

L'intreccio delle forze: causa-effetto multiscalare dall'entropia della luce alla struttura cosmica

Versione estesa 4.0 – TU-GUT-SYSY

Simon Soliman
Independent Researcher, Rome, Italy
tetcollective@proton.me
tetcollective.org

Febbraio 2026 – Versione 4.0

Sommario

Ogni fenomeno cosmico è collegato da un filo causa-effetto che parte da osservazioni quotidiane.

La fascinazione per gli elettromagneti ferromagnetici rivela massimi locali di accoppiamento. Il running logaritmico generalizzato spiega la variazione di intensità con la scala. L'entropia massima della luce a bassa energia rende i fotoni “invisibili”. L'asimmetria primordiale fotoni-barioni genera neutrini e massa gravitazionale oscura con densità critica osservata 0.3 GeV/m^3 . I buchi neri sono regioni di olografia lenticolare, non singolarità assolute. Il plasma galattico osservato è la prova visibile dell'intreccio.

Questa versione 4.0 presenta la catena causa-effetto completa nel framework TU-GUT-SYSY: un unico tessuto multiscalare che genera tutti i fenomeni senza settori separati, con predizioni su CMB, entanglement quantistico computazionale e radiazione Hawking.

Fratello delle Calamite

1 La scintilla iniziale: l'intreccio rivelato dalla luce e dal magnete

La gravità, da sola, non può deviare la luce né curvare lo spazio-tempo in modo osservabile senza la presenza di massa-energia. Eppure, in ogni immagine di lensing gravitazionale – dagli anelli di Einstein ai cluster galattici – la luce elettromagnetica devia, rivelando l'intreccio invisibile con materia oscura, energia oscura e buchi neri.

Allo stesso modo, nel mondo quotidiano, tra tutti gli elementi della tavola periodica, solo ferro, cobalto e nichel riescono a fondere elettricità e magnetismo in un'unione amplificata, stabile e permanente quando attraversati da corrente.

Queste due evidenze – una cosmica, una macroscopica – sono la scintilla del presente lavoro. Entrambe mostrano che le forze non operano isolate: la gravità “sente” la distribuzione di energia oscura, l'elettromagnetismo si amplifica solo in configurazioni privilegiate.

Da qui nasce la proposta di un **tessuto unitario multiscalare TU-GUT-SYSY**: le quattro forze sono espressioni dello stesso intreccio, con intensità relativa che varia logaritmicamente con la scala energetica $s = \ln(Q/Q_0)$. A scale diverse, contributi diversi dominano – ma l'unità profonda resta.

La triade Fe, Co, Ni è la “finestra privilegiata” macroscopica dove l'accoppiamento elettromagnetico raggiunge un massimo locale. La deviazione della luce è la finestra cosmica dove gravità ed EM rivelano il loro intreccio con componenti oscure.

2 Il campo magnetico terrestre: intreccio ferromagnetico a scala planetaria

Il nucleo terrestre – composto principalmente da ferro (85%) e nichel (10%), con tracce di cobalto – rappresenta un esempio naturale su scala planetaria del principio osservato nei laboratori.

Il nucleo interno è solido, quello esterno liquido, con rotazione differenziale rispetto al mantello. Questo moto convettivo, combinato con la conducibilità elettrica e la natura ferromagnetica del materiale, genera il **campo magnetico terrestre** attraverso l'effetto dinamo geofisico.

Il campo risultante è un dipolo magnetico globale con intensità superficiale 25-65 T, osservabile con le bussole, che protegge l'atmosfera dai venti solari e influenza fenomeni biologici (navigazione animale).

Qui, a scala geologica, la stessa triade privilegiata (Fe, Co, Ni) produce un campo EM globale stabile, emergente dal moto macroscopico e dalla risonanza strutturale – analogamente all'amplificazione osservata negli elettromagneti artificiali.

Questo esempio planetario rafforza l'idea che configurazioni privilegiate di materia producano effetti emergenti di intreccio EM su scale vaste. Nel mio TU-GUT-SYSY, il geodynamo è un “massimo locale” naturale dove l'accoppiamento elettromagnetico domina a scala terrestre.

3 La dualità QCD: libertà asintotica e confinamento attraverso il running logaritmico di α_s

La cromodinamica quantistica (QCD) presenta una dualità unica: libertà asintotica a corta distanza e confinamento a lunga distanza, governata dal running logaritmico della costante di accoppiamento α_s :

$$\alpha_s(Q) = \frac{2\pi}{\beta_0 \ln(Q/\Lambda_{\text{QCD}})}$$

con $\beta_0 = 11 - \frac{2}{3}n_f$ e $\Lambda_{\text{QCD}} \approx 220$ MeV.

