



**Università degli Studi di Milano
Jean Monnet Centre of Excellence**

**“The impact of European Union Research and Innovation
Policy upon Services of General Interest”**

With the support of the Erasmus+ Programme of the European Union



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

***CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN AMMINISTRAZIONI E POLITICHE PUBBLICHE
Politiche europee della ricerca e dell'innovazione***

**La missione CoRoT: una valutazione del suo impatto
attraverso un'analisi costi-benefici al 2023**

Laura Cerutti (N. matricola 992206)

Sommario

<i>Abstract</i>	1
<i>Introduzione</i>	1
<i>Capitolo 1</i>	2
CoRoT: breve introduzione	2
Partnership	3
<i>Capitolo 2</i>	4
Costi della missione	4
Benefici	7
Pubblicazioni scientifiche.....	7
Benefici culturali: YouTube.....	8
Benefici culturali: Social Networks	10
Benefici culturali: Websites (Wikipedia).....	10
Benefici derivanti dalle missioni <i>low-cost</i>	11
Valori di non uso	12
Benefici capitale umano	14
<i>Conclusioni</i>	14
<i>Bibliografia</i>	17
<i>Sitografia</i>	18

Abstract

Fin dalla preistoria l'uomo ha nutrito un profondo interesse per lo studio di stelle e pianeti, dunque di tutto ciò che si trova oltre i suoi limiti. In particolare, con la scoperta del primo esopianeta nel 1995, l'umanità si è resa conto che l'universo era molto più vasto di quanto non immaginasse, e così sono stati avviati i primi studi volti alla creazione di strumenti che potessero andare alla scoperta di ciò che si trova oltre il Sistema Solare. CoRoT è stata la prima missione avente come scopo la ricerca di esopianeti, e il presente lavoro consiste nell'effettuare una valutazione sull'impatto di tale missione, attraverso un'analisi costi-benefici.

Introduzione

L'autrice ha tentato di effettuare un'analisi costi-benefici (approssimativa) della missione CoRoT, per rilevare la risonanza della stessa.

Il presente elaborato si suddivide in due capitoli. Il primo è descrittivo e consiste in una breve esposizione della missione, dei suoi obiettivi e delle sue tappe principali, nonché della partnership. Il secondo capitolo è quello più operativo, in cui si propone l'analisi costi-benefici. In particolare, i costi sono stati ricostruiti e stimati a partire dai dati rinvenuti negli archivi ufficiali del CNES. La stima dei benefici, invece, è stata realizzata tramite il consulto della letteratura scientifica indicata nella bibliografia e il metodo della valutazione contingente utilizzato per calcolare la disponibilità a pagare (DAP), determinata attraverso la realizzazione di un sondaggio per la stima dei valori di non uso.

Il sondaggio, che è stato somministrato tra il 14 e il 17 marzo 2023, ha ottenuto 106 risposte ed è suddiviso in tre sezioni:

- Sezione uno: volta a raccogliere le generalità degli intervistati (genere, età, Comune e Provincia di residenza, titolo di studio e professione);
- Sezione due: in cui è stato chiesto ai soggetti se avessero interesse per la scienza astronomica e conoscessero la missione CoRoT (domande in seguito alle quali sono stati inseriti un video e un PDF illustranti delle brevi spiegazioni relative alla medesima);
- Sezione tre: dedicata alla raccolta delle informazioni sulla DAP. In particolare, come prima cosa è stato chiesto al candidato se fosse stato favorevole a pagare la somma di 6€ *una tantum* per finanziare una nuova missione con gli stessi obiettivi di CoRoT: nel caso di risposta positiva, veniva poi posta la medesima domanda ma con un importo di 15€; in caso di risposta negativa, invece, con una quota di 3€. In conclusione, è stato chiesto di indicare l'importo massimo che sarebbe stato disposto a pagare come finanziatore per sostenere tale investimento.

Nella parte conclusiva, invece, viene effettuato il rapporto benefici/costi, con le opportune considerazioni in merito al risultato ottenuto.

Capitolo 1

CoRoT: breve introduzione

Da sempre l'essere umano si è dimostrato un attento osservatore del cielo. Seppur inizialmente con finalità più prettamente legate alla religione, è possibile scorgere il suo interesse verso tutto ciò che concerne l'universo celeste già dalla realizzazione di monumenti molto antichi quali il complesso megalitico di Stonehenge (risalente al Neolitico), le piramidi di Giza, o anche la piramide Kukulkan realizzata dai Maya: tutti accomunati dal fatto di contenere riferimenti a un'astronomia primordiale.

