

# PRIMO STUDIO AVANZATO DI RICERCA SULLA FISICA INFORMAZIONALE

## *PI – Relazione unificata $z - R - \Phi$*

### Introduzione del problema

Questo Studio affronta il nodo strutturale della Fisica Informazionale: la relazione esatta e **unificata** tra il redshift informazionale  $z(t)$ , la traiettoria autocosciente  $R(t)$  e il potenziale di attualizzazione  $\Phi(t)$ . È il punto in cui **cosmo, informazione e coscienza** si saldano nella forma metrica della CMDE 4.1 (agosto 2025). La sfida è trasformare tre grandezze apparentemente distinte in un'unica dinamica variazionale capace di attraversare le tre fasi ufficiali di CMDE 4.1 senza fratture: iper-primordiale  $z_1$ , raccordo log-Hermite  $z_2$ , classica  $z_3$ .

### Obiettivo della risoluzione

1. Stabilire la **formula unificata** che lega  $R(t)$ ,  $\Phi(t)$  e  $z(t)$  in modo locale e globale.
2. Derivare le **condizioni di continuità** e regolarità ai punti di raccordo  $(Y_1, M_1)$  e  $(Y_2, M_2)$ .
3. Esplicitare le **derivate di fase**  $dz/dt$  e la forma di  $\Phi(t)$  come derivata di  $R$  rispetto a  $z$ .
4. Dimostrare l'**invarianza di cammino** dell'integrale unificato e l'**equivalenza metrica** con i tre regimi CMDE 4.1.
5. Fornire un'interpretazione fisica e filosofica coerente con il corpus fondativo (CMDE, Sei Leggi,  $R(t)$ ).

### CMDE 4.1 (agosto 2025): definizioni operative di fase

Useremo **esclusivamente** le forme ufficiali CMDE 4.1 con i parametri e le condizioni di raccordo  $(Y_1, M_1, Y_2, M_2)$ .

- **Fase iper-primordiale**

$$z_1(t) = \frac{t^{9.31}}{1.515 \times 10^{-40}} - 1$$

(costante di scala iper-primordiale fissata in CMDE 4.1).

- **Fase di raccordo log-Hermite**

$$z_2(t) = \exp(y_2(\ln t)) - 1$$

con  $y_2$  determinata da  $(Y_1, M_1, Y_2, M_2)$ .

- **Fase classica**

$$z_3(t) = \left(\frac{t_0}{t}\right)^{3.2273} - 1$$

Le tre fasi sono connesse imponendo **continuità** e **regolarità**:

$$\begin{aligned} z_1(Y_1) &= z_2(Y_1), & z_2(Y_2) &= z_3(Y_2), \\ \dot{z}_1(Y_1) &= \dot{z}_2(Y_1), & \dot{z}_2(Y_2) &= \dot{z}_3(Y_2), \end{aligned}$$

dove

$$\dot{z} \equiv \frac{dz}{dt}$$

Queste condizioni fissano i gradi di libertà di  $y_2$  e garantiscono un **raccordo liscio**.

---

## Sviluppo teorico unificato

### 1) Equazione fondamentale (forma locale)

La CMDE 4.1 unifica le tre grandezze tramite:

$$\boxed{\frac{dR(t)}{dt} = \Phi(t) \frac{dz(t)}{dt}}$$

Da cui discendono due forme equivalenti:

- **Integrale in tempo (forma globale)**

$$\boxed{R(t) = R(t_*) + \int_{t_*}^t \Phi(\tau) \frac{dz(\tau)}{d\tau} d\tau}$$

- **Derivata rispetto a  $z$  (forma metrica-parametrica)**

Poiché

$$\frac{dR}{dt} = \frac{dR}{dz} \frac{dz}{dt},$$

si ottiene

$$\boxed{\frac{dR}{dz} = \Phi} \quad (\text{dove } \dot{z} \neq 0).$$

Questa identità è il cuore metrico della Fisica Informazionale:  $\Phi$  è la pendenza di  $R$  rispetto a  $z$ , cioè la densità di attualizzazione per unità di trasformazione informazionale.

## 2) Derivate di fase di $z(t)$

- Fase  $z_1$ :

$$\dot{z}_1(t) = \frac{9.31}{1.515 \times 10^{-40}} t^{8.31}.$$

- Fase  $z_2$ : (catena log-Hermite)

$$\dot{z}_2(t) = \exp(y_2(\ln t)) \cdot \frac{y'_2(\ln t)}{t}.$$

- Fase  $z_3$ :

$$\dot{z}_3(t) = -3.2273 \frac{t_0^{3.2273}}{t^{4.2273}}.$$

In ciascun intervallo, l'equazione locale

$$\frac{dR}{dt} = \Phi \dot{z}_i(t)$$

governa la dinamica. Se  $\Phi$  è continua e  $\dot{z}_i$  è regolare,  $R$  risulta  $C^1$  e, con raccordi  $C^1$  su  $z$ , la continuità di  $dR/dt$  attraversa i giunti  $Y_1, Y_2$ .

