

Genesi Primordiale da Stringa Madre, Dinamica Transitoria Sub-Planckiana e Accrescimento Causalmente Vincolato

1. Introduzione e Principi di Conservazione Globale

Il presente documento costituisce il quadro teorico primordiale e la premessa analitica al **Modello Cosmologico a Tassellatura Topologica e Accrescimento Causalmente Vincolato**. L'obiettivo primario è mostrare come un Universo caratterizzato da un'evoluzione di massa $M(t)$ crescente all'interno dell'orizzonte causale classico sia perfettamente compatibile con la rigorosa conservazione globale dell'energia, dell'informazione e della carica.

L'intera realtà fisica osservabile e i domini proiettati oltre l'orizzonte derivano dalla partizione unitaria di un'unica entità primitiva: la **Stringa Madre Primordiale**. L'apparente "creazione" o accrescimento di massa $M(t)$ che si manifesta nel tempo cosmico dell'era tardiva non costituisce un'emergenza dal nulla o una violazione del Primo Principio della Termodinamica, bensì l'inclusione progressiva, entro il raggio d'interazione causale $R_H(t) = c \cdot t$, di porzioni dello spazio delle fasi originariamente segregate durante l'era inflazionistica sub-Planckiana.

Principio della Conservazione Unitaria della Stringa Madre:

L'energia totale dell'Universo globale E_{tot} (intesa come la somma di tutti i 20 lobi dello spazio delle fasi) è una costante di stato invariante. La frazione di massa/energia racchiusa nell'orizzonte causale locale $M(t)$ rappresenta la sezione trasversale di questo stato globale resa accessibile dall'espansione della superficie d'influenza causale.

2. La Stringa Madre, il Dualismo Corpuscolare/Ondulatorio e le 264 Dicotomie

Nelle fasi antecedenti l'emersione di una metrica spaziotemporale einsteiniana classica, l'entità primitiva viene descritta attraverso una duplice rappresentazione complementare:

2.1 Visuale Corpuscolare: Sequenza di Dicotomie e Risonanza di Higgs

In rappresentazione corpuscolare, la Stringa Madre è un'entità primordiale ad altissima densità energetica e intrinsecamente instabile, il cui decadimento è scandito dalla frequenza e dalla lunghezza d'onda di un'oscillazione primaria. Il tempo caratteristico di ciascuna scissione è regolato dal **quarto di oscillazione** ($\tau = T/4 = 1/(4\nu)$), corrispondente al limite quantistico di evoluzione tra stati ortogonali (Mandelstam-Tamm bound).

Il processo di suddivisione procede attraverso una cascata di scissioni binarie (dicotomie):

- **Dicotomie da 1 a 263 (Fase Simmetrica):** Il sistema subisce 263 dicotomie simmetriche successive, generando uno spazio degli stati di dimensione $2^{263} \approx 1,98 \cdot 10^{79}$ unità di massa fondamentale per le ultime sottostringhe.
- **La 264^{esima} Dicotomia Asimmetrica:** Raggiunta la scala di energia della 264^{esima} scissione, la frequenza del sistema entra in **risonanza parametrica con il campo del bosone di Higgs** ($m_H \sim 125,25 \text{ GeV}/c^2$) e con frequenze secondarie minori. Questa coincidenza di scala rompe la simmetria del processo, congelando l'asimmetria e proiettando i gradi di libertà in masse a riposo reali e cariche definite.

2.2 Visuale Ondulatoria: Stato di Sovrapposizione Sub-Planckiano

In rappresentazione ondulatoria, il sistema è descritto da una funzione d'onda globale Ψ_{Madre} con una densità di probabilità associata. Nella fase primordiale, la scala dimensionale del sistema si colloca ben al di sotto dei minimi di Planck:

$$\Delta x \ll l_P \approx 1,616 \cdot 10^{-35} \text{ m}$$

$$\Delta t \ll t_P \approx 5,391 \cdot 10^{-44} \text{ s}$$

In questo regime sub-Planckiano non esiste una metrica spazio-temporale einsteiniana classica $g_{\mu\nu}$. Di conseguenza, le singole sotto-stringhe generate dalle dicotomie **non dispongono dello spazio-tempo causale per interagire al proprio esterno**. Al termine, esse costituiscono un unico stato quantistico globale fortemente *entangled* sviluppato da una **forma d'onda d'insieme** unitaria, fino al superamento dei minimi dimensionali di Planck.

