il PASAT, mirato ad attivare lo stress e la memoria di lavoro, mentre il secondo ed il terzo, rispettivamente SAM e PANAS, ad indagare le componenti emotive e cognitive coinvolte.

Dopo questa prima fase di testing il soggetto viene esposto ad un'altra stanza realizzata in realtà virtuale inizialmente configurata in maniera randomica dallo sperimentatore, il quale può assegnare al partecipante una fra tre tipologie di ambiente virtuale: l'ambiente di controllo, una prima stanza progettata in modo biofilico ma senza presenza di una finestra al suo interno, una seconda stanza progettata secondo canoni biofilici con presenza di un affaccio verso l'esterno. In seguito all'esposizione ad una delle tre stanze virtuali il partecipante viene

sottoposto ad una nuova somministrazione di SAM e PANAS, accompagnati da una domanda riguardo la percezione del tempo. Viene somministrato immediatamente dopo un secondo test PASAT. Successivamente al completamento del PASAT vengono somministrati ulteriori tre questionari (PRS-11; VQA; RSSQ) mirati a comprendere eventuali disagi cognitivi esperiti ed il grado di piacevolezza procurato dall'ambiente virtuale al soggetto. Ognuna di queste sezioni, seguendo la divisione precedentemente effettuata, viene scandita da un clic da parte di uno degli sperimentatori in loco, il quale servirà in sede di restituzione ed analisi per identificare una scansione temporale dei vari momenti sperimentali sopra descritti. Viene infine eseguita un'operazione di restituzione immediata per ciò che riguarda l'insieme dei dati fisiologici grezzi.

CAPITOLO 4 – I RISULTATI DELLA RICERCA

All'interno di questo ultimo capitolo vengono illustrati i risultati ottenuti tramite la sperimentazione in ambiente virtuale. I dati sui quali si porrà l'attenzione sono quelli riferiti ai risultati della somministrazione di tre questionari: il questionario di valutazione delle qualità affettive (modello circonflesso di Russell); la Perceived Restorativeness Scale-11 (PRS-11); e il Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT).

4.1 - Analisi statistiche

Per esaminare se vi fossero differenze tra i tre gruppi, ovvero le condizioni sperimentali (Controllo, Biofilico , Biofilico + Natura) per le variabili sociodemografiche (età, genere, scolarità), per la preferenza circadiana (MEQr) e l'ansia di tratto (STAI-Y2) sono state condotte delle analisi della varianza (ANOVA).

Poi, per valutare gli effetti dell'esposizione all'ambiente virtuale (sessione) nelle tre condizioni sperimentali (Controllo, Biofilico , Biofilico + Natura) sulla rigeneratività ambientale (PRS-11 totale e PRS-11 sottoscale), sulle qualità affettive dei luoghi (lista di aggettivi del modello circonflesso di Russell), sono stati condotti una serie di modelli di analisi della varianza (ANOVA). Inoltre, per esaminare gli effetti pre- e post-esposizione all'ambiente virtuale (sessione) nelle tre condizioni sperimentali sul funzionamento cognitivo (PASAT) sono stati condotti dei modelli di ANOVA2 (sessione) x 3 (condizioni) a misure ripetute.

4.2 - Analisi preliminari

Non emergono differenze significative tra le condizioni in termini di età [$F=0.461_{(2,147)}$, $p = 0.631$, $\eta^2 p = 0.006$], genere [$F= 0.284_{(2,147)}$, $p = 0.753$, $\eta^2 p = 0.004$] e scolarità [$F= 0.542_{(2,147)}$, $p = 0.583$, $\eta^2 p = 0.007$]. Inoltre, non emergono differenze statisticamente significative tra le condizioni in termini di caratteristiche individuali quali il ritmo circadiano (valutato attraverso il questionario MEQR) [$F= 1.192_{(2,147)}$, $p = 0.306$, $\eta^2 p = 0.016$] e l'ansia di tratto (valutata attraverso il questionario STAI-Y2) [$F= 0.066_{(2,147)}$, $p = 0.936$, $\eta^2 p = 8.943e-4$]. I gruppi risultano quindi omogenei e comparabili per le variabili di interesse (Fig. 5).

Descriptive Statistics - GRUPPI

Descriptive Statistics	ETA'			SCOLARITA'			GENERE		
	1- Controllo	2- Biofilico	3-Biofilico + Natura	1- Controllo	2- Biofilico	3-Biofilico + Natura	1- Controllo	2- Biofilico	3-Biofilico + Natura
Valid	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Mean	22.300	22.400	22.900	15.040	15.280	15.580	1.400	1.480	1.460
Std. Deviation	3.699	3.188	3.125	2.424	2.642	2.719	0.495	0.580	0.579
Minimum	18.000	18.000	19.000	12.000	12.000	12.000	1.000	1.000	1.000
Maximum	37.000	30.000	32.000	20.000	22.000	24.000	2.000	3.000	3.000

(Fig. 5)

4.3 - Perceived Restorativeness Scale (PRS-11)

La Perceived Restorativeness Scale (PRS) è stata qui utilizzata nella sua versione ridotta, la quale prevede l'impiego di 11 item, con l'intento di indagare la percezione di rigeneratività degli ambienti virtuali. Gli 11 item sono stati analizzati in forma totale e singolarmente per ognuna delle 4 sottoscale corrispondenti: being away, fascination, coherence, scope.

PRS-11 - totale

Dall'ANOVA sull'effetto "totale" della PRS emerge un effetto statisticamente significativo [$F = 13.489_{(2,147)}$, $p = < 0.001$, $\eta^2 p = 0.155$] con punteggi inferiori nella condizione di controllo ($M = 54.000$; $DS = 16.712$) rispetto sia alla condizione "biofilico" che per quella "biofilico + natura". Per ciò che riguarda la condizione "biofilico" si registra infatti una media di 66.620 ($DS = 17.266$); per ciò che concerne invece la condizione "biofilico + natura" si registra una media di 69.880 ($DS = 14.312$). È possibile, perciò, dedurre che entrambe queste due condizioni abbiano la capacità di produrre un effetto positivo in relazione alla percezione di rigeneratività ambientale prodotta dagli spazi virtuali realizzati. Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato (Fig. 6).

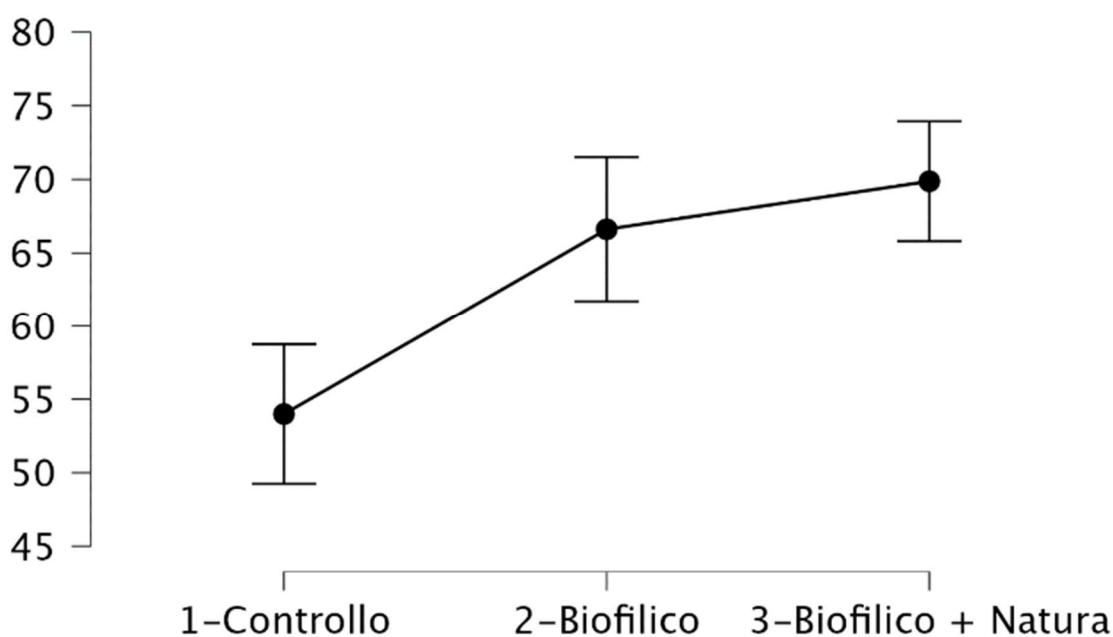


Fig. 6 - Grafico dei risultati di PRS-11 tot

PRS-11 – sottoscala "being away"

Dall'ANOVA emerge un effetto statisticamente significativo [$F = 15.789_{(2,147)}$, $p = < 0.001$, $\eta^2 p = 0.177$] in merito alla variabile "being away" con particolare

riscontro per ciò che riguarda sia la condizione “biofilico” che per quella “biofilico + natura”. Per ciò che riguarda la condizione “biofilico” si registra infatti una media di 18.420 (DS = 8.266); per ciò che concerne invece la condizione “biofilico + natura” si registra una media di 20.200 (DS = 7.486). Da ciò è possibile dedurre che entrambe queste due condizioni abbiano la capacità di produrre un effetto positivo a confronto con la condizione di controllo (M = 12.020; DS = 7.173). Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell’effetto riscontrato (Fig. 7).