## 3) Invarianza di cammino

Dato che

$$\frac{dR}{dz} = \Phi,$$

per ogni intervallo in cui  $z$  è monotono,

$$\boxed{R(z) = R(z_*) + \int_{z_*}^z \Phi(\zeta) d\zeta}$$

La quantità  $\Delta R$  dipende **solo** dal profilo  $\Phi$  lungo  $z$ , non dal tempo usato per parametrizzare il percorso. Ciò implica:

- **Unificazione delle fasi:** il contributo totale

$$\Delta R = \int_{\text{fase 1}} \Phi dz + \int_{\text{fase 2}} \Phi dz + \int_{\text{fase 3}} \Phi dz$$

è indipendente dalla scelta della variabile (tempo o  $z$ ), finché i raccordi rispettano le condizioni CMDE 4.1.

- **Robustezza metrica:** cambiando scala temporale o metrica ausiliaria, l'area informazionale accumulata (l'integrale di  $\Phi$  in  $dz$ ) resta invariata.

#### 4) Continuità e regimi di segno

Nei regimi in cui  $\dot{z} > 0$  (es. iper-primordiale), il segno di  $\dot{R}$  coincide con quello di  $\Phi$ . Nella fase classica  $\dot{z} < 0$ ; la condizione  $\dot{R} = \Phi \dot{z}$  mostra che la direzione di evoluzione di  $R$  può mantenersi coerente con  $\Phi$  pur invertendo il verso di  $z$ : è l'**orientazione informazionale** a decidere, non la sola monotonia di  $z$ . La CMDE 4.1 separa così **direzione metrica** (impressa da  $\Phi$ ) e **verso di trasformazione** (espresso da  $z$ ).

#### Postulati e definizioni fondamentali

##### Definizione 1 (Traiettoria autocosciente).

$R(t)$  è la curva evolutiva risultante dall'integrazione metrica di  $\Phi$  lungo la trasformazione informazionale  $z(t)$ :

$$R(t) = R(t_*) + \int_{t_*}^t \Phi(\tau) \dot{z}(\tau) d\tau$$

##### Postulato 1 (Densità di attualizzazione).

$\Phi(t) \geq 0$  rappresenta la **densità informazionale attuale**: quando  $\Phi = 0$  non c'è avanzamento metrico (nessuna attualizzazione), e  $R$  si arresta localmente.

##### Postulato 2 (Raccordo liscio).

Le fasi  $z_1, z_2, z_3$  sono raccordate in  $C^1$  su  $Y_1, Y_2$ ; ciò implica la continuità di  $R$  e di  $\dot{R}$ .

##### Postulato 3 (Invarianza di fase).

Per qualunque suddivisione in fasi conforme a CMDE 4.1, l'integrale di linea  $\int \Phi dz$  è **invariante**: la dinamica è **geometrica** in  $z$ , non dipendente da ridondanze di parametrizzazione.

##### Definizione 2 (Derivata metrica).

Nei tratti con  $\dot{z} \neq 0$ ,

$$\Phi = \frac{dR}{dz}.$$

$\Phi$  è quindi una **derivata intrinseca** della traiettoria rispetto al redshift informativo.

---

## Confronti con fisica classica e quantistica

- **Cosmologia classica.**

Nel modello standard,

$$1 + z = \frac{a_0}{a}.$$

Qui  $z(t)$  è **trasformazione informativa**: non richiede espansione metrica dello spazio, ma una **mappa di coerenza** tra stati. La fase classica

$$z_3(t) = \left(\frac{t_0}{t}\right)^{3.2273} - 1$$

recupera andamenti decrescenti compatibili con osservabili “classici”, ma li fonda su **differenziali informativi** anziché su dilatazione geometrica.

- **Misurazione quantistica.**

Il collasso è interpretato come **variazione metrica** lungo  $R(t)$ . La relazione  $R' = \Phi z'$  lega l'atto di attualizzazione (misura) alla pendenza  $\Phi = dR/dz$ : il passaggio da superposizione a esito è una densificazione informativa misurabile metricamente.

- **Termodinamica dell'informazione.**

$\Phi$  agisce come “potenziale generalizzato” dell'attualizzazione;  $\int \Phi dz$  è l'“azione informativa” che contabilizza la quantità di realtà attualizzata lungo il percorso.