3. Partizione Dodecaedrica a 20 Lobi e Proiezione Causalmente Segregata

La struttura geometrica dello spazio delle fasi della Stringa Madre è associata ad una **simmetria dodecaedrica a 20 lobi primordiali**, derivante dal prodotto algebrico tra le 5 componenti fondamentali della forma d'onda e le 4 dimensioni dello spazio-tempo classico.

3.1 Le 5 Componenti dello Spazio delle Fasi

#	Componente della Forma d'Onda	Ruolo nella Stringa Madre	Destinazione Topologica nell'Era Inflazionistica
1	Materia Barionica/Ordinaria	Stato d'onda con numero barionico positivo	Proiettata nel nostro lobo causale locale (1/20)
2	Antimateria	Stato d'onda con numero barionico negativo	Segregata in lobi causali disgiunti oltre l'orizzonte
3	Chiralità (Sinistrorsa)	Orientamento d'interfaccia delle correnti deboli	Selezionata nel nostro lobo (accoppiamento di Yukawa)
4	Antichiralità (Destrorsa)	Orientamento duale delle correnti deboli	Segregata in lobi causali disgiunti oltre l'orizzonte
5	Settore di Mediazione	Campi d'interfaccia e connettività quantistica	Distribuita sui confini inter-lobo e vuoto di Higgs

3.2 Freeze-Out e Natura del Nostro Lobo Cosmico

All'uscita dall'era inflazionistica e al superamento della soglia di Planck, la forma d'onda d'assieme subisce un congelamento (*freeze-out*) topologico. La simmetria globale si spezza e i 20 lobi vengono proiettati ciascuno oltre l'orizzonte causale degli altri, diventando domini fisicamente disgiunti.

Ogni lobo evolve come uno **spray Higgs ultradenso** in espansione. Il nostro specifico Universo visibile corrisponde al lobo proiettato nel settore caratterizzato da **sola materia e sola chiralità**. Questo meccanismo fornisce una spiegazione topologica alla totale assenza di antimateria primordiale e alla violazione di parità osservata nelle interazioni deboli, senza richiedere la distruzione dell'antimateria ma semplicemente la sua segregazione causale.

4. Il Transiente Dinamico: Brulicame di Sub-Bolle, Scattering e Rigenerazione

La transizione dalla fase di dicotomia inflazionistica primaria all'era della materia ordinaria non avviene in modo istantaneo, ma attraversa una fase transitoria di stazionarietà dinamica:

4.1 Scattering, Ri-dicotomia e Ritardo (Delay)

Nella prima fase transitoria, la materia si presenta come un **ibrido di sub-bolle ad orizzonti causali disgiunti**. Le prime interazioni tra sub-bolle adiacenti non producono immediata condensazione gravitazionale, ma danno luogo a:

- **Scattering Elastico e Inelastico ad Alta Energia:** Urto cinetico tra le superfici di confinamento causale.
- **Ritorno Temporaneo allo Stato di Stringa:** Negli urti ad alta densità energetica, la materia retrocede temporaneamente allo stato di stringa primitiva, la quale subisce un'ulteriore *ri-dicotomia*.

Questo ciclo continuo di scattering e ri-dicotomia introduce un **ritardo intrinseco (delay)** nell'espansione e nel raffreddamento globale, consentendo al plasma primordiale di raggiungere una perfetta termalizzazione prima della Ricombinazione (preservando l'omogeneità di CMB e BBN).

