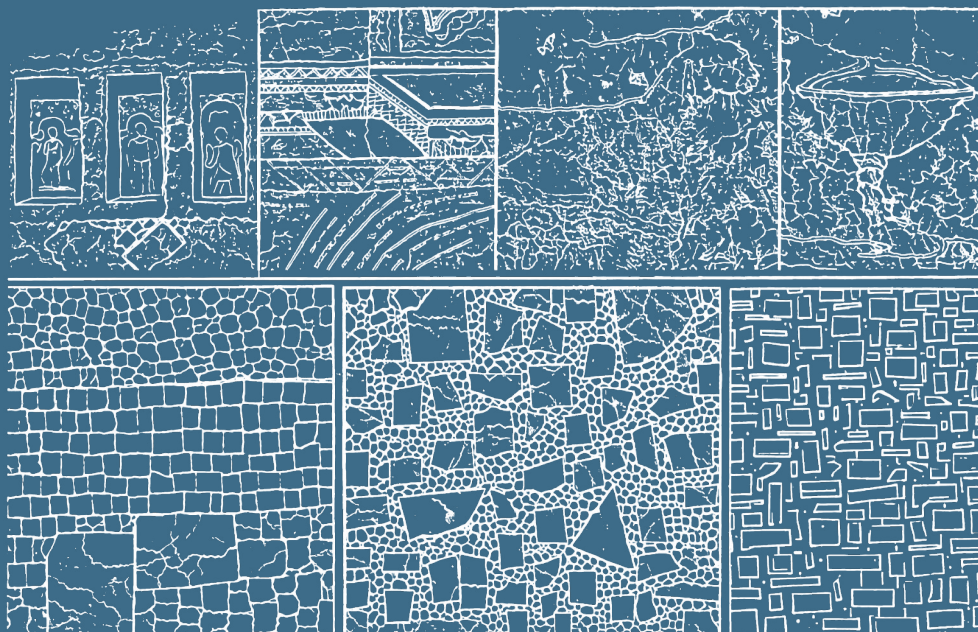


CLIMATE CHANGE E SOSTENIBILITÀ DEI TERRITORI TRA RISCHI AMBIENTALI E ANTROPICI

a cura di
IRENE FANTAPPIÈ e SARA ZUCCARINO



Che cosa significa oggi abitare il pianeta? Questo volume affronta la domanda attraversando saperi e linguaggi diversi: dalle scienze ambientali al diritto, dalla matematica alle scienze sociali, dalla filosofia alla letteratura. Articolato in tre sezioni – cornici etiche, culturali e letterarie; strumenti e governance per la sostenibilità dei territori; ruolo delle università e della ricerca – il volume propone dunque una lettura transdisciplinare del cambiamento climatico come una questione insieme scientifica, politica e simbolica. Al centro, il territorio come luogo di crisi ma anche di sperimentazione, in cui si ridefiniscono le relazioni tra umano, non umano e tecnologia. I saggi indagano sia i rischi e le trasformazioni del passato e del presente, sia anche le possibilità di risposta: modelli sostenibili, strategie di mitigazione e adattamento, pratiche di coabitazione, nuove forme di consapevolezza. Ne emerge un invito a pensare la transizione ecologica come processo culturale e sociale oltre che tecnico, fondato su responsabilità condivisa e giustizia intergenerazionale.

What does it mean to inhabit the planet today? This volume addresses the question by bringing into dialogue diverse fields of knowledge and forms of expression: from environmental sciences to law, from mathematics to the social sciences, from philosophy to literature. Organized into three sections – ethical, cultural and literary frameworks; tools and governance for the sustainability of territories; and the role of universities and research – the volume offers a transdisciplinary perspective on climate change as at once a scientific, political, and symbolic issue. The territory is conceived as both a site of crisis and a space of experimentation, where relationships between humans, non-humans, and technology are being reconfigured. The essays explore not only risks and transformations, but also possible responses: sustainable models, strategies for mitigation and adaptation, practices of cohabitation, and new forms of awareness. Ultimately, the volume invites readers to rethink ecological transition as a cultural and social process, as well as a technical one, grounded in shared responsibility and intergenerational justice.