Nel corso dei secoli le tecnologie di osservazione si sono sempre più affinate, e l'interesse dell'uomo si è spinto anche al di là del nostro Sistema Solare: in particolare, nel 1995 presso l'Osservatorio dell'Alta Provenza in Francia viene scoperta e confermata l'esistenza di 51 Pegasi-b, il primo esopianeta¹. Si tratta di un rinvenimento fondamentale per la scienza astronomica perché ha costituito l'input verso la ricerca in un campo prima inesplorato: quello dei pianeti extrasolari.

Difatti, l'anno seguente l'Agenzia Spaziale Nazionale Francese (CNES) propone per la prima volta la missione spaziale CoRoT (*CO*nvection *RO*tation and *planetary* *Transits*) che, attraverso il monitoraggio con il suo telescopio delle variazioni (anche minime) nella luminosità di una stella osservata per un determinato periodo di tempo (anche fino a 150 giorni), si pone i seguenti obiettivi:

- La ricerca di pianeti rocciosi al di fuori del nostro Sistema Solare, per trovare pianeti abitabili e simili alla Terra che ruotano intorno ad altre stelle.
- Lo studio della struttura interna delle stelle attraverso l'analisi delle onde acustiche che si increspano sulle superficie delle medesime².

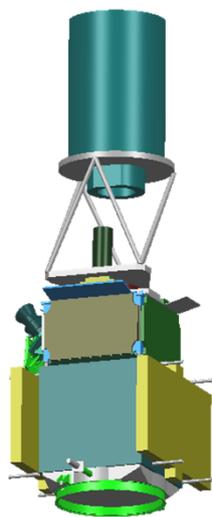
Successivamente, nel 1999 il CNES presenta un invito ai potenziali partner europei e, nel 2000, ha ufficialmente avviato la fase di sviluppo del satellite. Una volta terminata la progettazione e la costruzione, il satellite risulta avere un peso complessivo di 630kg e composto:

- Dalla piattaforma PROTEUS, che assicura il funzionamento del satellite nello spazio, controllandone la traiettoria, la potenza elettrica (grazie ai suoi pannelli solari) e la comunicazione con la Terra (grazie ad un'antenna);



¹ Corpo celeste al di fuori del nostro Sistema Solare, che orbita attorno a una stella diversa dal Sole, ma con proprietà simili.

² Il termine tecnico di questo tipo di studio è asterosismologia.



Fonte: CNES

COROTEL

COROTCAM

PROTEUS

- Da un carico utile costituito da un telescopio (COROTEL), due telecamere - una per ciascuno dei due obiettivi della missione (COROTCAM) - e dai processori per computer on-board.

Il lancio del satellite avviene il 27/12/2006 presso il cosmodromo di Baïkonour in Kazakistan attraverso il razzo Soyuz, e dopo circa 50 minuti arriva a destinazione nella sua postazione sull'orbita circolare polare ad un'altitudine di 869km,

da cui inizia la sua operatività il 02/02/2007. Tale distanza è stata scelta per due ragioni: oltre questa altitudine le radiazioni solari sarebbero state troppo abbondanti e avrebbero rischiato di danneggiare lo strumento; mentre al di sotto, la vicinanza con la Terra avrebbe prodotto effetti nefasti per via della luce solare riflessa dalla Terra.

CoRoT ha trascorso 2.729 giorni in orbita, nei quali sono stati scoperti circa 34 esopianeti confermati (nonché altri che invece necessitano di ulteriori conferme per essere dichiarati ufficialmente) e sono state raccolte quasi 160.000 "curve di luce"³. Dopo il guasto della prima catena fotometrica nel marzo del 2009, e il guasto della seconda nel novembre del 2012, CoRoT ha smesso di dialogare con il computer di bordo del satellite e, quindi, non è più stato in grado di fornire dati scientifici alla Terra. Così, in seguito a vari tentativi con esito negativo, il CNES ha dichiarato la conclusione della missione il 20/06/2013, e il satellite è stato ufficialmente deorbitato il 17/06/2014 (dunque la missione è durata quasi cinque anni in più rispetto alla durata prevista inizialmente di due anni e mezzo).

Partnership

Il progetto CoRoT è stato realizzato attraverso una forte cooperazione internazionale, ma fin da subito emerge il ruolo protagonista dello Stato francese.