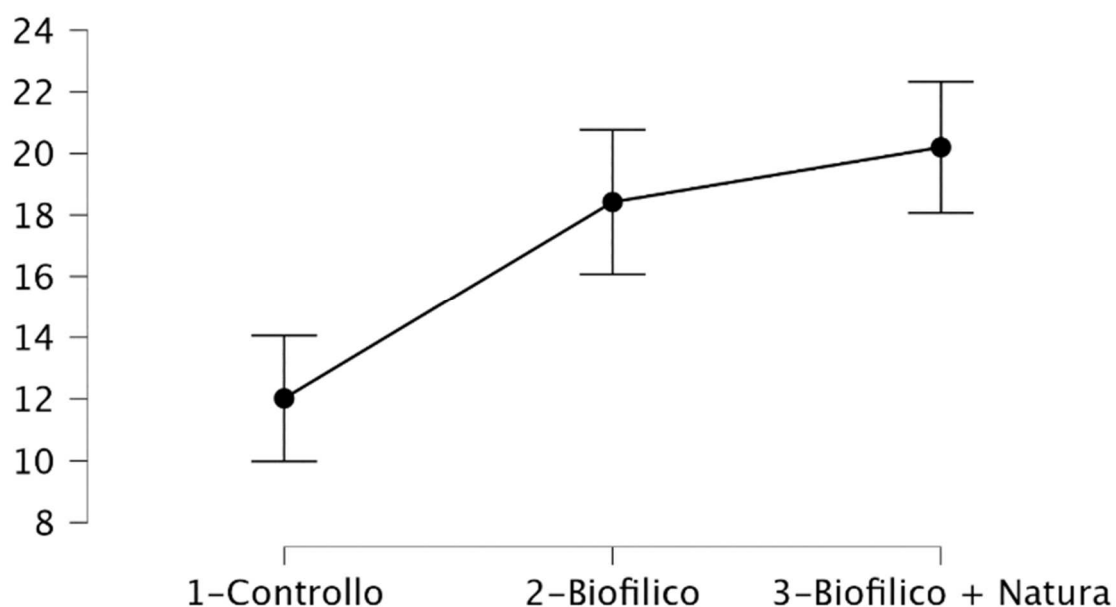


Fig. 7 - Grafico dei risultati di PRS-11, sottoscala BA (Being Away)

PRS-11 – sottoscala “fascination”

Dall’ANOVA emerge un effetto statisticamente significativo [$F = 11.655_{(2,147)}$, $p = < 0.001$, $\eta^2 p = 0.137$] in merito alla variabile “fascination” con particolare riscontro per ciò che riguarda sia la condizione “biofilico” che per quella “biofilico + natura”.

Per ciò che riguarda la condizione “biofilico” si registra infatti una media di 17.040 (DS = 5.986); per ciò che concerne invece la condizione “biofilico + natura” si registra una media di 17.240 (DS = 6.301). Da ciò è possibile dedurre che entrambe queste due condizioni abbiano la capacità di produrre un effetto positivo a confronto con la condizione di controllo (M = 11.780; DS = 6.917). Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell’effetto riscontrato (Fig. 8).

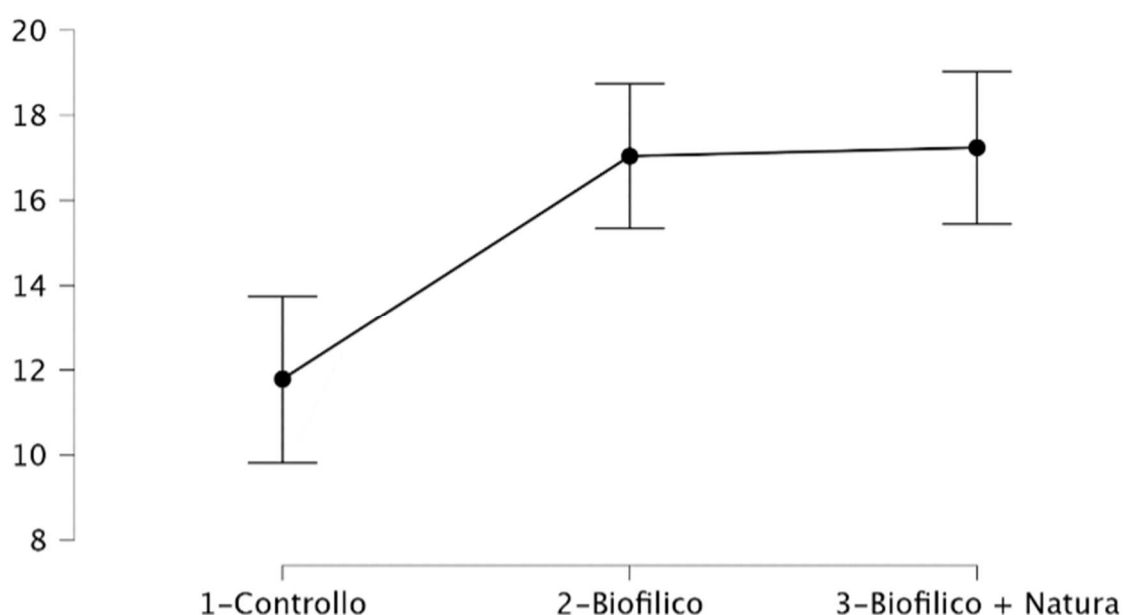


Fig. 8 - Grafico dei risultati di PRS-11, sottoscala FA (Fascination)

PRS-11 – sottoscala “coherence”

Dall’ANOVA non emerge alcun effetto statisticamente significativo [$F = 1.492_{(2,147)}$, $p = 0.228$, $\eta^2 p = 0.020$] in merito alla variabile “coherence”. È possibile quindi dalla lettura di questi dati dedurre come non vi sia un effetto significativo a confronto con la condizione di controllo. Viene qui di seguito

riportata la rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato in merito alla variabile "coherence" (Fig. 9).

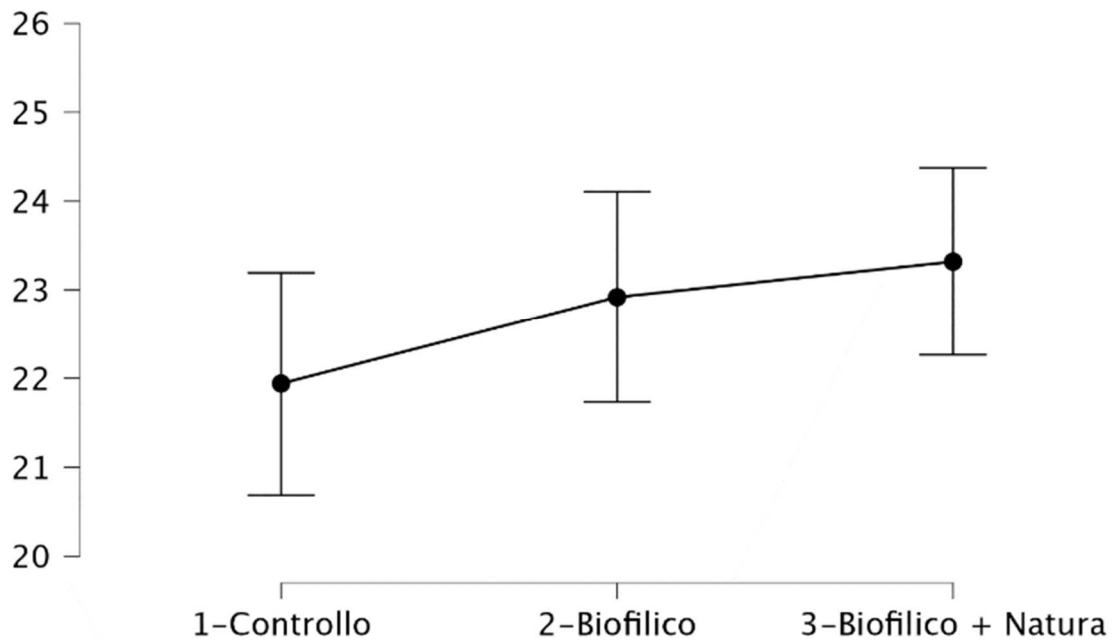


Fig. 9 - Grafico dei risultati di PRS-11, sottoscala COH (Coherence)

