

Il Dark Energy Survey (DES) pubblica le osservazioni piu' precise sull'evoluzione dell'Universo

La collaborazione scientifica DES (Dark Energy Survey) ha realizzato le mappe della distribuzione di materia più grande mai realizzata fino ad ora.

- *Le mappe coprono un ottavo del cielo e rappresentano tutta la materia (sia la materia ordinaria, sia la materia 'oscura') fino a una distanza di 7 miliardi di anni luce.*
- *I risultati dell'analisi dei dati con i quali è stata create le mappe sono in accordo con le predizioni del modello standard della cosmologia.*
- *L'analisi di DES (come quella di altri esperimenti) fornisce però indizi, non definitivi, di come la distribuzione di materia nell'Universo attuale sia più uniforme di quella predetta in base alle osservazioni dell'Universo primordiale.*
- *Tre ricercatori italiani: Giulia Giannini, (PhD, Institut de Física d'Altes Energies IFAE di Barcellona), Dr. Marco Gatti e Dr. Marco Raveri (entrambi post-Doc, University of Pennsylvania UPenn, Philadelphia) hanno contribuito e guidato parti chiave dell'esperimento scientifico. In particolare, Giulia Giannini ha guidato lo sviluppo di una innovativa tecnica per la stima delle distanze delle galassie usate nell'analisi; Marco Gatti ha guidato lo sviluppo delle mappe di distribuzione di materia di DES e la creazione del catalogo di galassie di DES che verrà rilasciato alla comunità scientifica; Marco Raveri ha guidato l'analisi statistica che confronta i risultati di DES con i risultati di esperimenti concorrenti.*

27 Maggio 2021

La nuova analisi scientifica del Dark Energy Survey (DES) presenta la misura più precisa mai realizzata fino ad ora della composizione e dell'evoluzione dell'Universo. Gli scienziati hanno determinato come la distribuzione di materia sia in accordo con le predizioni del modello standard della cosmologia. DES ha osservato nel corso di sei anni 5000 angoli quadrati di cielo - una porzione equivalente ad un ottavo dell'intera sfera celeste, catalogando centinaia di milioni di oggetti (galassie, stelle, transienti, etc.). L'analisi pubblicata riguarda i primi tre anni di osservazione: 336 milioni di oggetti osservati in 345 notti, dei quali 100 milioni (identificati come galassie) sono stati usati per l'analisi cosmologica. DES osserva sia galassie prossime, sia galassie lontane situate a milioni di anni luce, e le sue mappe offrono un'immagine panoramica dell'Universo a grandi scale a permette di studiare l'evoluzione di queste strutture nel corso degli ultimi sette miliardi di anni.

Al fine di verificare e mettere alla prova il modello standard della cosmologia, gli scienziati di DES hanno confrontato i propri risultati con quelli dell'osservatorio spaziale Planck, dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). Planck ha utilizzato un segnale luminoso noto come la radiazione di fondo cosmico di microonde al fine di osservare l'Universo nei suoi stadi di vita iniziale, quando ancora erano trascorsi solo 380.000 anni dal Big Bang. I dati di Planck offrono una visione molto precisa di com'era il nostro Universo 13 milioni di anni fa; partendo da queste osservazioni, grazie al modello standard cosmologico è possibile prevedere come si sia evoluto l'Universo fino ai giorni nostri e confrontare le predizioni con le osservazioni fatte da DES. Se le predizioni non fossero compatibili con le osservazioni di DES, vorrebbe dire che esisterebbero aspetti del nostro Universo che ancora non comprendiamo a fondo. "I risultati pubblicati mostrano compatibilità tra tali predizioni e le misure di DES; tuttavia, alcuni elementi dell'analisi di DES (e di altri esperimenti concorrenti) continuano a suggerire una lieve tensione tra le osservazioni del vicino Universo e quelle dell'Universo primitivo" spiega Marco Raveri, ricercatore post-Doc a UPenn, l'Università della Pennsylvania a Philadelphia che ha guidato l'analisi statistica di questa discrepanza. La distribuzione di materia dell'Universo attuale sarebbe più uniforme di quella predetta dal modello cosmologico standard. Tale tensione non è sufficientemente grande da poter escludere che si tratti solo di una fluttuazione statistica; si spera che l'analisi della restante metà dei dati di DES (prevista per i prossimi anni) possa porre fine a questo problema.