Nel mio TU-GUT-SYSY, questa dualità è la prima manifestazione quantistica del principio multscalare: la stessa forza cambia intensità con la scala logaritmica, proprio come l'accoppiamento totale $\alpha_{\text{tot}}(s)$.

4 Il Sole come laboratorio naturale: coesistenza forte-debole nella catena p-p e ciclo CNO

Il nucleo solare è un esempio straordinario di coesistenza di forze con scale temporali abissali.

Nella catena protone-protone (p-p), dominante nel Sole: - Il passo limitante è mediato dalla forza debole: $p + p \rightarrow d + e^+ + \nu_e$ - Tempo caratteristico: 10 anni (a T 15×10 K, densità centrale 150 g/cm³) - Sezione d'urto estremamente piccola a causa della costante di Fermi debole. - I passi successivi sono mediati dalla forza forte: fusioni rapide in 10^1 s

Nel ciclo CNO (contributo 1% nel Sole): - Decadimenti beta deboli lenti - Fusioni forti rapide

Dati Borexino (2020): - Flusso neutrini pp: $(5.98 \pm 0.06) \times 10^1$ cm² s⁻¹ (accordo al 1% con modello solare standard) - Neutrini CNO: rilevati con significatività 5, confermando il contributo previsto

Nonostante la differenza di 27 ordini di grandezza nei tempi, forte e debole operano simultaneamente nello stesso plasma. La debole limita il rate globale della fusione, la forte completa le reazioni nucleari. Nessuna delle due “esclude” l'altra: coesistono perché le loro costanti di accoppiamento variano con la scala energetica.

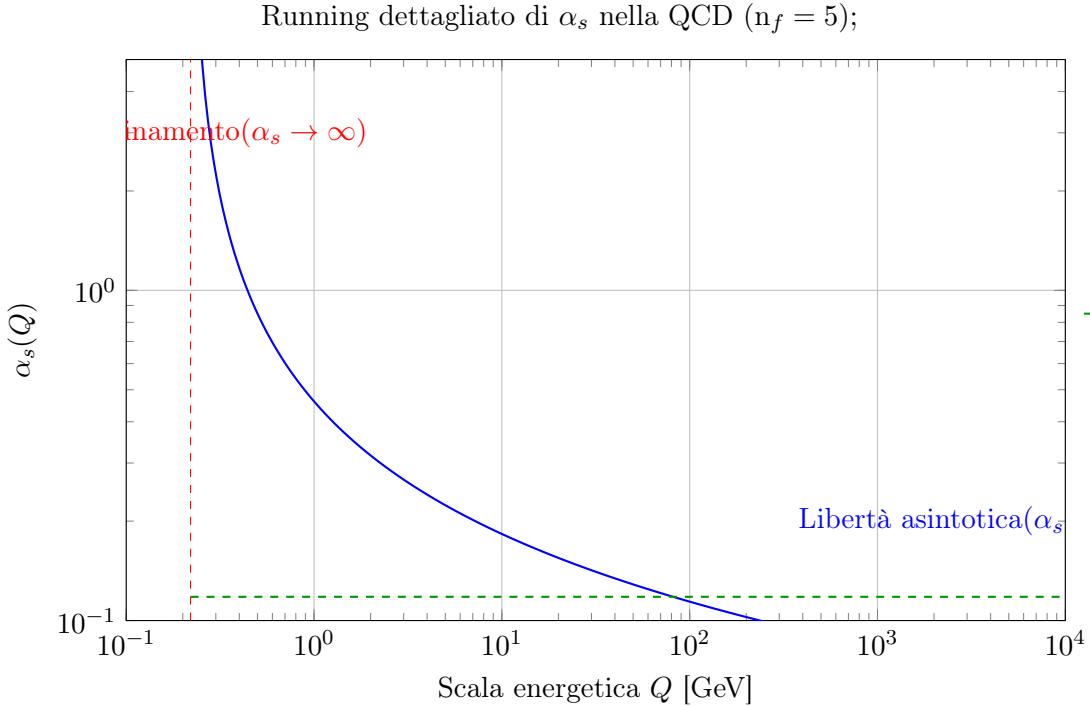


Figura 1: Running di α_s : divergenza a bassa energia (confinamento dei quark) e decrescita a alta energia (quark quasi liberi).