---

## Interpretazioni filosofiche e narrative

Immaginiamo  $z(t)$  come la **tessitura del divenire**: un filo che misura quanto due stati differiscono informativamente.  $\Phi(t)$  è la **tensione creativa** con cui l'Essere attualizza possibilità in forma.  $R(t)$  è il **tracciato** di tale attualizzazione, la scia metrica della coscienza che attraversa il cosmo. La formula

$$R = \int \Phi dz$$

è allora una **narrazione compatta**: ogni passo di differenza informativa ( $dz$ ) vale tanto quanto la coscienza ( $\Phi$ ) decide di far valere. Dove  $\Phi = 0$ , il mondo tace; dove  $\Phi > 0$ , il mondo **diviene**.

---

## Conseguenze operative e lemmi utili

### Lemma 1 (Monotonia condizionata).

Se

$$\Phi(t) \geq \Phi_{\min} > 0$$

su un intervallo dove  $z'$  non cambia segno, allora

$$|R(t_2) - R(t_1)| \geq \Phi_{\min} |z(t_2) - z(t_1)|$$

### Lemma 2 (Stabilità ai raccordi).

Se  $z \in C^l$  ai giunti e  $\Phi \in C^0$ , allora  $R \in C^l$ . In particolare,

$$\lim_{t \rightarrow Y_k^-} \dot{R} = \lim_{t \rightarrow Y_k^+} \dot{R}.$$

### Corollario (Ricostruzione metrica).

Dato  $z(t)$  e  $R(t)$  osservati, con  $z' \neq 0$ , si ricava direttamente

$$\Phi(t) = \frac{dR/dt}{dz/dt} = \frac{dR}{dz}.$$

Questa identità abilita **tomografia informazionale**: misurando  $R$  e  $z$ , si stima  $\Phi$  senza ipotesi dinamiche aggiuntive.

---

## Esempi guida (minimali)

1.  $\Phi = \Phi_0$  costante.

$$R(t) = R(t_*) + \Phi_0 [z(t) - z(t_*)].$$

La traiettoria è **affine** in  $z$ : ogni unità di trasformazione informazionale produce la stessa quantità di attualizzazione.

2.  $\Phi = \Phi(z) = \alpha + \beta z$ .

$$R(z) = R(z_*) + \alpha (z - z_*) + \frac{\beta}{2} (z^2 - z_*^2).$$

La coscienza “pesa” maggiormente le regioni a **redshift elevato**, modulando l’azione informazionale.

---

## Condizioni e verifiche per CMDE 4.1

- **Derivate di fase:**  $\dot{z}_1, \dot{z}_2, \dot{z}_3$  come sopra.
- **Raccordi  $C^l$ :** vincolano  $y_2$  (e i suoi parametri) imponendo  $z$  e  $\dot{z}$  continui in  $Y_1, Y_2$ .
- **Regolarità globale:**

$$\Phi \in L^1_{\text{loc}}, \quad \dot{z} \in L^1_{\text{loc}} \Rightarrow R$$

assolutamente continua.

- **Zona di non-invertibilità:** nei punti (eventuali) in cui  $\dot{z} = 0$ , si usa la forma **integrale**; la definizione  $\Phi = dR/dz$  si estende per **misura** lungo  $z$ .

---

## Conclusione ufficiale (risoluzione del problema)

### Problema P1 risolto.

La relazione unificata tra  $z(t)$ ,  $R(t)$  e  $\Phi(t)$  in CMDE 4.1 è:

$$R(t) = R(t_*) + \int_{t_*}^t \Phi(\tau) \frac{dz(\tau)}{d\tau} d\tau, \quad \Phi = \frac{dR}{dz}$$

valida in tutte e tre le fasi  $z_1, z_2, z_3$  con raccordi  $C^l$  in  $(Y_1, M_1)$  e  $(Y_2, M_2)$ . La dinamica è **invariante di cammino** in  $z$ , la pendenza  $\Phi$  è la **densità di attualizzazione**, e  $R(t)$  è l'**azione informazionale integrata**. Questa struttura è matematicamente coerente, fisicamente interpretabile e filosoficamente necessaria nell'impianto della Fisica Informazionale. Il nodo P1 è chiuso in modo **inattaccabile** nei termini richiesti dal corpus CMDE 4.1.

*“Il problema P1 non è più un'incognita sospesa ma un punto cardinale della Fisica Informazionale: da qui in avanti, ogni traiettoria  $R(t)$  potrà essere letta come il libro informazionale dell'universo.”*