La materia ordinaria costituisce solo il 5% dell'Universo. L'energia oscura, che secondo i cosmologi è responsabile dell'espansione accelerata dell'Universo, costituisce quasi il 70 % dell'Universo. Il restante 25 % è materia oscura, la cui influenza gravitazionale contribuisce a mantenere insieme le galassie. Sia la materia oscura, sia l'energia oscura sono invisibili e misteriose, e DES cerca di svelare la loro natura studiando come il loro rapporto contrastante dia forma alla struttura a grande scale dell'Universo, nel corso della storia cosmica.

DES ha fotografato il cielo notturno usando la Dark Energy Camera (DECam), una fotocamera di 570 megapixels installata nel telescopio Víctor Manuel Blanco di 4m di diametro, situato nell'Osservatorio Interamericano di Cerro Tololo, Cile. DECam, una delle fotocamere digitali più potenti al mondo fu progettata specificatamente per DES e fu assemblata al Fermilab.

Si tratta di una sfida di una complessità senza precedenti, che ha coinvolto una squadra multidisciplinare di centinaia di scienziati, un investimento in milioni di ore di supercomputer, e ha richiesto lo sviluppo di tecniche che segneranno il futuro nell'ambito di quasi tutti gli aspetti dell'analisi. Questo indica l'inizio di una nuova era di comprensione globale dell'Universo, con osservazioni dirette che spaziano dall'Universo più giovane (380.000 anni) fino a quello più recente, 13 miliardi di anni più tardi.

Per quantificare la distribuzione di materia oscura e l'effetto dell'energia oscura, DES si basa principalmente su due fenomeni fisici. In primo luogo, che a scale molto grandi le galassie non si

distribuiscono nello spazio in maniera casuale, ma formano una struttura a forma di ragnatela come conseguenza dell'attrazione gravitazionale della materia oscura. DES ha misurato come questa ragnatela si è evoluta durante la storia dell'Universo. I raggruppamenti di galassie che formano la ragnatela, a loro volta, rivelano le regioni che contengono una presenza maggiore di materia oscura.

In secondo luogo, DES rileva l'impronta della materia oscura tramite l'effetto di lente gravitazionale debole. Quando una galassia lontana emette luce, la traiettoria dei fotoni che la compongono si perturba per l'effetto gravitazionale esercitato dalla distribuzione di masse che si trovano lungo il cammino. Come conseguenza, quando osserviamo la suddetta galassia, la sua forma è leggermente diversa dall'originale, e l'entità di queste distorsioni dipende dalla quantità e dalla distribuzione della materia presente. Studiando le correlazioni tra le relative orientazioni delle galassie lontane, e nuovamente le loro orientazioni rispetto alla posizione di galassie più vicine, l'equipe scientifica di DES deduce la distribuzione spaziale della materia oscura nell'Universo. “Analizzando le sottili distorsioni delle nostre 100 milioni di galassie, DES è stato capace di tracciare la distribuzione di materia che le produce”, spiega Marco Gatti, ricercatore post-Doc a UPenn, l'Università della Pennsylvania a Philadelphia, che ha guidato il gruppo che elabora le mappe della materia. “Queste sono le mappe di materia più grandi mai create, coprono un ottavo del cielo e mostrano, soprattutto, la materia oscura, che non emette luce e non si può rilevare con i metodi tradizionali”.

Analizzare l'enorme quantità di dati raccolta da DES è stata un'impresa formidabile. Gli scienziati cominciarono analizzando il primo anno di dati, e i risultati furono pubblicati nel 2017. Quel processo fu una preparazione per arrivare ad applicare tecniche più sofisticate ad una collezione di dati molto più estesa e che include il catalogo di galassie più grande mai utilizzato per studi sull'effetto di lente gravitazionale debole.