Il Centro Nazionale di Studi Spaziali (CNES) è il responsabile dell'intero sistema, nonché appaltatore principale della missione, dato che si è occupato del contratto di lancio e dei contratti stipulati con tutti gli altri partner internazionali. Stretto collaboratore del CNES è stato il Centro Nazionale della Ricerca Scientifica (CNRS), che ha messo a disposizione le proprie risorse umane e i propri laboratori (in particolare LESIA a Meudon, IAS a Orsay e LAM a Marsiglia).

³ Variazioni nel tempo della luminosità di una stella.

Presentati i due soggetti principali della missione (entrambi francesi), si illustrano i partner internazionali e il loro contributo:

- L'Agenzia Spaziale Europea (ESA) ha fornito l'ottica del telescopio e le strutture di prova del satellite (e l'RSSD dell'ESA ha fornito il calcolatore di bordo).
- L'Austria ha fornito il processore BEX e alcune parti elettroniche.
- La Germania ha realizzato il software di volo.
- Il Belgio ha realizzato la cassa, il deflettore e la struttura della sezione strumentale.
- Il Brasile ha fornito un'antenna di ricezione a Natal e ha contribuito al Centro di Controllo della Missione.
- La Spagna ha realizzato il software del Centro di Controllo della Missione.



Fonte: Elaborazione personale realizzata tramite le bandiere e i loghi dei partner

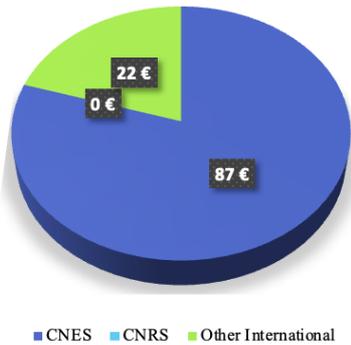
Capitolo 2

Costi della missione

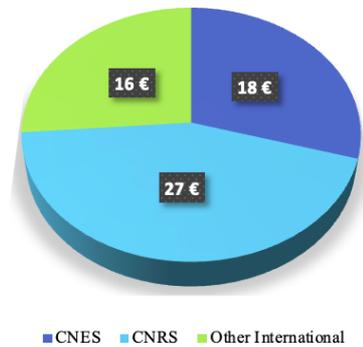
La missione CoRoT ha avuto un costo totale di circa 170.000.000,00€: è possibile analizzare questo dato prendendo in considerazione sia la partecipazione economica dei vari partner, sia le varie fasi della missione stessa.

Per quanto concerne l'analisi dei costi attraverso i contributi dei partner è possibile riscontrare una forte partecipazione dello Stato francese che, attraverso il CNES e il CNRS, ha contribuito economicamente alla missione con una percentuale di circa il 78% sul totale. I costi totali, in base ai dati reperiti all'interno dell'archivio ufficiale del CNES e rielaborati, risultano essere distribuiti come di seguito:

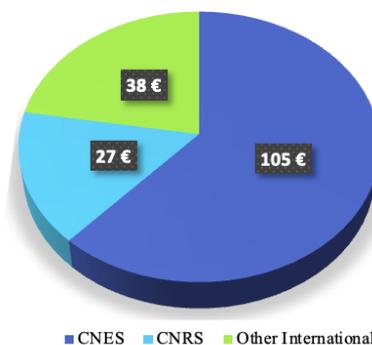
Costi Esterni in Milioni di Euro



Costi Manodopera in Milioni di Euro



Costi Totali in Milioni di Euro



Fonte: Elaborazione personale sulla base dei dati CNES

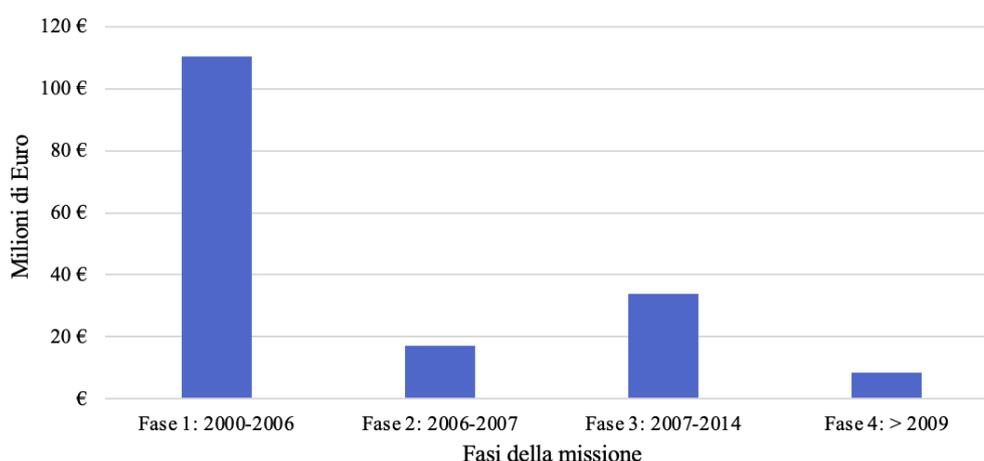
Dai presenti grafici è possibile anzitutto notare come il CNES sia il principale finanziatore della missione, con un contributo che ammonta a circa 105.000.000,00€ (di cui la maggioranza sono costi esterni).