PRS-11 – sottoscala “scope”

Dall'ANOVA non emerge alcun effetto statisticamente significativo [$F = 0.885_{(2,147)}$, $p = 0.415$, $\eta^2 p = 0.012$] in merito alla variabile "scope". È possibile quindi dalla lettura di questi dati dedurre come non vi sia un effetto significativo a confronto con la condizione di controllo. Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato in merito alla variabile "scope" (Fig. 10).

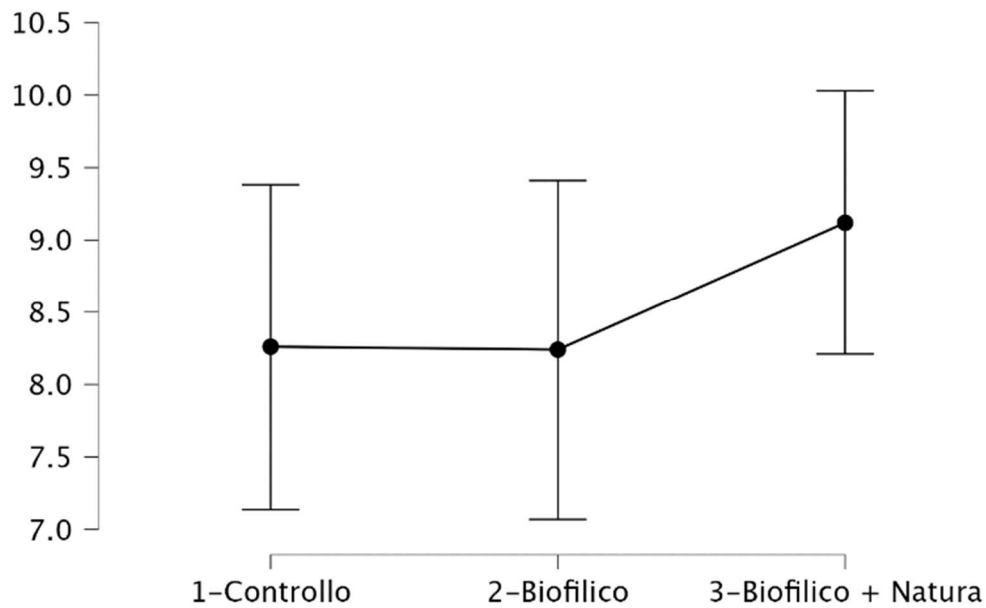


Fig. 10 - Grafico dei risultati di PRS-11, sottoscala SCO (Scope)

4.4 - Valutazione delle Qualità Affettive – Modello Circonflesso di Russell (VQA)

Il modello circonflesso di Russell, nella sua versione ridotta, è stato utilizzato come strumento di indagine delle qualità affettive dei luoghi virtuali presentati. La versione abbreviata prevede l'impiego di 24 dei 48 aggettivi della versione integrale, riuniti in otto sottoscale e caratterizzati dalla presenza sia di termini con valenza positiva che di termini con valenza negativa. Le otto sottoscale sono: rilassante, piacevole, entusiasmante, stimolante, stressante, spiacevole, deprimente, soporifero.

VQA – sottoscala “rilassante”

Dall'ANOVA emerge un effetto statisticamente significativo [$F = 7.225_{(2,147)}$, $p = 0.001$, $\eta^2 p = 0.090$] in merito alla variabile “rilassante” con particolare riscontro per ciò che concerne le condizioni “biofilico” e “biofilico + natura”. Per ciò che riguarda la condizione “biofilico” si registra infatti una media di 12.380 (DS = 1.872); per ciò che concerne invece la condizione “biofilico + natura” si registra una media di 12.220 (DS = 1.993). Da ciò è possibile dedurre che entrambe queste due condizioni abbiano la capacità di produrre un effetto maggiormente rilassante a confronto con la condizione di controllo (M = 10.980; DS = 2.171). Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato in merito alla variabile “rilassante” (Fig.11).

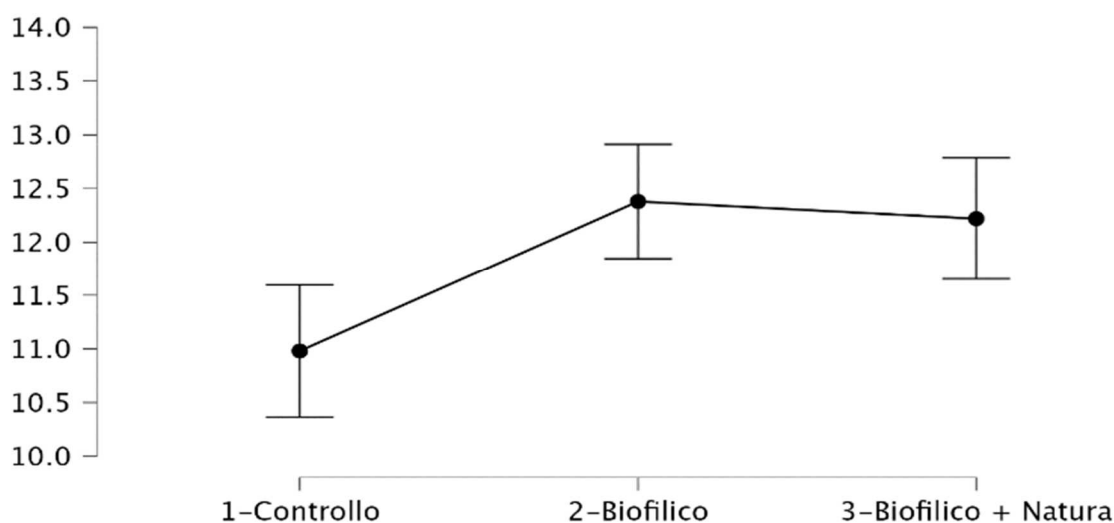


Fig.11 - Grafico dei risultati di VQA, sottoscala “rilassante”

VQA – sottoscala “piacevole”

Dall'ANOVA emerge un effetto statisticamente significativo [$F = 17.958_{(2,147)}$, $p < 0.001$, $\eta^2 p = 0.196$] in merito alla variabile “piacevole” con particolare riscontro per ciò che concerne le condizioni “biofilico” e “biofilico + natura”. Per ciò che

riguarda la condizione “biofilico” si registra infatti una media di 11.640 (DS = 2.174); per ciò che concerne invece la condizione “biofilico + natura” si registra una media di 11.940 (DS = 1.921). Da ciò è possibile dedurre che entrambe queste due condizioni abbiano la capacità di produrre un effetto di maggiore piacevolezza a confronto con la condizione di controllo (M = 9.640; DS = 2.155). Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell’effetto riscontrato in merito alla variabile “piacevole” (Fig. 12).