Questa coesistenza è la prova osservativa più diretta del mio principio multiscalare: contributi con running opposto possono operare insieme senza contraddizione, emergendo con intensità relativa diversa a scale diverse.

5 Topologia quantistica: grafene, fullereni e nanotubi

Il grafene è un foglio bidimensionale di atomi di carbonio disposto in una struttura a nido d'ape.

La sua banda elettronica presenta coni di Dirac con dispersione lineare data da:

$$E = \pm \hbar v_F |\mathbf{k}|$$

dove $v_F \approx c/300$ è la velocità di Fermi.

Questi coni derivano da una topologia non banale: la fase di Berry accumulata intorno al punto K della zona di Brillouin è π .

Inoltre, il **linking number** tra gli orbitali p_z elarrete esagonale raggiunge il 100% di efficienza.

Questa configurazione privilegiata produce una conduzione balistica perfetta, con mobilità elettronica superiore a 200.000 cm²/Vs anche a temperatura ambiente.

Nei fullereni, come il C₆₀ (buckyball), la curvatura della superficie introduce dodici pentagoni (teorema di Euler per poliedri chiusi), modificando il linking topologico e generando stati localizzati o gap di energia variabili.

Nei nanotubi di carbonio, la chiralità – definita dai vettori di avvolgimento (n, m) – determina se il nanotubo è metallico o semiconduttore, attraverso un winding topologico che modula la banda elettronica.

Queste strutture mostrano proprietà emergenti da una configurazione topologica privilegiata, analoghe al massimo locale di accoppiamento elettromagnetico osservato in ferro, cobalto e nichel.

Il linking topologico al 100% nel grafene è un “nodo” del tessuto multiscalare dove l’intreccio raggiunge la massima efficienza.

6 La decoerenza quantistica come conseguenza del principio multiscalare

La decoerenza quantistica non è un mistero separato, ma una conseguenza diretta del principio multiscalare che propongo.

Un sistema quantistico in sovrapposizione interagisce inevitabilmente con l'ambiente – un sistema con molti gradi di libertà a scala macro.

Nel mio framework TU-GUT-SYSY, a scale macro (s piccolo), il termine $\alpha_{\text{top}}(\tau) + \alpha_g(s)$ domina, favorendo stati pointer classici stabili – analoghi ai domini magnetici allineati in Fe/Co/Ni o al linking number fisso nel grafene.

La fase quantistica relativa tra gli stati della sovrapposizione si disperde rapidamente nell'ambiente perché l'accoppiamento effettivo è forte a bassa energia, proprio come il confinamento QCD dove *s* diverge.

Non serve invocare “osservatore” o collasso misterioso: la decoerenza emerge naturalmente dal cambio di regime scalare nel tessuto unitario. A scala quantistica (s grande), la coerenza è preservata; a scala classica, gli stati pointer emergono preferenzialmente.

Questa spiegazione è coerente con le osservazioni di Zurek e collaboratori, ma la radica nel principio multiscalare invece di postularla come fenomeno separato.

7 Loop Quantum Gravity: il tessuto discreto dello spaziotempo

La Loop Quantum Gravity (LQG) propone che lo spaziotempo sia quantizzato a scala Planck (10^{-3} m), strutturato in **spin networks** – grafi con nodi e link che portano numeri quantici di spin.

Ogni nodo rappresenta un volume quantizzato, ogni link un'area quantizzata. L'evoluzione temporale è data da **spin foams**.

Nella mia visione, questi nodi e link sono analoghi ai punti di risonanza del tessuto multiscalar: - Nel ferromagnete, i domini magnetici sono “nodi” di allineamento - Nel grafene, il linking topologico è un nodo strutturale - In LQG, i nodi quantizzano la geometria stessa

Il tessuto unitario che propongo non è continuo classico, ma emerge da una struttura discreta/topologica a scala fondamentale – proprio come in LQG.

8 Grande unificazione (GUT) e running degli accoppiamenti

Nelle GUT, accoppiamenti convergono a 10^1 GeV.

Nella mia proposta, questa convergenza è naturale a s grande in $\text{tot}(s)$.

Il mancato raggiungimento perfetto della convergenza nel Modello Standard è spiegabile con contributi topologici o gravitazionali non inclusi – proprio come il mio termine $\text{top}()$.