È interessante, inoltre, far presente come il CNRS abbia contribuito esclusivamente tramite la sua manodopera, per un valore totale di 27.000.000,00€: con più precisione, attraverso un rapporto di uomini impiegati all'anno (*man-year*), si riscontra l'impiego di 220 m-y (contro i 150 del CNES e i 131 degli altri partner internazionali); dunque, da parte del suddetto, vi è stato un fondamentale apporto in termini di risorse umane.

In riferimento ai partner internazionali, non è stato possibile risalire alla singola partecipazione economica di ciascuno di essi. Tuttavia, le uniche informazioni in merito riguardano il fatto che: i medesimi hanno partecipato in maniera piuttosto equa alla missione (per un totale di 38.000.000,00€); e, in particolare, l'ESA ha fornito l'ottica del telescopio e le strutture di prova per il satellite al costo di 2.000.000,00€.

I costi fin qui presentati si sono estesi per tutto l'arco temporale della missione: a partire dai suoi studi iniziali, fino a giungere alla deorbitazione del satellite. Specificamente, è possibile suddividere l'arco temporale della missione in quattro fasi e stimare il valore di ciascuna di esse:

Costi in Milioni di Euro suddivisi in fasi



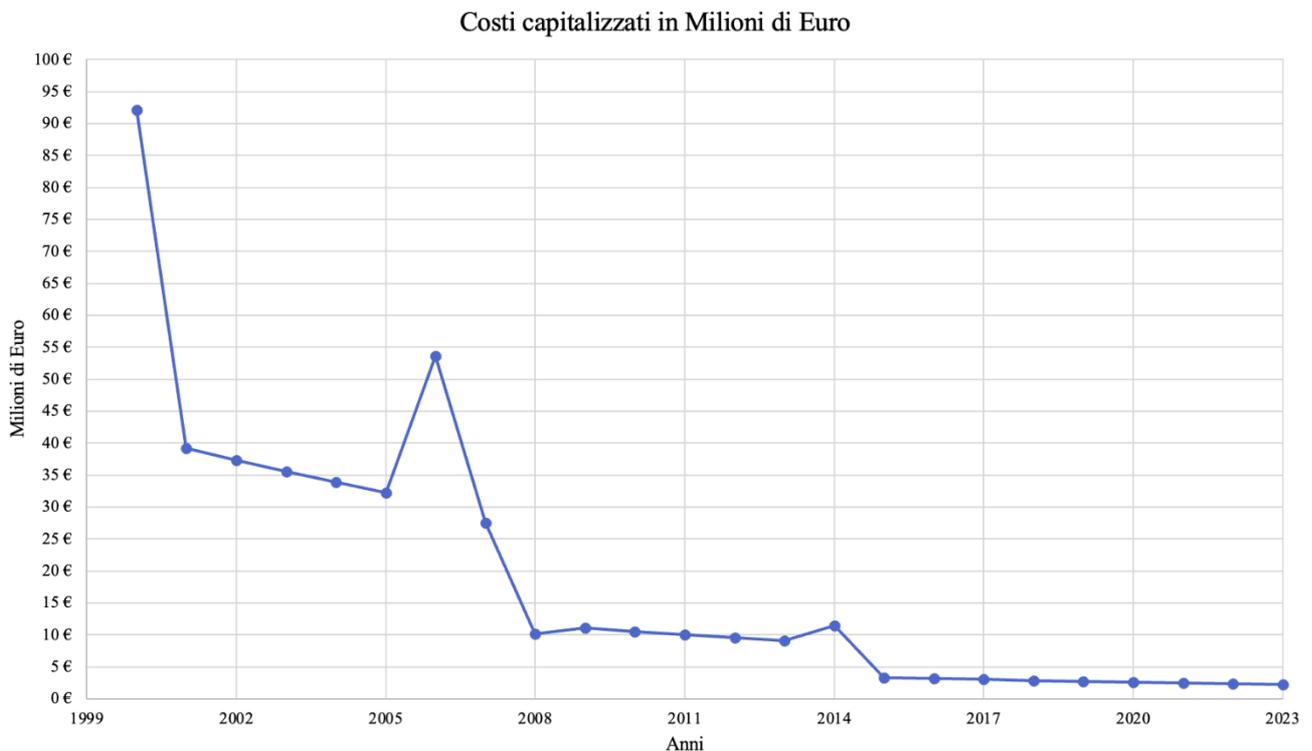
Fonte: Elaborazione personale a partire dai dati del CNES