Per esempio, stimare il redshift di una galassia - l'incremento della lunghezza d'onda della luce dovuto all'espansione dell'Universo, relazionato direttamente con la distanza dell'oggetto emittente - è un requisito fondamentale per determinare l'evoluzione durante la storia cosmica sia della distribuzione spaziale delle galassie, sia dell'effetto di lente gravitazionale debole. “Un punto chiave è stato lo sviluppo di nuove metodologie per misurare il redshift dei 100 milioni di galassie, che permette di produrre una mappa 3D dell'Universo”, indica Giulia Giannini, ricercatrice dottoranda all'Istituto di Fisica delle Alte Energie di Barcellona e una delle responsabile di queste misure. “Sono stati combinati vari metodi indipendenti, applicando avanzate tecniche statistiche, più sofisticate e precise di quelle adottate fino ad ora, per caratterizzare la relazione tra colore e posizione delle galassie e il loro redshift con la maggior esattezza possibile, cosa fondamentale per evitare di ottenere risultati falsati”.

Questo ad altri progressi, sia nell'ambito delle misure, sia nella descrizione teorica delle osservazioni, uniti ad un aumento della quantità di dati di un fattore tre rispetto al primo anno,

hanno permesso di determinare la densità e uniformità dell'Universo con una precisione senza precedenti. Queste misure così esatte sono il risultato di un'analisi intrapresa con estrema cautela in tutti i suoi aspetti, dalla presa dati con il telescopio, alla stima delle incertezze, fino al calcolo dei conseguentemente robusti risultati finali.

DES completò le osservazioni del cielo notturno del 2019. Con l'esperienza acquisita nell'analisi dati presentata oggi, gli scienziati si stanno preparando per affrontare la raccolta completa di dati, che contiene il doppio del numero di galassie utilizzate finora. Ci si aspetta che l'analisi finale di DES ricavi una visione ancora più precisa della materia ed energia oscura dell'Universo. Inoltre, i metodi sviluppati dall'equipe scientifica di DES hanno spianato il cammino per futuri esploratori, che indagheranno in maniera ancora più profonda i misteri del cosmo.

I risultati di DES si presenteranno in un seminario scientifico del 27 maggio 2012 alle 17:30 ora Italiana, che può essere seguito mediante l'applicazione Zoom al link <https://fnal.zoom.us/j/94822142182?pwd=UnlPSzg0NXdNdIFzK3R2VWV6aEk1dz09>. I 29 articoli scientifici saranno disponibili dopo il seminario al seguente link: <https://www.darkenergysurvey.org/des-year-3-cosmology-results-papers/> e i risultati sono descritti nel seguente video (dei tre scienziati nel video, una è la ricercatrice italiana Giulia Giannini): <https://www.youtube.com/watch?v=2faGqB2UDGo>

Il Dark Energy Survey è una collaborazione di più di 400 scienziati di 25 istituzioni di 7 paesi. Per maggiori informazioni riguardo il progetto, visiti la pagina web dell'esperimento: <https://www.darkenergysurvey.org>

Contatti:

D^a. Giulia Giannini, Dottoranda all'Istituto di Fisica delle Alte Energie IFAE, ggiannini@ifae.es

Dr. Marco Gatti, Post-Doc all'Università della Pennsylvania UPenn, mgatti@ifae.es

Dr. Marco Raveri, Post-Doc all'Università della Pennsylvania UPenn, mraveri@sas.upenn.edu