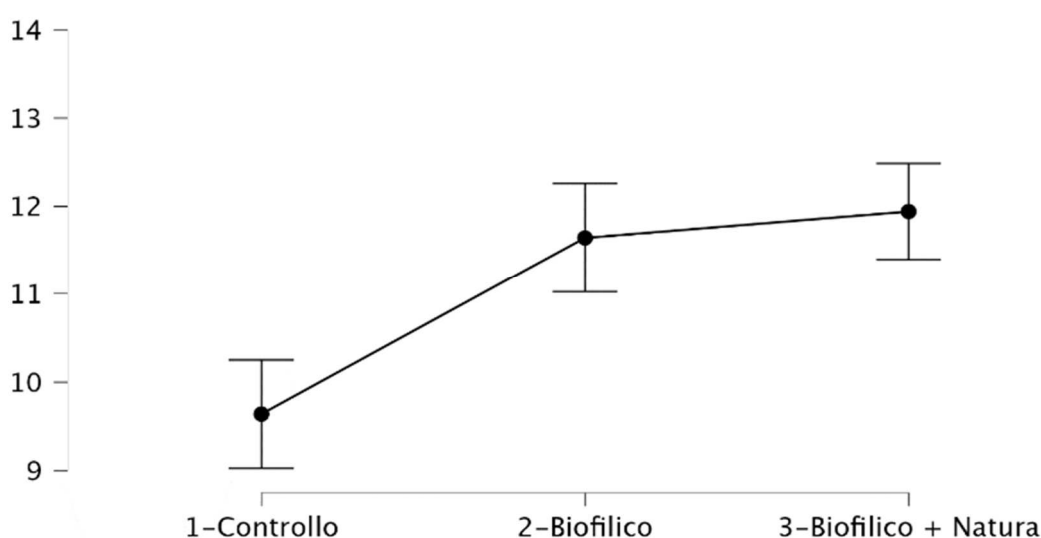


Fig.12 - Grafico dei risultati di VQA, sottoscala "piacevole"

VQA – sottoscala “entusiasmante”

Dall'ANOVA non emerge alcun effetto statisticamente significativo [$F = 0.878_{(2,147)}$, $p = 0.418$, $\eta^2 p = 0.012$] in merito alla variabile “entusiasmante”. È possibile quindi dalla lettura di questi dati dedurre come non vi sia un effetto significativo a confronto con la condizione di controllo. Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell’effetto riscontrato in merito alla variabile “entusiasmante” (Fig. 13).

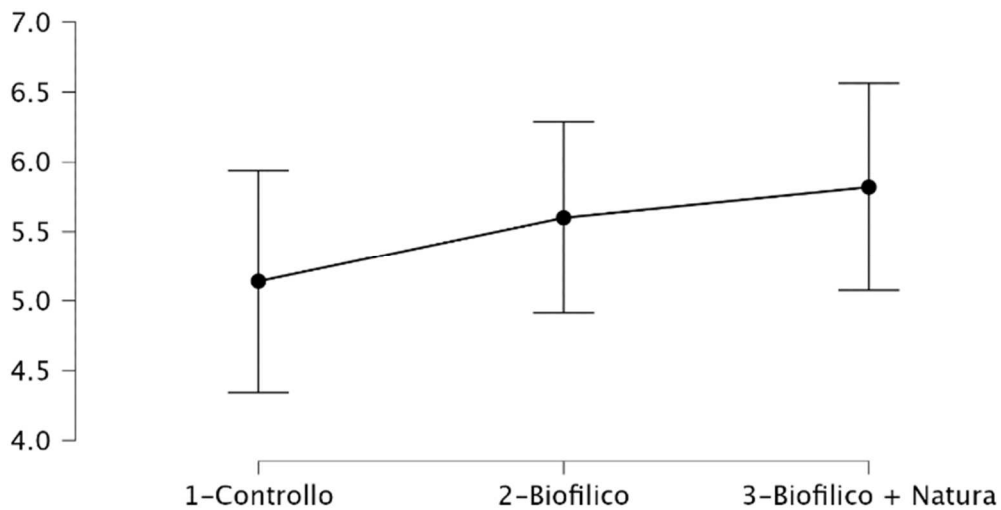


Fig. 13 - Grafico dei risultati di VQA, sottoscala "entusiasmante"

VQA – sottoscala "stimolante"

Dall'ANOVA non emerge alcun effetto statisticamente significativo [$F = 0.649_{(2,147)}$, $p = 0.524$, $\eta^2 p = 0.009$] in merito alla variabile "stimolante". È possibile quindi dalla lettura di questi dati dedurre come non vi sia un effetto significativo a confronto con la condizione di controllo. Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato in merito alla variabile "stimolante" (Fig. 14).

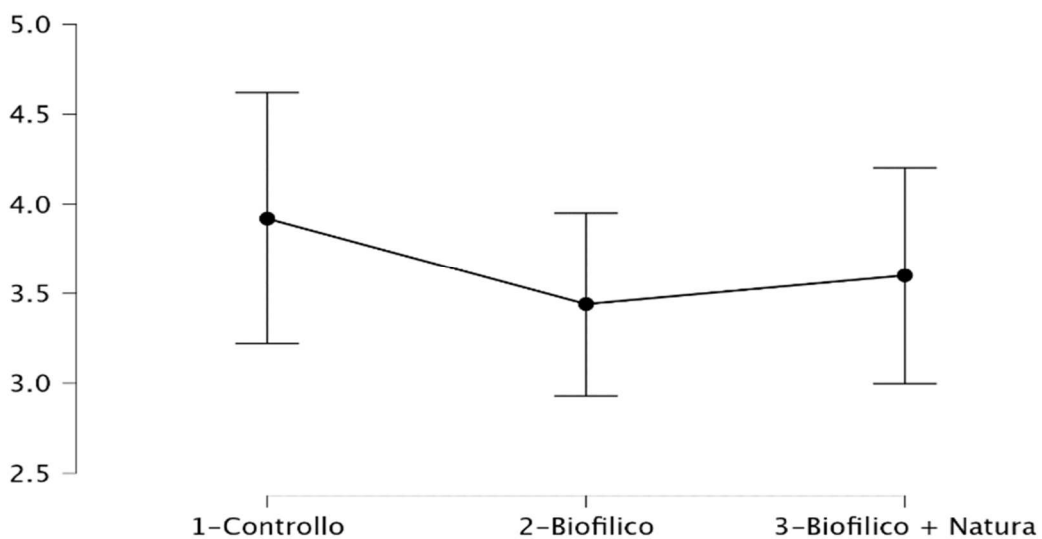


Fig. 14 - Grafico dei risultati di VQA, sottoscala "stimolante"

VQA – sottoscala "stressante"

Dall'ANOVA emerge un effetto statisticamente significativo [$F = 4.024_{(2,147)}$, $p = 0.020$, $\eta^2 p = 0.052$] in merito alla variabile "stressante" con particolare riscontro per ciò che concerne le condizioni "biofilico" e "biofilico + natura". Per ciò che riguarda la condizione "biofilico" si registra infatti una media di 2.420 (DS = 1.012); per ciò che concerne invece la condizione "biofilico + natura" si registra una media di 2.580 (DS = 1.180). Da ciò è possibile dedurre che entrambe queste due condizioni abbiano la capacità di produrre un effetto di maggiore riduzione dello stress percepito a confronto con la condizione di controllo (M = 3.100; DS = 1.515). Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato in merito alla variabile "stressante" (Fig. 15).

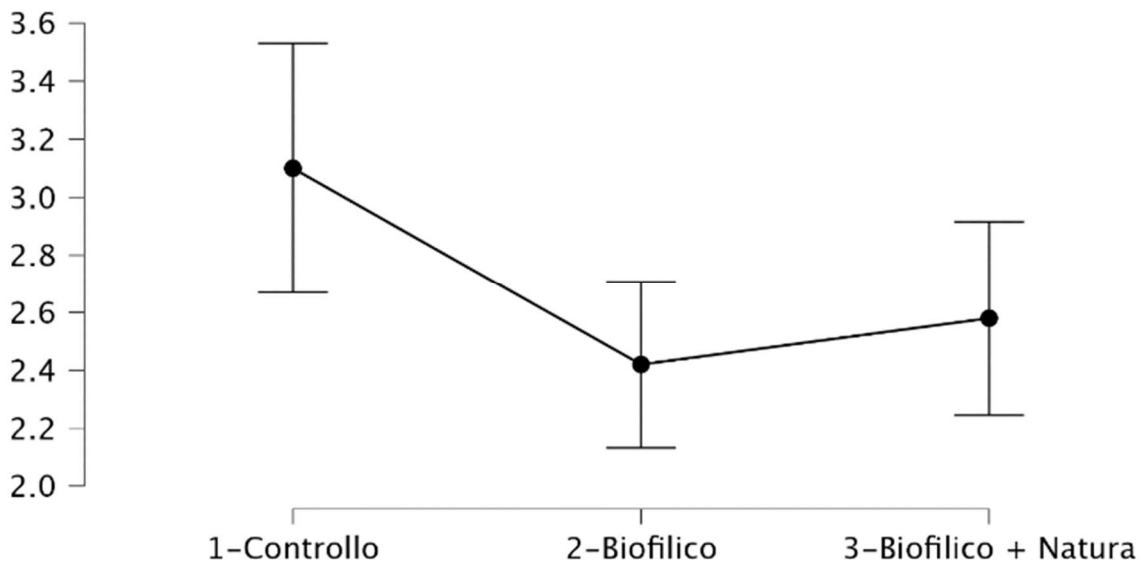


Fig. 15 - Grafico dei risultati di VQA, sottoscala "stressante"