- Fase 1: studio, progettazione e costruzione del satellite (2000-2006). Si tratta di una delle fasi più importanti, in cui ingegneri e tecnici scientifici hanno messo a disposizione il proprio sapere e collaborato per la costruzione degli strumenti scientifici e del satellite. Quest'ultimo, una volta realizzato, è stato sottoposto a una serie di test al fine di accertarsi circa la sua resistenza rispetto alle condizioni estreme dell'orbita terrestre, e il conseguente lancio. Si tratta della fase più costosa, dato che ha impiegato il 65% circa del budget totale (dunque circa 110.500.000,00€).
- Fase 2: lancio (2006). Esso ha segnato l'inizio della fase operativa della missione (in particolare, l'operatività del satellite ha avuto inizio il 02/02/2007), con un costo di circa il 10% del budget totale (dunque 17.000.000,00€).
- Fase 3: operazioni in orbita del satellite (2007-2014). Tra esse si individuano: il posizionamento del satellite in un'orbita stabile, la sua gestione (quindi, anche il suo monitoraggio), l'attivazione di tutti gli strumenti scientifici e, soprattutto, la raccolta dei dati scientifici inerenti all'attività stellare e alla ricerca di esopianeti. Il costo di questa fase si aggira sui 34.000.000,00€ (il 20% dei costi totali).
- Fase 4: analisi dei dati. Essa ammonta a circa il 5% del budget (8.500.000,00€) e concerne l'analisi dei dati raccolti dal satellite in orbita. Si ipotizza che tale fase parta dal 2009, anno a cui risalgono le prime pubblicazioni scientifiche e in cui gli scienziati hanno iniziato ad annunciare la scoperta dei primi esopianeti.

Al fine di effettuare un'analisi costi-benefici della missione CoRoT dal 2000 al 2023, si è proceduto con la capitalizzazione dei costi supponendo che, come avviene per tutte le missioni spaziali, vi sia

ad oggi un *team* di studiosi⁴ che continua a lavorare sui dati raccolti, al fine di approfondire la conoscenza dell'universo e delle galassie che lo compongono.

I costi capitalizzati⁵ risultano essere distribuiti come di seguito, per un totale di 448.360.000,00€.



Fonte: Elaborazione personale a partire dai dati del CNES

Benefici

Pubblicazioni scientifiche

Per quanto concerne i benefici, si è proceduto analizzando il valore monetario delle pubblicazioni scientifiche relative alla missione CoRoT. A tal fine, sono stati analizzati i dati estrapolati dal sito Scopus, prendendo in considerazione tutte le pubblicazioni presenti, che vanno dal 2000 al 2023⁶: utilizzando come *query* di ricerca “CoRoT mission”, è stato restituito un totale di 564 *paper* (citati complessivamente 454 volte). Per effettuare una stima del valore economico dei *paper*, è stato dapprima considerato il prodotto tra la retribuzione dell'autore e il tempo impiegato in attività di ricerca, questi in rapporto con il numero di pubblicazioni annue; in particolare, ci si è riferiti a un ricercatore del CNRS che percepisce uno stipendio annuo di circa 63.330€⁷, che lavora annualmente 1.760 ore⁸, di cui circa 1.056 (il 60%) destinate alla ricerca e alla produzione scientifica, e che produce

⁴ Si è ipotizzato che, a seguito del termine della missione nel 2014, vi sia ad oggi un *team* composto dal 10% della manodopera originaria, che si occupa di analizzare i dati raccolti da CoRoT.

⁵ NB: si fa notare che tra i partner internazionali risulta esserci anche il Brasile (extra-UE) e, non avendo la sua singola partecipazione, è stato comunque applicato il tasso sociale di sconto degli Stati membri dell'Unione Europea.

⁶ Dati aggiornati al 15/03/2023.

⁷ Dato ricavato dal sito Glassdoor il 15/03/2023.