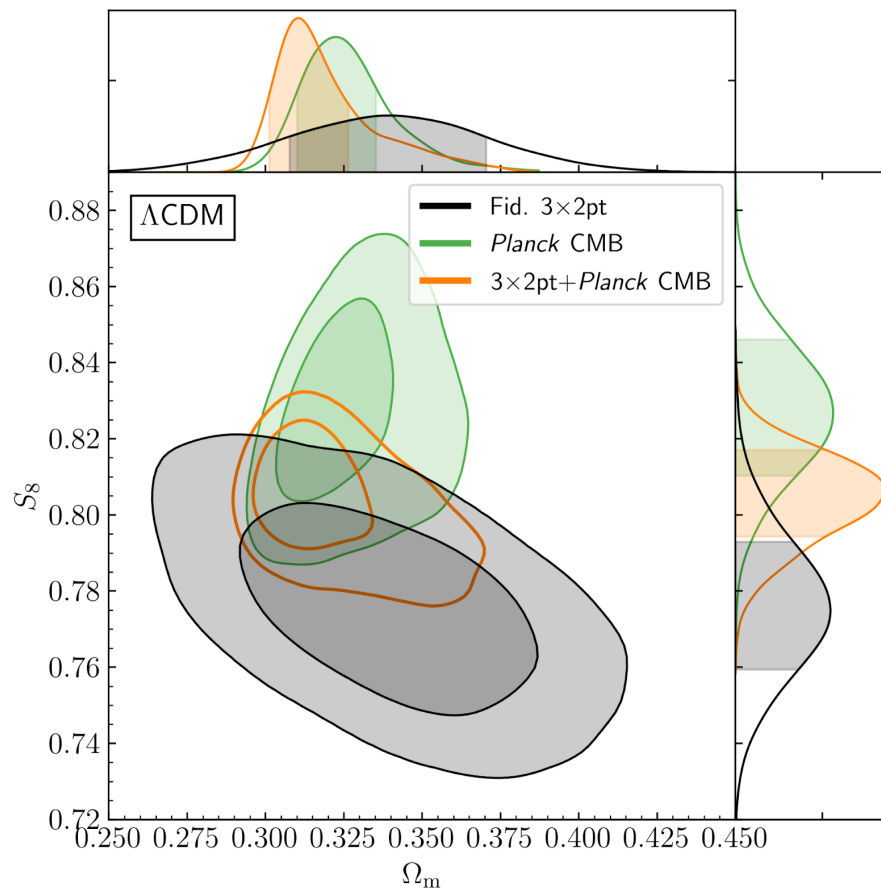
Dr. Ross Cawthon, Responsabile Divulgazione Scientifica DES, cawthon@wisc.edu (solo Inglese)