VQA – sottoscala “spiacevole”

Dall'ANOVA emerge un effetto statisticamente significativo [$F = 10.065_{(2,147)}$, $p = < 0.001$, $\eta^2 p = 0.120$] in merito alla variabile “spiacevole” con particolare riscontro per ciò che concerne la condizione “biofilico + natura”. Per ciò che riguarda la condizione “biofilico + natura” si registra una media di 3.080 (DS = 1.805). Da ciò è possibile dedurre che la condizione “biofilico + natura” sia quella con la maggiore capacità di produrre un effetto di riduzione della percezione di non piacevolezza a confronto con la condizione di controllo (M = 5.020; DS = 2.559) e con la condizione “biofilico” (M = 3.580; DS = 2.304). Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato in merito alla variabile “spiacevole” (Fig. 16).

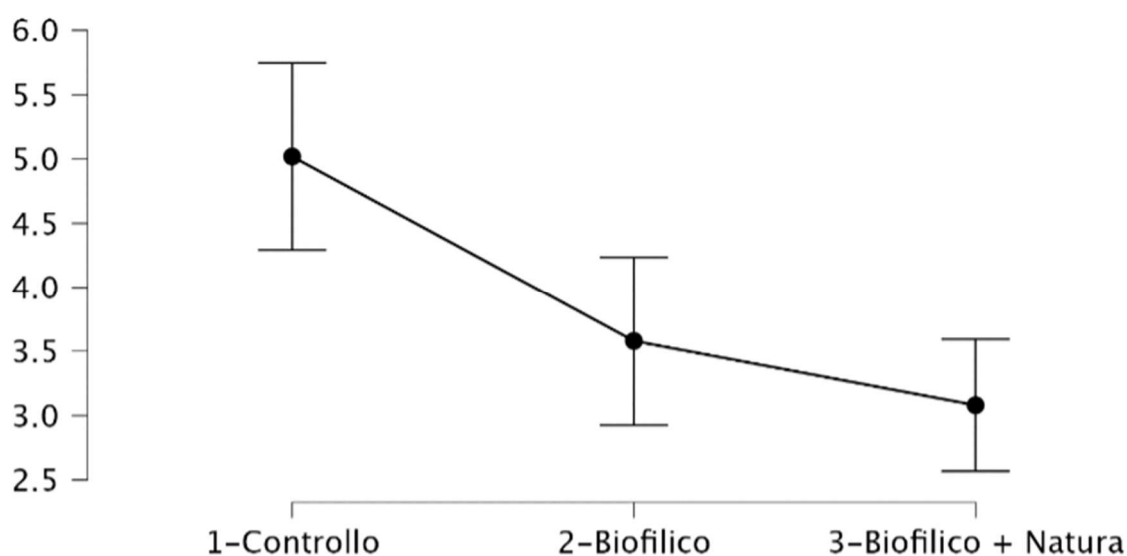


Fig. 16 - Grafico dei risultati di VQA, sottoscala “spiacevole”

VQA – sottoscala “deprimente”

Dall'ANOVA emerge un effetto statisticamente significativo [$F = 4.500_{(2,147)}$, $p = 0.013$, $\eta^2 p = 0.058$] in merito alla variabile “deprimente” con particolare riscontro

per ciò che concerne la condizione “biofilico + natura”. Per ciò che riguarda la condizione “biofilico + natura” si registra una media di 3.800 (DS = 2.090). Da ciò è possibile dedurre che la condizione “biofilico + natura” sia quella con la maggiore capacità di produrre un effetto di riduzione della percezione della variabile “deprimente” a confronto con la condizione di controllo (M = 5.260; DS = 2.497) e con la condizione “biofilico” (M = 4.180; DS = 2.919). Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell’effetto riscontrato in merito alla variabile “deprimente” (Fig. 17).

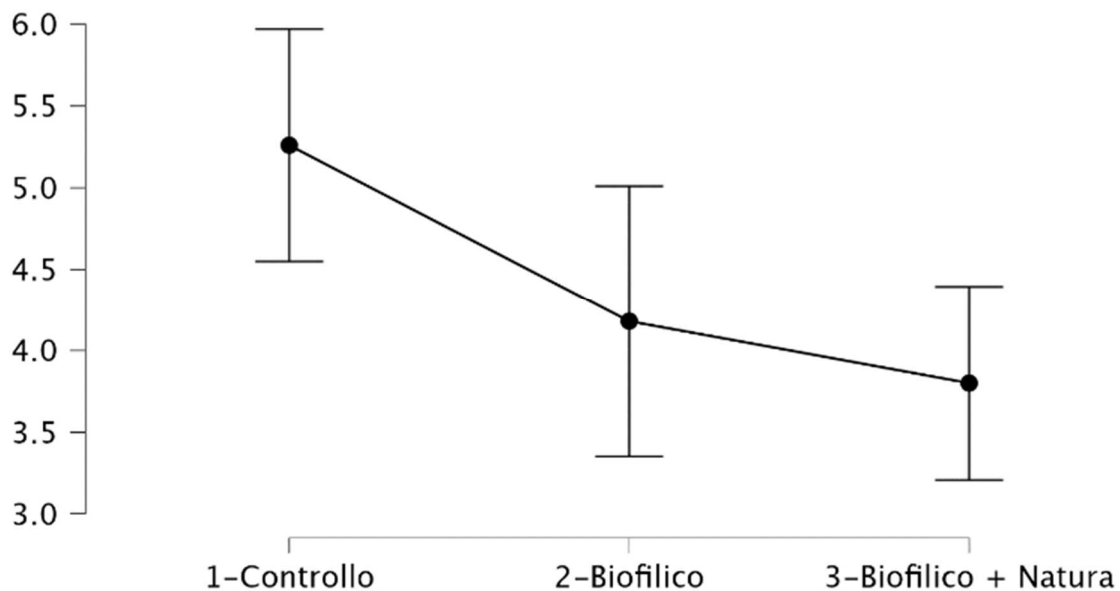


Fig. 17 - Grafico dei risultati di VQA, sottoscala “deprimente”

VQA – sottoscala “soporifero”

Dall'ANOVA non emerge alcun effetto statisticamente significativo [$F = 1.886_{(2,147)}$, $p = 0.155$, $\eta^2 p = 0.025$] in merito alla variabile “soporifero”. È possibile quindi dalla lettura di questi dati dedurre come non vi sia un effetto significativo a confronto con la condizione di controllo. Viene qui di seguito riportata la

rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato in merito alla variabile "soporifero" (Fig. 18).

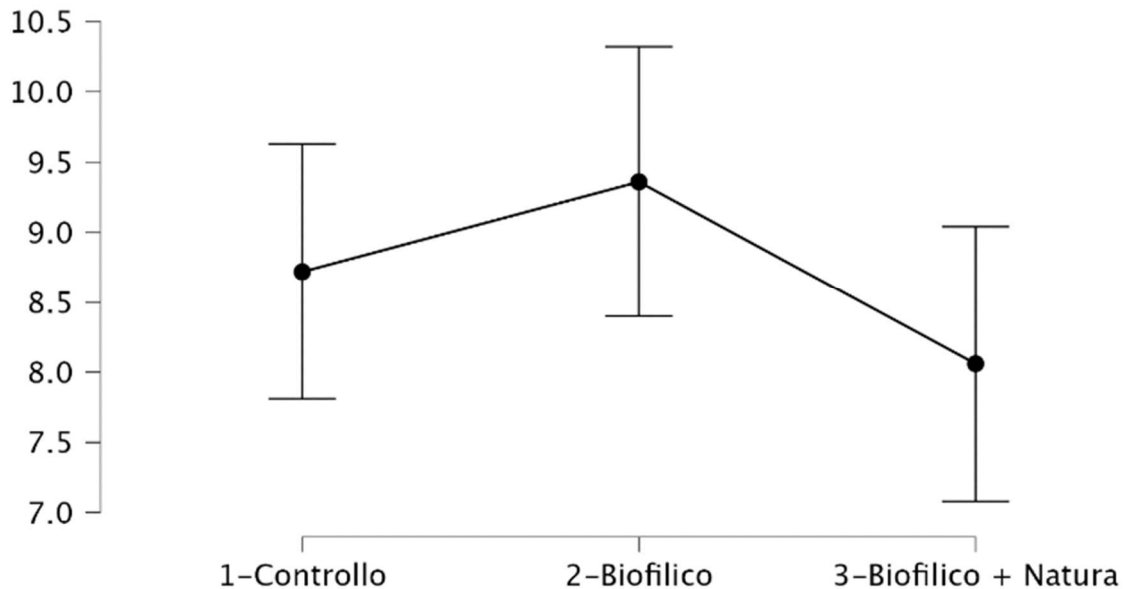


Fig. 18 - Grafico dei risultati di VQA, sottoscala "soporifero"