⁸ Dato ricavato dal valore “Full Time Equivalent (FTE)” presente sul sito Wikipedia il 15/03/2023.

3 *paper* l'anno. Da ciò si ricava un costo marginale medio per pubblicazione di 12.666,00€, mentre il valore medio di una citazione⁹ è di 190€ e il numero di referenze è stato stimato a 40 per tutti gli anni. Successivamente è stata attuata la seguente formula:

$$\begin{aligned} & (\text{costo marginale medio per pubblicazione} * \text{numero di pubblicazioni all'anno su Corot Mission}) \\ & + (\text{valore medio di una citazione} * \text{numero di citazioni all'anno}) \end{aligned}$$

Pertanto, sommando tra loro i risultati ottenuti anno per anno dall'applicazione della suddetta formula, si è giunti a un valore economico di 13.340.829,52€ capitalizzati al 2023.

Benefici culturali: YouTube

Ai fini dell'analisi in corso, sono stati stimati i benefici culturali derivanti dalla divulgazione di un campione di video relativo alla missione CoRoT presente sulla piattaforma YouTube. Escludendo in partenza i video che presentano scarse *views*¹⁰, sono stati selezionati 55 video pubblicati nell'arco temporale che si estende dal 2006¹¹ al 2023¹², per ciascuno dei quali è stata presa in considerazione la durata (in minuti) e il numero di visualizzazioni. Con riferimento a quest'ultimo, è fondamentale precisare che esso indica il numero degli utenti che hanno avuto accesso a un video, anche se più di una volta, e senza necessariamente averlo visto interamente: proprio per tale motivo è stato adottato il metodo già utilizzato da Catalano G. *et al.*, in *Study of the socio-economic impact of CERN HL-LHC and FCC*, e quindi per ogni video è stato applicato un fattore di riduzione in funzione della lunghezza totale, come riportato nella tabella seguente.

Video Length	Reduction Factor
< 1 MIN	60%
1-2 MIN	50%
2-3 MIN	45%
3-4 MIN	35%
4-5 MIN	35%
5-10 MIN	35%
10-20 MIN	28%
20-30 MIN	19%
30-45 MIN	15%
45-60 MIN	10%
>60 MIN	9%

Fonte: *Study of the socio-economic impact of CERN*, p.8

⁹ Ricavato effettuando il prodotto tra il costo marginale medio per pubblicazione e il tempo in attività di ricerca, questi in rapporto con il numero medio di referenze.

¹⁰ Sono stati esclusi i video con meno di 90 *views*.

¹¹ Si fa presente che YouTube nasce nel 2005.

¹² Al 16/03/2023.

Dopo aver applicato il fattore di riduzione a ciascuno dei 55 video, e aver calcolato il valore sociale del tempo (ottenuto moltiplicando 0,13€ per il numero di minuti di ogni video), a tutti è stata applicata la seguente formula:

$$\text{Numero di views ridotte} * \text{durata del video in minuti} * \text{valore sociale del tempo}$$

Ottenuto il valore di ogni singolo video, si è poi proceduto raggruppandoli nei vari anni in cui sono stati pubblicati, e si è ottenuto un valore economico totale di 19.487.833,24€ capitalizzati al 2023.

Anni	Valore video capitalizzati
2006	214,36 €
2007	18.618,68 €
2008	39.780,53 €
2009	10.320,81 €
2010	32.983,50 €
2011	72.732,80 €
2012	86.934,07 €
2013	7.612,01 €
2014	6.229,45 €
2015	112.618,07 €
2016	224.601,29 €
2017	5,02 €
2018	40.410,03 €
2019	272.536,44 €
2020	15.565.191,19 €
2021	910,47 €
2022	2.996.134,53 €
2023	0,00 €
Totale complessivo	19.487.833,24 €

Fonte: Elaborazione personale dei dati di YouTube

Dal punto di vista qualitativo, invece, occorre far presente che risulta difficile effettuare un'accurata analisi delle tendenze dei video nei rispettivi anni di pubblicazione, essendo una missione risalente ai primi anni 2000. Per tale ragione, molti video sono stati caricati sulla piattaforma in tempi diversi rispetto alla loro effettiva realizzazione (ad esempio il video di una conferenza della studiosa Annie Baglin tenutasi il 2 aprile 2002, è stato pubblicato nel 2019). Tuttavia, è possibile rilevare un incremento del quantitativo di video dal 2019, dovuto probabilmente all'interesse rivolto a un'importante scoperta della missione CoRoT: l'esopianeta Corot 7-b.