Copyright © EUC - 2026
EDIZIONI UNIVERSITÀ DI CASSINO

CENTRO EDITORIALE DI ATENEO
Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale
Campus universitario – Palazzo degli Studi
Località Folcara – 03043 Cassino (FR), Italia
e-mail: editoria@unicas.it

ISBN 978-88-8317-149-9

I contenuti della pubblicazione possono essere utilizzati purché se ne citi la fonte e non vengano modificati il senso e il significato dei testi in esso contenuti.

Il CEA, Centro Editoriale di Ateneo, e l'Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale non sono in alcun modo responsabili dell'uso che viene effettuato dei testi presenti nel volume, di eventuali modifiche ad essi apportate e delle conseguenze derivanti dal loro utilizzo.



EBOOK

Gli e-book di EUC – Edizioni Università di Cassino sono pubblicati con licenza:

Creative Commons Attribution 4.0 International
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Pubblicato in versione digitale su archivi online in *open access* nel mese di luglio 2026.

In copertina una rielaborazione grafica di un collage di immagini raffiguranti alcune decorazioni del Ninfeo Ponari di Cassino. Si ringrazia il dott. Adolfo Panarello per la gentile concessione all'utilizzo.

COLLANA SCIENTIFICA
e-book

CLIMATE CHANGE
E SOSTENIBILITÀ DEI TERRITORI
TRA RISCHI AMBIENTALI E ANTROPICI

a cura di
IRENE FANTAPPIÈ e SARA ZUCCARINO



EDIZIONI UNIVERSITÀ DI CASSINO

Centro Editoriale di Ateneo – Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale | 2026

Indice

Prefazione

MARCO DELL'ISOLA pag. 7

Introduzione

ALESSANDRA SANNELLA pag. 9

Ringraziamenti

IRENE FANTAPPIÈ, SARA ZUCCARINO pag. 15

PARTE PRIMA

CORNICI ETICHE, CULTURALI E LETTERARIE

Distruggere la natura grave peccato.

Una riflessione sulla Laudato si' a dieci anni di distanza

LUIGI DI SANTO pag. 21

Comunità 'ibride'. Contributi dell'etologia filosofica a nuovi modelli della coabitazione uomo-animali

MARCO CELENTANO pag. 33

Il Ninfeo Ponari di Cassino: rischi e strategie di valorizzazione tra cambiamenti climatici e pressioni antropiche

EUGENIO POLITO, ARTURO GALLOZZI, VINCENZO GRAFFEO,
FRANCESCA PIERDOMINICI pag. 51

Il Decamerone e i sistemi evolutivi complessi

GIULIO DE JORIO FRISARI pag. 77

Antonio Machado ecologista ante litteram

ROBERTA ALVITI pag. 95

La grande cecità / La grande rimozione. (Im)pensabilità e (ir)rappresentabilità del cambiamento climatico nel saggio letterario (Amitav Ghosh) e nel graphic essay (Roberto Grossi)

IRENE FANTAPPIÈ pag. 113

PARTE SECONDA

STRUMENTI, GOVERNANCE E TRAIETTORIE OPERATIVE PER LA SOSTENIBILITÀ DEI TERRITORI

- Sostenibilità territoriale, autonomia negoziale e metamorfosi del diritto privato*
SARA ZUCCARINO pag. 131
- Cambiamento climatico: scenari e prospettive per le aree rurali*
GIANLUCA GROSSI, VALENTINA POLSINELLI pag. 151
- Tra doveri climatici e pianificazione energetica: la discrezionalità amministrativa alla prova della sostenibilità*
JIADA DOMANICO pag. 169
- Nonlinear Modeling of Vegetation Indices under Climate Variability*
ABDULRAHMAN ABDULRAHMAN pag. 187
- Verso una democrazia energetica territoriale: il contributo delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) nella lotta alla povertà energetica*
EMANUELE MIGLIORELLI pag. 207

PARTE TERZA

RUOLO DELLE UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA NELLA TRANSIZIONE CLIMATICA

- La circolarità per la gestione sostenibile delle batterie agli ioni di litio: analisi biometrica e contenutistica della letteratura manageriale*
VINCENZO FORMISANO, MARIA FEDELE,
GRAZIA MARIA ALESSANDRA LENA, SARA KULLAFI pag. 231
- The University and the Need for Bifurcation for Sustainable Futures*
PAUL HAYES, JAN C. SCHMIDT, ESTER TORIBIO-ROURA,
CERI ALMROTT, NOEL FITZPATRICK, ALESSANDRA SANNELLA pag. 267
- Raising Awareness on Climate Change Among University Students: an Enterprising Journey*
SIMONA BALZANO, MARCELLO DE ROSA, DEIRDRE MCQUILLAN pag. 315