4.5 - Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT)

Il Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT) è stato qui utilizzato con l'obiettivo di indagare la capacità di recupero delle facoltà attentive e della memoria di lavoro dei soggetti, andando ad analizzare la differenza di prestazione tra il periodo pre-esposizione e quello post-esposizione. L'impegno del PASAT nella procedura sperimentale è stato inoltre mirato a creare stress negli individui sperimentati in un momento antecedente a quello dell'esposizione all'ambiente virtuale in modo tale da poter analizzare, immediatamente dopo l'esposizione, l'effetto di riduzione dello stress e di recupero delle capacità attentive atteso.

PASAT – risposte corrette

Dall'ANOVA a misure ripetute è possibile notare come vi sia un effetto statisticamente significativo [$F = 17.325_{(2,147)}$, $p = <0.001$, $\eta^2 p = 0.105$] rispetto la variabile "risposte corrette" per ciò che riguarda il rapporto tra i risultati ottenuti tra la fase pre e quella post esposizione all'ambiente virtuale. Al contrario non si riscontra un effetto statisticamente significativo in merito alla funzione di interazione fra i risultati pre e post e l'appartenenza ad un determinato gruppo sperimentale [$F = 2.844_{(2,147)}$, $p = 0.061$, $\eta^2 p = 0.037$]. Per ciò che riguarda poi l'analisi dell'ANOVA relativa alla variabile "gruppo sperimentale di appartenenza" non si riscontra alcun effetto statisticamente significativo a confronto con la condizione di controllo [$F = 0.243_{(2,147)}$, $p = 0.784$, $\eta^2 p = 0.003$]. È perciò possibile dedurre da queste analisi come l'incremento delle risposte corrette tra la fase pre-esposizione e quella post-esposizione non sia dovuto alla condizione sperimentale, quanto piuttosto alle differenze interpersonali fra i partecipanti. Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato (Fig. 19).

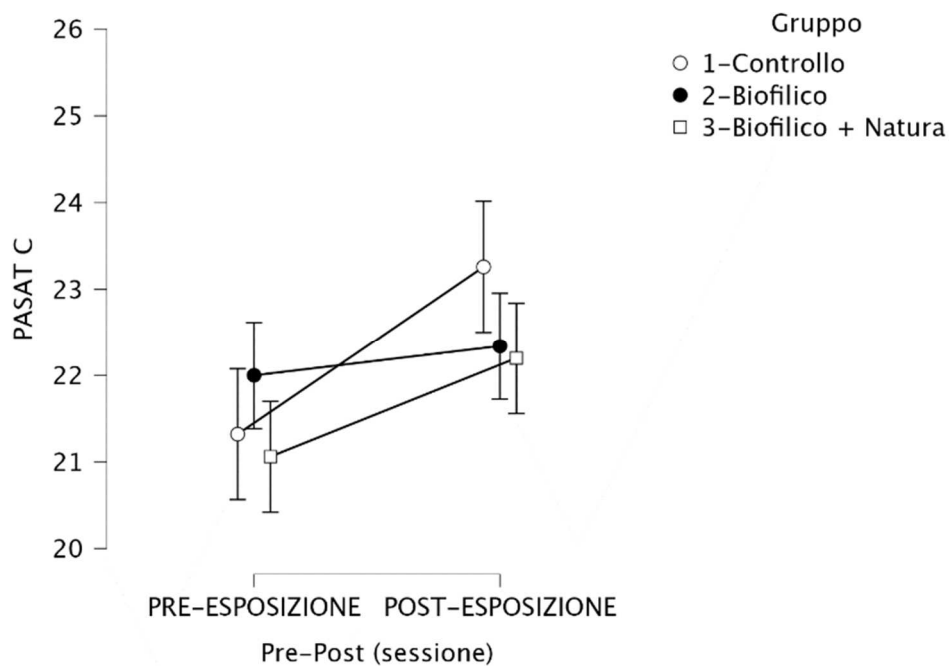


Fig. 19 - Grafico dei risultati di PASAT, risposte "corrette" al test.

PASAT – risposte sbagliate

Dall'ANOVA a misure ripetute è possibile notare come non vi sia un effetto statisticamente significativo [$F = 0.947_{(2,147)}$, $p = 0.332$, $\eta^2 p = 0.006$] rispetto la variabile "risposte sbagliate" sia per ciò che riguarda il rapporto tra i risultati ottenuti tra la fase pre e quella post esposizione all'ambiente virtuale, sia prendendo in considerazione la funzione di interazione fra i risultati pre e post e l'appartenenza ad un determinato gruppo sperimentale [$F = 0.191_{(2,147)}$, $p = 0.826$, $\eta^2 p = 0.003$]. Per ciò che riguarda poi l'analisi dell'ANOVA relativa alla variabile "gruppo sperimentale di appartenenza" non si riscontra altresì alcun effetto statisticamente significativo [$F = 0.589_{(2,147)}$, $p = 0.556$, $\eta^2 p = 0.008$] a confronto con la condizione di controllo. Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato (Fig. 20).

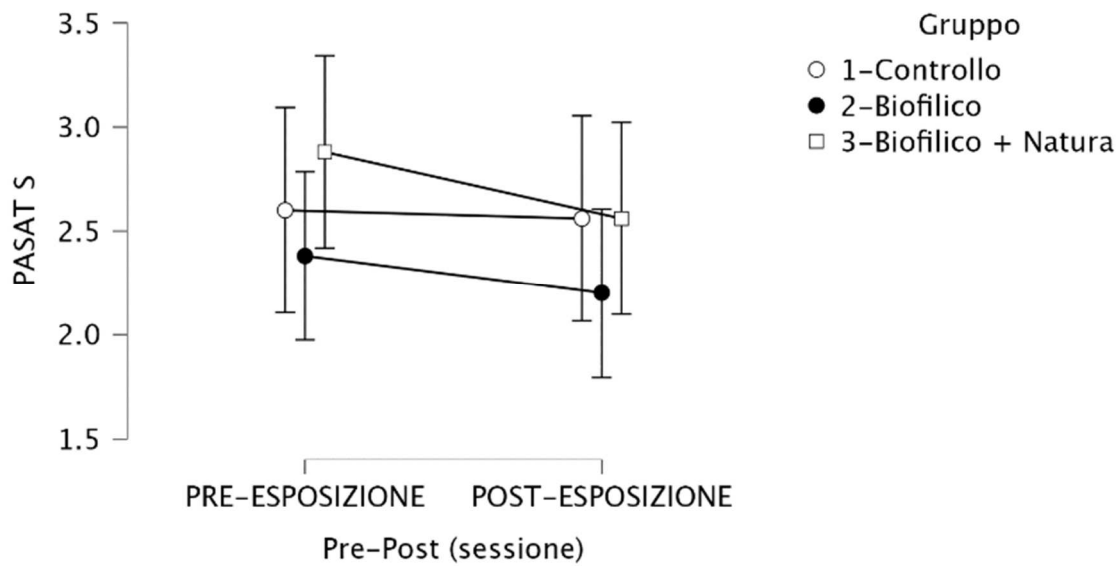


Fig. 20 - Grafico dei risultati di PASAT, risposte "sbagliate" al test.