4.2 Emergenza dello Spray di Strutture Primordiali

Con il progressivo calare dell'energia d'urto, il ciclo di ri-dicotomia si smorza, portando alla formazione di bolle ad aggregazione di massa multipla e all'emersione di uno "spray" differenziato di strutture:

- **Buchi Neri Primordiali (PBH):** Generati dal collasso diretto nei nodi ad altissima densità e negli urti frontali d'interfaccia.
 - **Proto-Bolle Galattiche:** Nuclei di condensazione intermedia destinati a formare le galassie massicce primordiali.
 - **Bolle da Aggregazioni a Bassa Densità:** Gas e materia barionica più tenue distribuita all'interno di celle a basso contrasto di densità, destinate a costituire il volume dei vuoti e ad evolvere verso le pareti di Voronoi.
-

5. Raccordo con il Modello ad Accrescimento Causalmente Vincolato $M(t)$ e i 20 Bacini

La sequenza primordiale qui descritta si aggancia in modo naturale e matematicamente rigoroso alla cinematica del **Modello Cosmologico a Tassellatura Topologica e Accrescimento Causalmente Vincolato**:

5.1 Raccordo con la Legge di Accrescimento della Massa $M(t)$

Man mano che l'orizzonte causale classico si espande alla velocità della luce ($R_H(t) = c \cdot t$), esso cattura progressivamente le sub-bolle e le regioni di materia precedentemente segregate durante la fase inflazionistica. La massa racchiusa segue la legge:

$$M(t) = M_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{\alpha(t)}$$

dove $M_0 \sim 1,8 \cdot 10^{53} \text{kg}$ è la massa racchiusa all'orizzonte attuale ($z=0$, $t_0=16,50 \text{ Gy}$). L'accrescimento tende asintoticamente al valore di saturazione globale $M_{\text{max}} \sim 1,23 \cdot M_0$ (123%) per $t \rightarrow \infty$, corrispondente al completamento della cattura causale di tutto il materiale del nostro lobo primordiale.

5.2 Relazione con la Cartografia dei 20 Bacini di Voronoi Locali

Nell'era tardiva ($z < 1,0$), la sola materia barionica del nostro lobo si rilassa e si struttura nei **20 Bacini di Voronoi primari** osservati sulla grande scala (Laniakea, Perseus-Pisces, Coma-Abell, Shapley, ecc.).

Per rigoroso principio metodologico, l'identificazione dei 20 bacini nell'Universo locale nasce come selezione empirico-osservativa dei principali nodi d'attrazione. La corrispondenza numerica tra i 20 lobi della simmetria dodecaedrica nello spazio delle fasi primordiale e i 20 bacini nello spazio reale è da ritenersi **casuale allo stato attuale delle conoscenze**, sebbene la coincidenza sembri suggerire l'influenza da una possibile *invarianza di scala topologica* nell'organizzazione della materia dal regime sub-Planckiano alla grande scala cosmica.

6. Sintesi e Conclusioni

Il quadro teorico primordiale qui delineato dimostra che:

1. **La conservazione dell'energia è assoluta:** L'accrescimento di massa $M(t)$ nell'orizzonte causale è un effetto di inclusione cinematica progressiva di uno spazio delle fasi unitario e preesistente derivante dalla Stringa Madre.
2. **L'asimmetria materia/antimateria è topologica:** Non vi è stata alcuna distruzione irrazionale di antimateria, ma una segregazione causale prodotta dal freeze-out della simmetria dodecaedrica a 20 lobi.
3. **La fisica primordiale si raccorda con i dati osservativi attuali:** La fase transitoria a sub-bolle ed il ritardo da ri-dicotomia garantiscono la conservazione di CMB e BBN ($Q_D \rightarrow 0$ ad alto redshift), mentre la successiva strutturazione in bacini di Voronoi risolve la tensione su H_0 (73,2 km/s/Mpc), estende l'età dell'Universo a $t_0 = 16,50$ Gy ed elimina la necessità dell'Energia Oscura ($\Lambda = 0$) e della Materia Oscura esotica.