Prefazione

Il cambiamento climatico rappresenta oggi una delle sfide più complesse e urgenti che la comunità scientifica, le istituzioni e la società nel suo insieme sono chiamate ad affrontare. Non si tratta soltanto di un fenomeno ambientale, ma di una trasformazione profonda che investe i sistemi economici, sociali e culturali, imponendo una revisione dei nostri modelli di sviluppo e delle nostre categorie interpretative. In questo quadro, il ruolo dell'Università si configura come cruciale: luogo di produzione e trasmissione del sapere in una prospettiva sostenibile del futuro, ma soprattutto comunità educante e spazio di responsabilità civile.

Il presente Volume d'Ateneo, promosso dalla Delega per lo Sviluppo Sostenibile e dal Comitato di Ateneo per lo Sviluppo Sostenibile, si inserisce pienamente in questa prospettiva, proponendo una riflessione ampia e articolata sul rapporto tra cambiamento climatico e sostenibilità dei territori. La sua struttura – che attraversa cornici etiche, culturali e letterarie, strumenti di governance e traiettorie operative, nonché il ruolo delle università e della ricerca – restituisce con efficacia la natura intrinsecamente transdisciplinare della questione climatica.

Desidero pertanto esprimere un sentito ringraziamento alle curatrici, Irene Fantappiè e Sara Zuccarino, per il lavoro rigoroso e appassionato con cui hanno ideato e coordinato questo progetto editoriale, riuscendo a valorizzare la pluralità di competenze presenti nel nostro Ateneo e a costruire un dialogo fecondo tra ambiti disciplinari differenti.

Particolarmente significativo è il coinvolgimento, all'interno del volume, di tutti i Dipartimenti dell'Università di Cassino e del Lazio Meridionale. Tale partecipazione testimonia non solo la ricchezza e la vitalità della nostra comunità accademica, ma anche la consapevolezza condivisa che le grandi sfide contemporanee richiedono approcci integrati, capaci di superare i confini tradizionali tra le discipline. Accanto a questa dimensione interna, il volume si arricchisce ulteriormente grazie al contributo dei partner dell'alleanza europea EUt+, a conferma della vocazione internazionale del nostro Ateneo e del valore strategico delle reti di cooperazione accademica nella costruzione di conoscenze e pratiche orientate alla sostenibilità.

Prefazione

MARCO DELL'ISOLA

Dai saggi qui raccolti emerge con chiarezza come il territorio del Lazio Meridionale si configuri oggi non solo come spazio di criticità – segnato da rischi ambientali e pressioni antropiche – ma anche come laboratorio di sperimentazione, in cui si elaborano modelli innovativi di convivenza tra esseri umani, ecosistemi e tecnologie. In questa prospettiva, il volume offre un contributo importante alla riflessione sulla transizione ecologica, intesa non soltanto come insieme di soluzioni tecniche, ma come ripensamento complessivo dei modelli di convivenza, orientato a una responsabilità diffusa e a una rinnovata attenzione verso le generazioni future.

Nel promuovere iniziative come questa, il nostro Ateneo ribadisce il proprio impegno a favore di una ricerca capace di incidere concretamente sui territori e di dialogare con le istituzioni, le imprese e la società civile. Questo volume ne è una testimonianza significativa: un lavoro corale che coniuga rigore scientifico, apertura interdisciplinare e attenzione alle sfide del presente.

Confido che le riflessioni qui proposte possano contribuire ad alimentare un dibattito consapevole e costruttivo, stimolando nuove linee di ricerca e pratiche orientate alla sostenibilità e alla cura della nostra ‘casa comune’ e, al tempo stesso favorire la sperimentazione, all’interno del nostro Ateneo, di buone pratiche capaci di tradurre tali principi di sostenibilità in modelli concreti di applicazione.