PASAT – risposte non date

Dall'ANOVA a misure ripetute è possibile notare come sia riscontrabile un effetto statisticamente significativo [$F = 17.509_{(2,147)}$, $p = < 0.001$, $\eta^2 p = 0.106$] rispetto la variabile "risposte non date" sia per ciò che riguarda il rapporto tra i risultati ottenuti tra la fase pre e quella post esposizione all'ambiente virtuale, sia per ciò che riguarda la funzione di interazione fra i risultati pre e post e l'appartenenza ad un determinato gruppo sperimentale [$F = 4.886_{(2,147)}$, $p = 0.009$, $\eta^2 p = 0.062$]. Per ciò che riguarda poi l'analisi dell'ANOVA relativa alla variabile "gruppo sperimentale di appartenenza" non si riscontra alcun effetto statisticamente significativo [$F = 0.199_{(2,147)}$, $p = 0.820$, $\eta^2 p = 0.003$] a confronto con la condizione di controllo. Viene qui di seguito riportata la rappresentazione grafica dell'effetto riscontrato (Fig. 21).

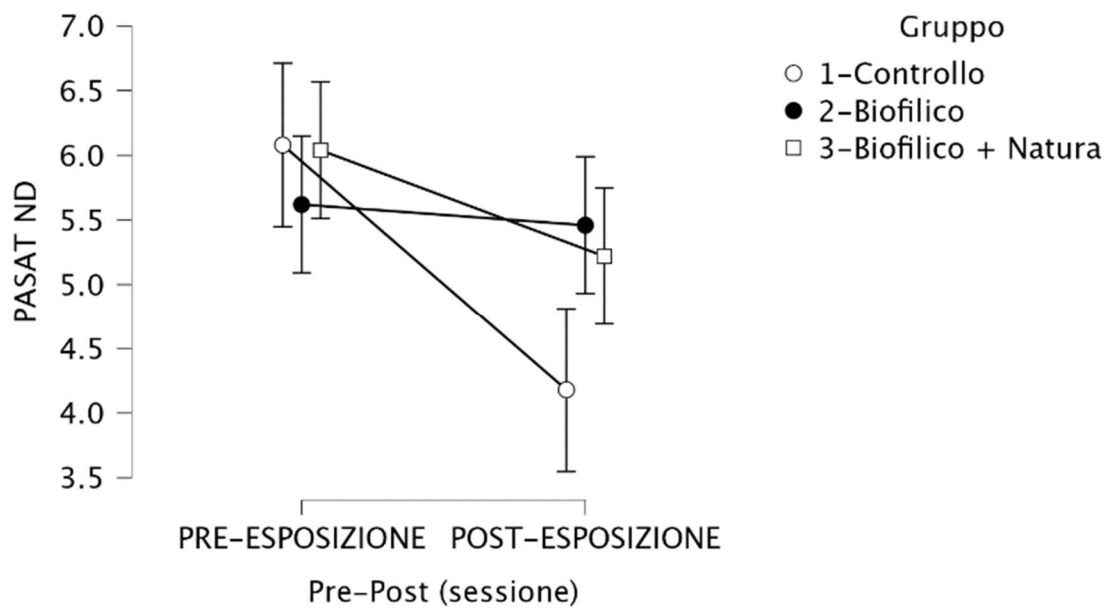


Fig. 21 - Grafico dei risultati di PASAT, risposte "non date" al test.

Discussione e Conclusioni

Il presente elaborato si è proposto di indagare gli effetti psicologici e psicofisiologici derivanti dall'esposizione ad un ambiente "biofilico" interno progettato e realizzato tramite l'impiego di render in realtà virtuale. L'elaborato è stato quindi suddiviso in quattro capitoli principali.

All'interno del primo capitolo è stata effettuata una iniziale presentazione in merito alla psicologia ambientale tramite l'illustrazione delle teorie fondanti della stessa: l'ipotesi della biofilia di Wilson, la Attention Restoration Theory (ART) formulata da Kaplan e Kaplan, e la Stress Reduction Theory (SRT) di Ulrich. Da qui si è poi passati alla descrizione di quelli che vengono definiti "stressors" ambientali e socioambientali, per poi passare alla spiegazione del costrutto di rigeneratività ambientale. Questo costrutto può in sintesi essere definito come l'insieme di quelle qualità appartenenti a determinati ambienti, in funzione di precisi fattori (fascinazione, fuga-distacco, ampiezza e compatibilità), capace di produrre o incrementare il benessere di un individuo che abita un determinato spazio. All'interno del secondo capitolo è stata quindi illustrata l'applicazione nell'ambito pratico del costrutto di rigeneratività ambientale. Nel primo paragrafo si è trattato in merito al concetto di restorative design come integrazione del concetto di rigeneratività ambientale all'interno di differenti spazi, che siano essi outdoor, indoor o realizzati tramite l'impiego della realtà virtuale. Da qui ci si è poi spostati nell'ambito più specifico della progettazione biofilica ponendo l'accento sulle caratteristiche o "pattern" fondamentali da tenere in conto nel momento in cui viene avviato un lavoro di progettazione, sia urbanistica che di interni, di carattere

biofilico. La trattazione è poi proseguita con una descrizione delle caratteristiche fisiche che differenti studi sperimentali hanno evidenziato essere i veicoli principali per l'incremento del benessere psicofisico degli individui che abitano gli spazi testati a livello sperimentale (Salingaros, N. A., 2015; Peters, T., & D'Penna, K., 2020). Infine, il secondo capitolo si chiude con un'esposizione delle analogie e differenze che sussistono tra progettazione biofilica e la sua applicazione in realtà virtuale, andando a porre il focus sugli studi sperimentali effettuati in merito, i quali hanno riscontrato risultati notevoli tramite l'impiego della realtà virtuale soprattutto per ciò che concerne il fattore di recupero delle facoltà attentive e della memoria di lavoro. Nel terzo capitolo il focus dell'elaborato si è spostato sulla ricerca effettuata tramite utilizzo della realtà virtuale all'interno dei laboratori della facoltà di psicologia dell'Università degli Studi di Padova. Si è partiti da un'iniziale illustrazione degli obiettivi generali e specifici della ricerca, passando per l'analisi dei partecipanti, dei metodi e degli strumenti, arrivando infine alla descrizione della procedura sperimentale utilizzata. All'interno dell'ultimo capitolo, infine, sono stati raccolti i risultati dei test rispettivi per ognuno dei tre obiettivi specifici considerati all'interno del presente elaborato. I dati analizzati sono quindi stati suddivisi in tre sezioni principali, ognuna delle quali relativa ad ognuno dei test impiegati nella sperimentazione. Per quanto riguarda il test "Perceived Restorativeness Scale" (PRS-11) sono stati rilevati risultati statisticamente significativi in relazione sia alla valutazione dei risultati prodotti dall'analisi totale della percezione di rigeneratività, sia per ciò che riguarda le sottoscale "being away" e "fascination" con specifico riferimento alle condizioni sperimentali denominate "biofilico" e "biofilico + natura". Questi dati dimostrano

come vi sia un effetto positivo di percezione di rigeneratività ambientale sia a livello generico che specifico per le variabili sopra descritte. Al contrario non si riscontra un effetto statisticamente significativo per le variabili “coherence” e “scope”. Tramite questi risultati è quindi possibile dedurre come il fattore di piacevolezza e la capacità di un ambiente di far sentire l'individuo che lo abita lontano dal luogo in cui si trova siano fondamentali, in accordo alla letteratura in merito, per restituire al soggetto una percezione di rigeneratività delle proprie risorse cognitive. Analizzando i dati relativi al questionario di Valutazione delle Qualità Affettive dei luoghi (VQA – Modello circonflesso di Russell) è stato possibile riscontrare come vi siano effetti positivi per le variabili “rilassante”, “piacevole”, “stressante”, “spiacevole” e “deprimente”, al contrario di quelli relativi alle variabili “entusiasmante”, “stimolante” e “soporifero”, in relazione alle condizioni sperimentali denominate “biofilico” e “ biofilico + natura”. Andando ad analizzare i risultati statisticamente significativi e positivi possiamo notare come vi sia un incremento delle sensazioni di rilassamento e piacevolezza, ma è possibile anche notare come l'effetto positivo riscontrato nelle altre tre variabili sia imputabile ad un decremento delle sensazioni di stress, spiacevolezza e depressione. Analizzando infine i dati relativi al Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT) è possibile dedurre come vi siano effetti statisticamente positivi sia per ciò che riguarda la valutazione delle risposte positive al test che relativamente alla variabile “risposte non date”. Per quanto riguarda la variabile “risposte corrette” è possibile notare come vi sia un effetto statisticamente significativo di aumento del numero di risposte corrette dalla fase pre a quella post-esposizione a livello generico e, quindi, non imputabile alla differenza di

condizione sperimentale alla quale i soggetti sono stati assegnati. Per ciò che concerne invece la variabile “risposte sbagliate” non si riscontra alcun effetto statisticamente significativo né a livello generale né a causa dell'appartenenza a condizioni sperimentali differenti. Per ciò che riguarda la variabile risposte “non date”, infine, si registra un effetto statisticamente significativo sia a livello generale che per ciò che concerne l'appartenenza ad uno dei gruppi sperimentali assegnati, con maggiore attenzione al gruppo “controllo”, il quale presenta i risultati più significativi in termini di riduzione delle risposte non date dalla fase pre a quella post-esposizione. Questi risultati, perciò, evidenziano un generale miglioramento nella seconda somministrazione del test PASAT che potrebbe essere imputato all'effetto di apprendimento del compito al quale il suddetto test, secondo la letteratura in merito, risulta essere particolarmente soggetto.