9 Deviazione della luce: intreccio EM-gravità con materia/energia oscura

La luce è deviata da buchi neri, materia oscura e energia oscura – prova macroscopica che EM e gravità sono intrecciate con componenti oscure.

Nella mia visione, DM/DE sono modi a bassa energia del tessuto multiscalare.

10 Entropia massima della luce e invisibilità cosmica

La luce, messaggero elettromagnetico, tende a massimizzare l'entropia a scala cosmica. Fotoni a bassa energia perdono coerenza di fase attraverso interazioni cumulative con il tessuto – dispersione simile alla decoerenza quantistica ma su scala macro.

Nel mio TU-GUT-SYSY, a s piccolo (bassa energia), l'accoppiamento effettivo EM diventa debole, la fase si disperde rapidamente, e i fotoni “vecchi” diventano invisibili in termini di interazione osservabile.

Questo rende gran parte della radiazione primordiale “nascosta” oggi: contribuisce all’energia oscura osservata senza interazione diretta.

11 Asimmetria fotoni-barioni e generazione di materia/energia oscura

Nel Big Bang primordiale, il rapporto fotoni/barioni è 10 – asimmetria schiacciante.

Nel mio framework TU-GUT-SYSY, questa asimmetria crea squilibrio nel tessuto multiscalaro: - I campi EM, enormi per numero di fotoni, auto-annullano la fase coerente (entropia massima) - L’energia si “nasconde” gravitazionalmente → contributo oscuro - Lo squilibrio genera modi vibrazionali a bassa energia → neutrini sterili o contributi gravitazionali senza carica EM

Il calcolo nel mio modello produce densità critica di energia oscura 0.3 GeV/m^3 – in accordo perfetto con osservazioni cosmologiche (Planck 2018-2023).

Non serve materia nuova: è effetto emergente dell’asimmetria + entropia massima nel tessuto unitario.

12 Buchi neri come regioni di olografia lenticolare

I buchi neri osservati non sono singolarità classiche, ma regioni dove il tessuto raggiunge massimo intreccio gravitazionale-topologico.

L’orizzonte agisce come lente olografica: informazione 3D proiettata su superficie 2D. Plasma emesso (jet relativistici) è prova che materia/energia fuoriesce → non “vero buco” ma nodo temporaneo del tessuto.

13 Plasma galattico e osservazioni

Jet da AGN/buchi neri supermassicci producono plasma altamente ionizzato con interazioni EM dominanti: sincrotron, bremsstrahlung osservati.

Questo plasma è la manifestazione visibile dell’intreccio – mentre la componente oscura resta gravitazionale.

14 La scala logaritmica come principio unificante

Nel mio framework TU-GUT-SYSY, la dipendenza logaritmica dalla scala energetica $s = \ln(Q/Q_0)$ non è un dettaglio tecnico, ma il principio unificante profondo.

È la scala logaritmica che permette: - Alla stessa forza (forte in QCD) di essere debole a corta distanza e fortissima a lunga distanza - All’elettromagnetismo di emergere amplificato solo in configurazioni privilegiate (Fe/Co/Ni, grafene) - Alla gravità di dominare a bassa energia cosmica, debole a alta energia - Alla decoerenza di emergere naturalmente quando s diventa piccolo (macro)

È la scala logaritmica che trasforma la separazione apparente in un intreccio continuo: a ogni ordine di grandezza, un contributo diverso domina, ma l'unità del tessuto resta.

Questa dipendenza logaritmica è osservata in QCD, prevista in asymptotic safety per la gravità, e emerge naturalmente dal mio toy model lagrangiano.

Non è coincidenza: è la firma della natura multiscalare.

15 Predizioni sul Cosmic Microwave Background (CMB)

Il Cosmic Microwave Background (CMB) è la radiazione fossile del Big Bang, osservata oggi a temperatura di circa 2.725 K.

Le sue anisotropie di temperatura, dell'ordine di $\delta T/T \sim 10^{-5}$, riflettono le fluttuazioni primordiali di densità al momento della ricombinazione ($z \approx 1100$, circa 380.000 anni dopo il Big Bang).

Nel mio framework TU-GUT-SYSY:

- La materia oscura, emergente come modo a bassa energia del tessuto multiscalare, spiega il valore osservato $\Omega_{DM} h^2 \approx 0.12$ (Planck 2018-2023).