Marco Dell’Isola

Rettore dell’Università di Cassino e del Lazio Meridionale

Introduzione

Nel rugby esiste un *terzo tempo* che, per il suo valore simbolico, segna il passaggio dalla competizione all'incontro, al dialogo e alla condivisione. È in questo spazio che nascono relazioni sincere, spesso amicizie durature, capaci di superare la gara. Anche i tifosi vi prendono parte, riducendo la distanza tra chi è in campo e chi ha sostenuto la propria squadra dagli spalti. In ambito universitario, questa dimensione trova riscontro nella cosiddetta *Terza missione*: l'insieme delle attività con cui le università interagiscono con la società civile, il territorio e il tessuto imprenditoriale, affiancando didattica e ricerca per promuovere la crescita economica, sociale e culturale. Così si configura la *Terza missione* dell'Università di Cassino e del Lazio Meridionale: il tempo in cui l'ateneo unisce le proprie funzioni fondamentali per incontrare la cittadinanza, condividere conoscenza, costruire legami e generare valore comune. Dopo il confronto delle idee e il rigore dello studio, si apre lo spazio della partecipazione: un *terzo tempo* in cui sapere e comunità si riconoscono come parte della stessa *équipe*. Questo spirito trova espressione nei volumi di Ateneo che, da anni, danno continuità alle numerose attività svolte. Il presente testo, *Climate change e sostenibilità dei territori tra rischi ambientali e antropici*, sesto della serie, curato da Irene Fantappiè e Sara Zuccarino, si inserisce in questo percorso come voce corale. Il volume affronta il tema dell'accelerazione del cambiamento climatico, ormai non più uno scenario futuro ma una realtà presente: una condizione che ridefinisce priorità, stili di vita, modelli produttivi e forme di governance, e interpella in profondità anche il ruolo delle istituzioni della conoscenza. Come Delegata del Rettore allo Sviluppo Sostenibile, sento con chiarezza che la responsabilità dell'Ateneo non consiste soltanto nell'aderire a un'agenda globale, ma nel contribuire attivamente alla sua trasformazione in pratiche, strumenti, politiche, linguaggi e percorsi educativi capaci di incidere sui territori e di produrre innovazione sociale. La sostenibilità rappresenta molto più dell'insieme dei 17 obiettivi: è una grammatica del futuro attraverso cui ripensare, in chiave transdisciplinare, le interdipendenze tra saperi, istituzioni, persone e ambiente.

1. La sfida sistemica: esposoma, vulnerabilità e interdipendenze

Il volume si colloca all'interno di una consapevolezza scientifica ormai consolidata: i mutamenti ambientali entrano in relazione con la salute, le opportunità e le condizioni materiali ed esistenziali delle comunità umane in una complessità caleidoscopica. Il concetto di esposoma esprime con forza questa complessità, rivelando come l'intero insieme delle esposizioni ambientali – fisiche, chimiche, biologiche e sociali – agisca cumulativamente sulle traiettorie di vita e sulle disuguaglianze. Questo è ampiamente dimostrato dai dati che abbiamo sul nostro paese. In Italia, i costi, dal punto di vista umano, sociale ed economico, del cambiamento climatico si manifestano in modo sempre più evidente non solo sul piano ambientale, ma anche su quello umano e sociale. Secondo il *Climate Risk Index 2026* (1), nel periodo compreso tra il 2006 e il 2026, si stima che in Italia gli eventi climatici estremi – in particolare le ondate di calore e, in misura minore, le alluvioni – abbiano causato complessivamente tra le 30.000 e le 40.000 vittime, con una netta prevalenza degli effetti legati al caldo estremo, fenomeno che si conferma come il principale fattore di mortalità climatica nel contesto europeo, come evidenziato dall'*European Environment Agency* (2). Questi dati delineano già un impatto significativo sulle popolazioni ed evidenziano l'urgenza di interventi immediati. Si registrano ulteriori costi sul piano economico: i danni cumulati hanno raggiunto circa 90 miliardi di euro nel periodo 1980-2020¹ e, secondo le stime di Greenpeace Italia (3), a ciò vanno aggiunti ulteriori 19 miliardi di euro registrati negli ultimi anni (2015-2024) per frane e alluvioni. Come noto, a questi eventi estremi bisogna aggiungere anche i danni delle perdite nei settori produttivi, in particolare agricoli, con cali che in annate critiche possono arrivare, secondo i dati ISPRA (4) fino al 25% della produzione risicola, al 10% del grano e al 15% della frutta, nonché una crescente esposizione delle comunità: una quota significativa di edifici e infrastrutture sensibili, fino a circa il 14,6%, risulta infatti collocata in aree a rischio idrogeologico. Tali impatti non si distribuiscono in modo uniforme, ma amplificano le vulnerabilità già esistenti, accentuando le disuguaglianze territoriali e sociali e ponendo una pressione crescente sui sistemi di welfare e sulle istituzioni pubbliche, anche alla luce di costi futuri stimati fino a una quota compresa tra lo 0,5% e l'8% del PIL entro la fine del secolo, come sottolineato nel 2021 dal CMCC (5). Il