Benefici culturali: Social Networks

Si è tentata un'analisi dei benefici culturali derivanti dall'utilizzo dei *social networks* e, dopo aver trovato pochissimi post su Facebook e Instagram, è stato preso in considerazione Twitter. Tuttavia, a seguito di un'analisi effettuata su più di 500 *tweet* (pubblicati tra il 2007 e il 2023¹³) aventi come oggetto la missione CoRoT, il risultato dei benefici calcolati è stato piuttosto irrisorio¹⁴, motivo per cui si è deciso di non prendere in considerazione i suddetti perché ritenuti ininfluenti ai fini dell'analisi stessa. Questo è probabilmente legato al fatto che la missione è piuttosto attempata ed è stata erogata in un periodo in cui i *social networks* non avevano ancora la risonanza che hanno accumulato nel tempo. Dunque, agli occhi dell'opinione pubblica, questa missione è stata molto meno influente rispetto all'importanza che hanno avuto altre missioni spaziali (come, ad esempio, il recente lancio del James Webb a fine 2021). Nonostante ciò, si può riscontrare un incremento di *tweet* nei seguenti anni:

- 2009: anno in cui la missione è stata prorogata e sono stati pubblicati i primi risultati;
- 2011: a seguito di un articolo divulgato dalla *BBC*;
- 2013 e 2014: rispettivamente, l'anno del termine della missione e della deorbitazione del satellite.

Benefici culturali: Websites (Wikipedia)

Per ciò che concerne i benefici derivanti dalle visite ai principali *websites* della missione, sarebbe stato opportuno analizzare il numero di accessi alle pagine ufficiali (CNES, CNRS, ESA). Tuttavia, data l'impossibile reperibilità degli stessi, è stato ritenuto più adatto optare per un'analisi delle visualizzazioni di una delle enciclopedie online più utilizzate al mondo: Wikipedia. A tal fine sono state considerate le pagine della missione CoRoT in lingua inglese (più onnicomprensiva) e in lingua francese (data l'origine della missione stessa). Per ciascuna delle due pagine è stato analizzato il numero di visualizzazioni mensili da parte degli utenti¹⁵ a partire dal 01/07/2015 (essendo il primo periodo utile fornito dal sito), fino ad arrivare al 28/02/2023 (ultima mensilità disponibile) e, successivamente, è stata applicata la seguente formula per calcolare il valore economico delle visualizzazioni al mese:

*[Numero di visite al mese * tempo medio speso per la visita (ipotizzato a 5 minuti) * valore sociale del tempo (EUR 0.13 per minuto)]*

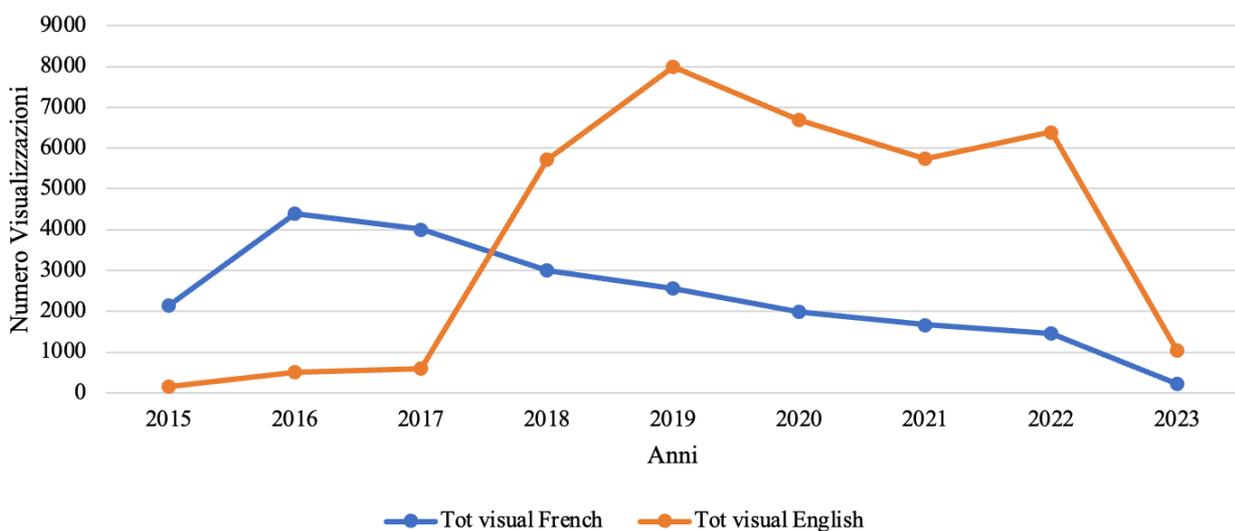
¹³ Dato al 17/03/2023.