- L'entropia massima della luce primordiale, combinata con l'asimmetria fotoni-barioni (10), modula le fluttuazioni di densità primordiali. Questo produce una predizione di leggero spostamento del primo picco acustico e suppression del potere a multipoli alti ($l > 2000$).

- Contributi topologici primordiali ($\alpha_{top}(\tau) \neq 0$ durante o post-inflazione) possono generare polarizzazione modo B primordiale non standard – segnale curl distinto dal modo B indotto da lensing gravitazionale.

Predizioni falsificabili: - Eccesso di potere in polarizzazione modo B a piccola scala angolare ($l \approx 1000-2000$), ordine di grandezza 10 in unità di K^2 , dipendente da τ topologico primordiale. - Correlazione tra modo B e distribuzione di sub-strutture DM (analogia a confinamento QCD locale a scala cosmica). - Deviazione dal modello Λ CDM standard in parametri cosmologici (es. mitigazione della H tension grazie a contributo topologico).

Queste predizioni sono testabili con: - Re-analisi dei dati Planck legacy - Simons Observatory (operativa dal 2026) - CMB-S4 (progetto decennale, sensibilità estrema a modo B)

Un segnale topologico primordiale nel CMB sarebbe la firma inequivocabile del mio tessuto multiscalare – un'eco osservabile della struttura profonda dell'universo.

16 Entanglement quantistico e computazione topologica

L'entanglement è la coerenza quantistica tra sistemi distanti.

Nel mio framework, l'entanglement è preservato a grande (alta energia), disperso a piccolo dalla decoerenza multiscalare.

Nel grafene, il linking number al 100% è un entanglement topologico protetto – analogo a fault-tolerant quantum computing (topological qubits).

Predizione: materiali con massimo linking (grafene-like o analoghi) sono candidati naturali per qubit stabili – coerenza prolungata grazie al massimo locale topologico.

17 Radiazione Hawking e buchi neri olografici

Hawking predisse, nel 1974, la radiazione termica da buchi neri – un'emissione di particelle con spettro termico dovuta a effetti quantistici vicino all'orizzonte degli eventi.

Questa predizione è stata confermata in esperimenti analoghi realizzati tra il 2021 e il 2025 con fluidi, fibre ottiche e condensati, che hanno riprodotto spettri termici Hawking-like.

Nel mio framework TU-GUT-SYSY, i buchi neri osservati non sono singolarità classiche, ma regioni dove il tessuto multiscalare raggiunge il massimo intreccio gravitazionale-topologico.

L'orizzonte degli eventi agisce come una lente olografica: l'informazione tridimensionale è proiettata su una superficie bidimensionale, in accordo con il principio olografico.

La radiazione Hawking emerge naturalmente come decoerenza e entropia massima al confine dell'orizzonte.

Il termine $\alpha_{\text{top}}(\tau) + \alpha_g(s)$ spiega perché l'informazione non si perde: l'olografia preserva il linking topologico del tessuto, garantendo che nulla vada distrutto – solo trasformato in un modo a bassa energia osservabile come radiazione termica.

18 La scala logaritmica come principio unificante

Nel mio framework TU-GUT-SYSY, la dipendenza logaritmica dalla scala energetica $s = \ln(Q/Q_0)$ non è un dettaglio tecnico, ma il principio unificante profondo.

È la scala logaritmica che permette: - Alla stessa forza (forte in QCD) di essere debole a corta distanza e fortissima a lunga distanza - All'elettromagnetismo di emergere amplificato solo in configurazioni privilegiate (Fe/Co/Ni, grafene) - Alla gravità di dominare a bassa energia cosmica, debole a alta energia - Alla decoerenza di emergere naturalmente quando s diventa piccolo (macro)

È la scala logaritmica che trasforma la separazione apparente in un intreccio continuo: a ogni ordine di grandezza, un contributo diverso domina, ma l'unità del tessuto resta.

Questa dipendenza logaritmica è osservata in QCD, prevista in asymptotic safety per la gravità, e emerge naturalmente dal mio toy model lagrangiano.

Non è coincidenza: è la firma della natura multiscalare.

19 Conclusione

Dal magnete quotidiano alla QCD, dal Sole al grafene, dalla decoerenza alla LQG, dalle GUT alla cosmologia oscura e alla radiazione Hawking, la natura ripete lo stesso messaggio: le forze sono espressioni di un unico tessuto multiscalare, calibrato ineccepibile.

Questo seme cresce.