¹ Cfr. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2021.

dialogo sulla sostenibilità a livello di Ateneo significa riconoscere che la questione relativa alla crisi climatica non riguarda solo l'atmosfera, la biodiversità o l'energia: riguarda la quotidianità concreta delle persone che abitano un campus, vivono un territorio, lavorano in reti istituzionali e comunitarie, e hanno una responsabilità nel perimetro dell'approccio *One Health*. Significa riconoscere la sostenibilità come determinante sociale dei diritti e dell'uguaglianza e, come tale, richiede che il sapere universitario sia capace di leggere e trasformare le *connessioni* che attraversano le nostre società.

2. Il Piano Strategico e il Piano di Sostenibilità: la rotta dell'Ateneo

Negli ultimi anni l'Ateneo ha scelto con decisione di collocare la sostenibilità nel quadro dello Statuto di Ateneo, ma anche al centro della propria programmazione, che passa dal Piano Strategico al Piano di Sostenibilità 2023-2025 (6). In particolare, la volontà di impegnarsi per lo sviluppo sostenibile si è tradotta in alcune direttive specifiche, tra cui la *conoscenza responsabile*: fare ricerca e didattica che misurino i propri impatti e contribuiscano allo sviluppo sostenibile secondo criteri di equità, inclusione, trasparenza e innovazione. La *governance sostenibile*: orientare le scelte, gli investimenti, le procedure e le infrastrutture verso la riduzione dell'impronta ambientale, la valorizzazione dell'efficienza energetica e la promozione della partecipazione. Non ultimo, il dialogo della *Terza missione*: agire come attore territoriale capace di attivare comunità, istituzioni, imprese e cittadini in percorsi condivisi per la transizione sociale. Si evince che la trasversalità voluta riguarda tutti gli ambiti dell'università.

3. La transizione è anche un cambiamento

Se il dialogo istituzionale sulla transizione ecologica rappresenta ormai una traiettoria avviata e condivisa, la piena realizzazione di tale piano nelle dimensioni culturali e sociali richiede ancora tempo, visione e responsabilità diffusa. Per questo motivo, il volume che mi onoro di introdurre assume un valore ulteriore nel quadro delle necessarie azioni di mitigazione e adattamento all'accelerazione del cambiamento climatico, alle quali l'agenda

accademica non può sottrarsi. Il lavoro curato dalle colleghe Irene Fantappiè e Sara Zuccarino ribadisce un principio imprescindibile: la sostenibilità non può essere compresa attraverso la sola lente di alcune discipline, escludendone altre, né affrontata separando i dati dai contesti umani e sociali cui essi rimandano. Richiede, al contrario, una prospettiva integrata, capace di coinvolgere la ricerca, la didattica e l'analisi critica in una logica autenticamente interdisciplinare. La presenza di contributi provenienti dagli studi letterari e filosofici mostra come la cultura svolga un ruolo decisivo nel definire ciò che le società ritengono non negoziabile. Non è possibile promuovere un cambiamento reale senza interrogare le radici simboliche della nostra relazione con la natura, con le altre specie, con il concetto di limite e con le popolazioni più esposte a condizioni di vulnerabilità. La seconda parte del volume mette in dialogo strumenti giuridici, modelli energetici, dinamiche rurali, sistemi di cooperazione e analisi del rischio. Ne emerge un'evidenza ormai chiara: la transizione non è soltanto una questione tecnologica o ambientale, ma anche una questione di democrazia. Governare la sostenibilità significa affrontare conflitti, redistribuire costi e benefici, garantire un accesso equo alle risorse e ai servizi, evitare che gli impatti ricadano sui più fragili e costruire forme di responsabilità condivisa. In questo senso, il contributo delle comunità energetiche, delle reti civiche e delle pratiche di partecipazione attiva mostra come i territori possano diventare veri e propri laboratori di equità ambientale ed economica. È in questa prospettiva che si colloca la terza parte del volume, in cui, in un articolato contributo sviluppato nell'ambito dell'Alleanza Universitaria Europea EUt+, si propone una lettura cruciale: la transizione richiede una vera e propria biforcazione, un cambio di paradigma nella missione delle università. Gli autori, provenienti dalle diverse istituzioni, che compongono l'alleanza, ribadiscono il ruolo centrale dell'università nella produzione e diffusione della conoscenza, ma ne rilanciano anche la funzione trasformativa: quella di divenire 'luoghi di cambiamento', capaci di anticipare scenari futuri, integrare scienze dure, scienze sociali e saperi umanistici, formare cittadini climaticamente consapevoli, sviluppare modelli e tecnologie innovative e promuovere la giustizia ambientale, energetica, generazionale e di genere.