MATERIALE GRAFICO

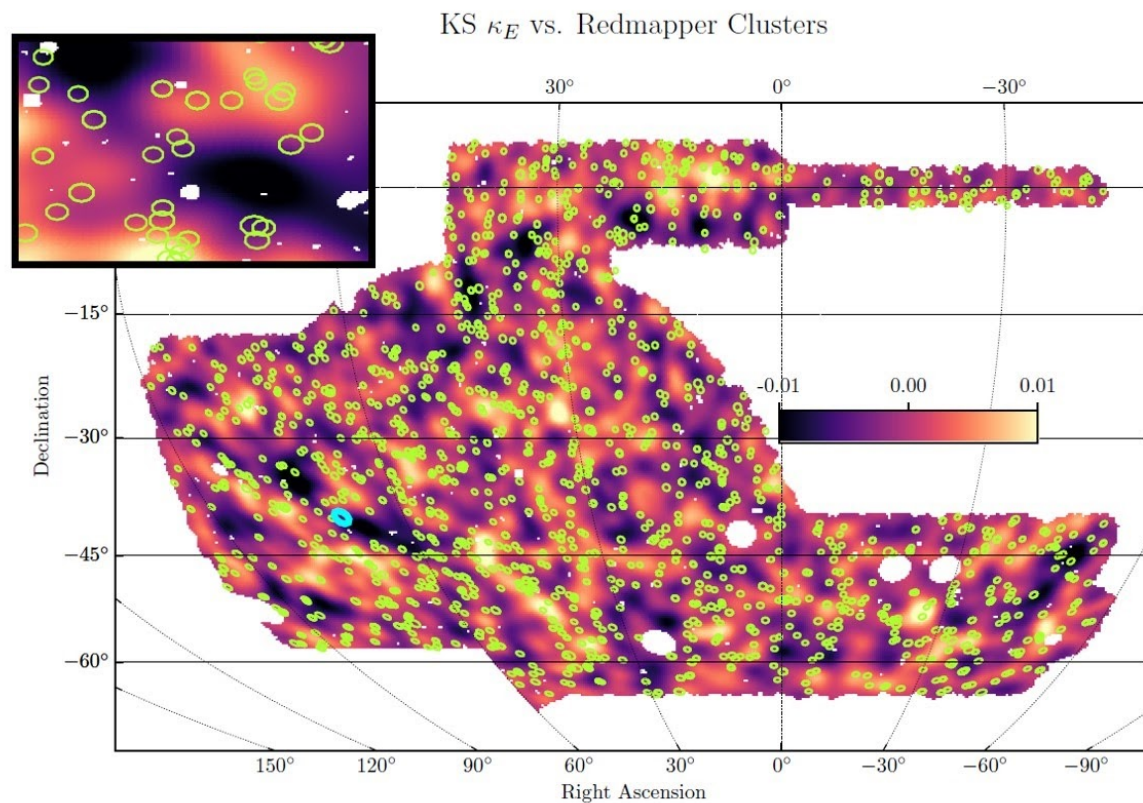
Marco Raveri

Giulia Giannini

Marco Gatti



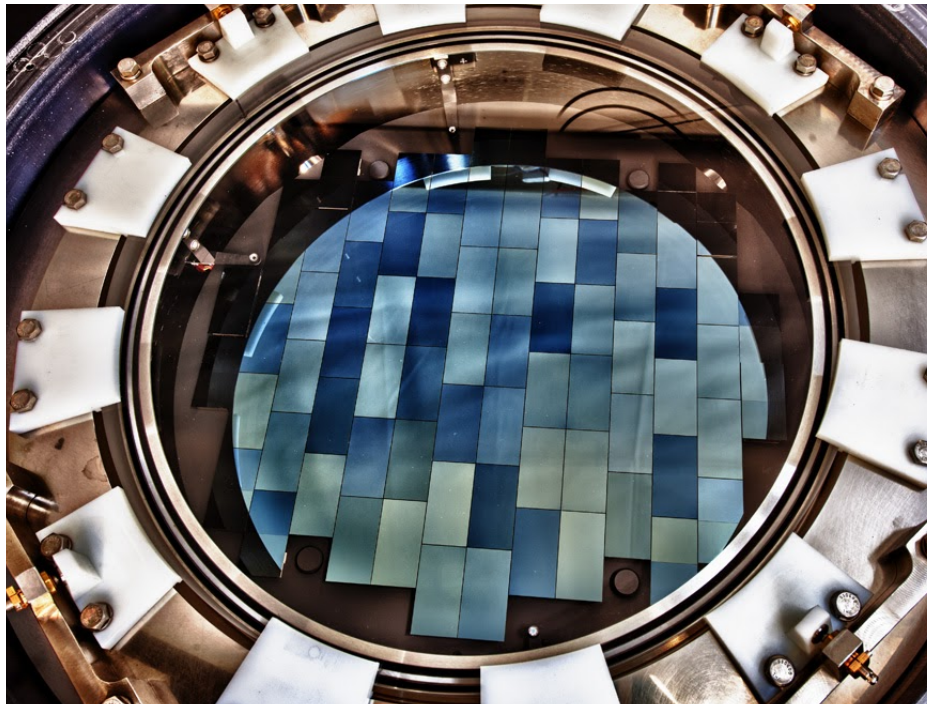
La densità di materia dell'universo (Ω_m) e la ampiezza delle sue disomogeneità (S_8) sono state determinate nell'Universo primitivo mediante le proprietà della radiazione cosmica di fondo, con la sonza spaziale Planck (in verde), e nell'Universo recente mediante la distribuzione spaziale delle galassie e l'effetto di lente gravitazionale debole con il Dark Energy Survey (DES Y3 in grigio). I due risultati sono compatibili, il che è una prova molto importante a favore del modello standard della cosmologia, Λ CDM. Se si combinano le misure (in arancio), si ottengono i risultati cosmologici più precisi mai ottenuti. Crediti immagine: Dark Energy Survey Collaboration



Mapa della distribuzione di materia (soprattutto materia oscura) realizzata a partire dalle misure dell'effetto di lente gravitazionale su 100 milioni di galassie dalla collaborazione DES. La mappa copre approssimativamente un ottavo del cielo e comprende diversi miliardi di anni luce in estensione. Nelle regioni gialle è presente una concentrazione di materia oscura rispetto alla media, mentre nelle regioni nere c'è una concentrazione minore. Il rettangolo nella parte superiore sinistra mostra un dettaglio la regione marcata in azzurro. I punti sono ammassi di galassie riscontrati da immagini ottiche, che si trovano con probabilità maggiore nelle regioni con la maggior concentrazione di materia oscura. Crediti immagine: Dark Energy Survey Collaboration



Il telescopio Blanco, 4 metri di diametro, dal quale è stato realizzato il progetto DES. Il cilindro nero contiene DECam, la camera utilizzata per fotografare le galassie. Crediti immagine: Reidar Hahn y Fermilab.



DECam, la potente camera da 570 megapixel con la quale sono state scattate le immagini. Crediti immagine: Reidar Hahn y Fermilab.