LIMITI DELLA PROCEDURA SPERIMENTALE

Analizzando la procedura sperimentale, i limiti che possono essere riscontrati, sono legati principalmente alla percezione di immersività nell'ambiente virtuale ed al posizionamento del bracciale Empatica. Per ciò che riguarda la percezione di immersività, si può ipotizzare un limite in merito a ciò che concerne l'ingresso e la permanenza all'interno dell'ambiente virtuale. Nei primi trenta secondi all'interno dell'ambiente virtuale, il partecipante, essendo “trasportato” virtualmente all'interno della stanza tramite un movimento di “trascinamento” in avanti, non esperisce una sensazione effettiva di camminamento e questo potrebbe influenzare le successive percezioni all'interno dell'ambiente virtuale. Per ciò che invece riguarda il posizionamento del bracciale Empatica, il problema riscontrabile può essere relativo alla capacità del bracciale di acquisire dati

relativi alla conduttanza cutanea. Il polso, a livello fisiologico, possiede una capacità minore rispetto ad altre parti del corpo di produrre sudore a causa della scarsa quantità di ghiandole sudoripare ivi presenti.

PROSPETTIVE FUTURE

In base alle analisi e ai limiti sperimentali esaminati, sarebbe utile cercare di effettuare alcuni accorgimenti che potrebbero risultare cruciali nel processo di promozione del benessere tramite l'esposizione ad ambienti costruiti in realtà virtuale. In primo luogo, sarebbe utile migliorare la strumentazione di supporto della realtà virtuale per garantire una maggiore sensazione di immersività nell'ambiente proposto tramite l'impiego di sensori che possano restituire in modo più fedele la percezione del proprio corpo, o in questo caso del proprio "avatar", all'interno della struttura in questione. Inoltre, sarebbe utile approfondire gli studi relativi alla luminosità dell'ambiente virtuale poiché, come da precedente letteratura in merito, si è notato come questa influisca pesantemente, in base alle caratteristiche della stessa, sulla sensazione di benessere percepito e piacevolezza di un ambiente costruito. Questi accorgimenti sarebbero quindi funzionali a restituire una percezione maggiormente realistica dell'ambiente e dello spazio occupato dal soggetto all'interno dello stesso, contribuendo ad un incremento anche in termini di appetibilità e piacevolezza, fattori che, come visto in precedenza, sono fondamentali per la promozione del benessere. Sarebbe infine utile considerare l'utilizzo di dispositivi per la registrazione degli indici fisiologici da applicare in zone più funzionali con l'obiettivo di ottenere dati che permettano un'analisi più accurata di indici come: "battito cardiaco", "variazione di frequenze cardiache" e "conduttanza cutanea".

BIBLIOGRAFIA

- Berman, M. G., Jonides, J., & Kaplan, S. (2008). The cognitive benefits of interacting with nature. *Psychological science*, 19(12), 1207-1212.
- Bolten, B., & Barbiero, G. (2020). Biophilic Design: How to enhance physical and psychological health and wellbeing in our built environments.
- Emamjomeh, A., Zhu, Y., & Beck, M. (2020). The potential of applying immersive virtual environment to biophilic building design: A pilot study. *Journal of Building Engineering*, 32, 101481.
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge university press.
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of environmental psychology*, 15(3), 169-182.
- Kellert, S., & Calabrese, E. (2015). The practice of biophilic design. *London: Terrapin Bright LLC*, 3, 21-46.
- Killen, S. S., Marras, S., Metcalfe, N. B., McKenzie, D. J., & Domenici, P. (2013). Environmental stressors alter relationships between physiology and behaviour. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(11), 651-658.
- Lamb, S., & Kwok, K. C. (2016). A longitudinal investigation of work environment stressors on the performance and wellbeing of office workers. *Applied ergonomics*, 52, 104-111.
- Louv, R. (2009). An Overview of Last Child in the Woods. *Colleagues*, 4(1), 5.
- Mollazadeh, M., & Zhu, Y. (2021). Application of virtual environments for biophilic design: a critical review. *Buildings*, 11(4), 148.
- Ohly, H., White, M. P., Wheeler, B. W., Bethel, A., Ukoumunne, O. C., Nikolaou, V., & Garside, R. (2016). Attention Restoration Theory: A systematic review of the attention restoration potential of exposure to natural environments. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 19(7), 305-343.
- Pazzaglia, F., Tizi, L., (2022) *Che cos'è il restorative design*. Carocci editore

- Peters, T., & D'Penna, K. (2020). Biophilic design for restorative university learning environments: A critical review of literature and design recommendations. *Sustainability*, 12(17), 7064.
- Ryan, C. O., Browning, W. D., Clancy, J. O., Andrews, S. L., & Kallianpurkar, N. B. (2014). Biophilic design patterns: emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment. *ArchNet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 8(2), 62.
- Salingaros, N. A. (2015). *Biophilia & healing environments: healthy principles for designing the built world*. New York, NY, USA: Terrapin Bright Green.
- Sanchez, J. A., Ikaga, T., & Sanchez, S. V. (2018). Quantitative improvement in workplace performance through biophilic design: A pilot experiment case study. *Energy and Buildings*, 177, 316-328.
- Song, C., Ikei, H., & Miyazaki, Y. (2019). Physiological effects of forest-related visual, olfactory, and combined stimuli on humans: An additive combined effect. *Urban Forestry & Urban Greening*, 44, 126437.
- Steg, L., Van del Berg, A., & De Groot, J. (2013). *Manuale di psicologia ambientale e dei comportamenti ecologici*. Edizioni FerrariSinibaldi.
- Stevenson, M. P., Schilhab, T., & Bentsen, P. (2018). Attention Restoration Theory II: A systematic review to clarify attention processes affected by exposure to natural environments. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 21(4), 227-268.
- Tennessen, C. M., & Cimprich, B. (1995). Views to nature: Effects on attention. *Journal of environmental psychology*, 15(1), 77-85.
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of environmental psychology*, 11(3), 201-230.
- Van den Berg, A. E., Jorgensen, A., & Wilson, E. R. (2014). Evaluating restoration in urban green spaces: Does setting type make a difference?. *Landscape and Urban Planning*, 127, 173-181.
- Yang, T., Barnett, R., Fan, Y., & Li, L. (2019). The effect of urban green space on uncertainty stress and life stress: A nationwide study of university students in China. *Health & place*, 59, 102199.

- Yin, J., Zhu, S., MacNaughton, P., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2018). Physiological and cognitive performance of exposure to biophilic indoor environment. *Building and Environment*, 132, 255-262.
- Yin, J. (2019). *Bringing nature indoors with virtual reality: human responses to Biophilic design in buildings* (Doctoral dissertation, Harvard University).
- Yin, J., Arfaei, N., MacNaughton, P., Catalano, P. J., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2019). Effects of biophilic interventions in office on stress reaction and cognitive function: A randomized crossover study in virtual reality. *Indoor air*, 29(6), 1028-1039.
- Yin, J., Yuan, J., Arfaei, N., Catalano, P. J., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2020). Effects of biophilic indoor environment on stress and anxiety recovery: A between-subjects experiment in virtual reality. *Environment International*, 136, 105427.