In questo testo, il lettore potrà cogliere quanto l'università sia responsabilizzata nelle azioni del *terzo tempo* della società: uno spazio in cui la conoscenza si traduce in responsabilità e la transizione prende forma come un progetto collettivo.

Questo volume testimonia la volontà dell'Università di Cassino e del Lazio Meridionale di collocarsi in modo credibile e generativo nel processo di transizione climatica. Lo fa attraverso il rigore scientifico, la pluralità dei contributi disciplinari e la capacità di connettere teoria e pratica, analisi e operatività, visione strategica e azione concreta. Desidero rivolgere un sentito ringraziamento al Magnifico Rettore, prof. Marco Dell'Isola, per aver sostenuto con lungimiranza il percorso di radicamento della sostenibilità all'interno dell'Ateneo. La sua visione strategica, aperta all'innovazione e al dialogo transdisciplinare, ha contribuito a definire un'agenda istituzionale solida e riconoscibile, capace di integrare la ricerca, la formazione e la *Terza missione* con le sfide globali del nostro tempo. Un ringraziamento particolare va al personale tecnico-amministrativo, il cui lavoro, spesso poco visibile ma essenziale, rende concretamente attuabili le linee strategiche dell'Ateneo, sostenendo i processi, accompagnando i progetti e garantendo la funzionalità delle attività connesse alla sostenibilità. Ringrazio le autrici e gli autori dei contributi che, con rigore scientifico e sensibilità culturale, hanno costruito un quadro articolato, aggiornato e profondamente radicato nella responsabilità verso il territorio e le generazioni future. Infine, un pensiero va alle studentesse e agli studenti dell'Università di Cassino e del Lazio Meridionale: la loro partecipazione, curiosità e capacità critica rappresentano la misura più autentica del nostro impegno. A loro è affidato il prezioso e impegnativo compito di abitare nuovi immaginari con consapevolezza e responsabilità, contribuendo a costruire il futuro.

Buona Lettura,

Alessandra Sannella

Delegata del Rettore per lo Sviluppo Sostenibile

Sitografia

1. GERMANWATCH (2025), *Climate Risk Index 2026*:
<https://www.germanwatch.org>
2. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2021), *Climate change impacts, risks and adaptation in Europe*:
<https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/climate-change-impacts-risks-and-adaptation>
3. GREENPEACE ITALIA (2024), *Quanto costa all'Italia la crisi climatica?*
https://www.greenpeace.org/static/planet4-italy-stateless/2024/11/573dfc05-report_quanto-costa-allitalia-la-crisi-climatica.pdf
4. ISPRA (2026), *Pubblicato il rapporto ISPRA 2026*:
<https://www.ecoricerche.com/news/pubblicato-il-rapporto-ispra-2026>
5. CMCC FOUNDATION (2021), *G20 & climate change*:
<https://www.cmcc.it/it/g20>
6. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CASSINO E DEL LAZIO MERIDIONALE (n.d.), *Piano di Sostenibilità 2023-2025*:
<https://www.unicas.it/terza-missione/sviluppo-sostenibile-sustainable-development/documenti/piano/>