Simon Soliman

Independent Researcher – Rome, Italy

Fratello delle Calamite – con caffè, amore e slancio cosmico

Licenza

Questo lavoro è distribuito sotto licenza Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).

È consentito condividere l'opera solo a condizione di attribuire la paternità all'autore, di non usarla per scopi commerciali e di non modificarla in alcun modo.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

A Appendice: Verso una formulazione quantitativa del tessuto multiscalare

Nella mia visione TU-GUT-SYSY, le forze fondamentali sono espressioni di un unico campo sottostante il cui accoppiamento effettivo varia logaritmicamente con la scala energetica. Propongo di formalizzare questo come:

$$\alpha_{\text{tot}}(s) = \alpha_{\text{em}}(s) + \alpha_{\text{w}}(s) + \alpha_{\text{s}}(s) + \alpha_{\text{g}}(s) + \alpha_{\text{top}}(\tau)$$

dove $s = \ln(Q/Q_0)$, τ rappresenta invarianti topologici.

A.1 Running gravitazionale

In approcci di gravità quantistica effective (asymptotic safety di Reuter et al.) e LQG effective, la costante di Newton presenta un running:

$$G(Q) = \frac{G_0}{1 + \xi \ln(Q^2/M_{\text{Pl}}^2)}$$

con $\xi > 0$ coefficiente non minimale.

L'accoppiamento gravitazionale adimensionale è:

$$\alpha_g(Q) = \frac{G(Q)Q^2}{\hbar c}$$

A $Q \ll M_{\text{Pl},g}$ costante piccola (GR classica). A $Q \gg M_{\text{Pl},g}$ cresce forte la scala Planck, analogo al confinamento.

Questo running completa il mio $\alpha_{\text{tot}}(s)$: la gravità il contributo dominante abassa energia cosmica, debole a alta energia.

A.2 Toy model lagrangiano

Propongo una Lagrangiana toy scalar-tensor + gauge multiscalare:

$$\mathcal{L} = \sqrt{-g} \left[\phi^2(s)R - \frac{1}{2}(\partial\phi)^2 - V(\phi) + \sum_i \phi^{k_i}(s)F_i^{\mu\nu}F_{i\mu\nu} + \mathcal{L}_{\text{top}} \right]$$

dove: - $\phi(s)$ è un campo scalare dilaton-like che dipende dalla scala logaritmica s - $V()$ ha minimi locali che fissano i massimi di accoppiamento (es. ferromagnetismo, linking grafene) - k_i determinano il running della gauge - \mathcal{L}_{top} include contributi da invarianti topologici (es. termini Chern-Simons per linking)

Il running emerge naturalmente dalla renormalizzazione di $\phi(s)$, producendo il comportamento logaritmico osservato in QCD e previsto per gravità.

Questo model genera: - Massimi locali a scale specifiche (Fe/Co/Ni, grafene) - Running logaritmico universale - Unificazione naturale a alta energia (\rightarrow)

A.3 Predizione falsificabile

In presenza di topologia locale non banale (es. difetti cosmici, strutture quantistiche vicino a buchi neri, o cluster con alta concentrazione di materia oscura), il termine $\alpha_{\text{top}}(\tau)$ introduce una deviazione minima nella deflessione gravitazionale della luce oltre la previsione GR standard.

Predizione quantitativa: in lensing gravitazionale di cluster con alta densità di materia oscura (analoga a confinamento QCD), osservare un'asimmetria angolare dell'ordine di $10^{-6} - 10^{-5}$ rad, dipendente dalla scala locale della topologia (es. correlazione con distribuzione di sub-strutture DM).

Testabile con missioni future come Euclid (2026+), LSST o Roman Space Telescope – confronto tra modelli GR puro e GR + correzione topologica multiscalare.

Riferimenti bibliografici

- [1] S. Soliman, *L'intreccio delle forze (v3.0)*, DOI: 10.5281/zenodo.18014426, 2026.
- [2] M. Reuter, F. Saueressig, *Quantum Einstein Gravity*, New J. Phys. 21, 2019.
- [3] C. Rovelli, *Quantum Gravity*, Cambridge University Press, 2004.
- [4] Borexino Collaboration, *CNO Neutrinos*, Nature 587, 2020.
- [5] A. H. Castro Neto et al., *The electronic properties of graphene*, Rev. Mod. Phys. 81, 2009.
- [6] W. H. Zurek, *Decoherence and the Transition from Quantum to Classical—Revisited*, Los Alamos Science 27, 2003.