¹⁴ 135€ capitalizzati al 2023.

¹⁵ Tutte le persone che visualizzano una pagina: contributori registrati, anonimi, e lettori.

Dopodiché, i valori ottenuti sono stati raggruppati in anni e capitalizzati, e si è ottenuto un valore di 89.518,07€ per la pagina in francese, e 113.730,92€ per la pagina in inglese; per un totale di 221.248,99€ capitalizzati al 2023 (ovviamente ricordando che i dati sono disponibili solo dal luglio 2015).

In riferimento alla tendenza di visualizzazione delle rispettive pagine, è stato rilevato come in Francia fosse già presente un interesse rivolto alla missione (considerando che i primi dati partono dal 01/07/2015 si suppone che l'interesse dei mesi e degli anni precedenti fosse più elevato), probabilmente dovuto a una questione patriottica; mentre per quanto riguarda la pagina in lingua inglese, vi è stato un picco di visualizzazioni a partire dal 2018, presumibilmente derivante dai risultati ottenuti dalla missione Kepler (erede di CoRoT) terminata in quell'anno, e alla conseguente curiosità rivolta agli esopianeti.



Fonte: Elaborazione personale dei dati forniti da Wikipedia

Benefici derivanti dalle missioni *low-cost*

La missione CoRoT fa parte delle missioni *low-cost-budget* del CNES e, come appena anticipato, la missione Kepler è sua erede. Anch'essa è una missione a basso costo, in quanto facente parte del *Discovery Program* della NASA e, essendo una missione molto simile, è stato ritenuto interessante effettuare un confronto tra le due in termini di ottimizzazione dei costi. Gli studi della missione Kepler hanno avuto inizio nel 2001, anno dal quale sono stati calcolati approssimativamente i costi della stessa (terminata nel 2018), capitalizzati al 2023. Il risultato è di 1.276.980.897,67\$, al cambio 1.200.362.043,81€¹⁶. Si ottiene così una differenza tra Kepler e CoRoT di 752.002.043,81€, dato

¹⁶ Al giorno 17/03/2023 con il rapporto 1\$:0,94€.

interessante perché questo quantitativo di risorse risparmiate potrebbe essere un impiego utile al fine di creare ulteriori future missioni innovative per la scienza.

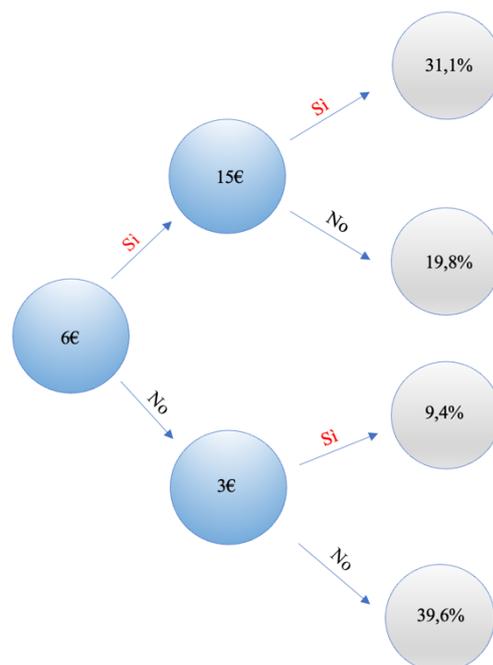
Valori di non uso

I benefici derivanti da una missione scientifica di questo tipo rientrano nei cosiddetti “valori di non uso”, ossia quei beni pubblici che, pur non venendo concretamente consumati dalla collettività, possono essere valutati tramite il metodo della valutazione contingente.

Il campione è costituito da 106 cittadini italiani, non è né casuale né rappresentativo, e per quanto riguarda le generalità è distribuito come segue:

- Il 58% è di genere femminile, mentre il 42% di genere maschile;
- Il 5% del campione ha un'età compresa tra 16-18 anni; il 58% tra 20-30 anni; il 21% tra 32-50 anni e il 16% tra 51-70 anni;
- Il 9% ha raggiunto la licenza di scuola media; il 30% il diploma di scuola superiore; il 38% ha conseguito una laurea triennale; il 20% una laurea magistrale; mentre il 3% ha dichiarato “altro” (e il 38,7% del totale è attualmente studente).

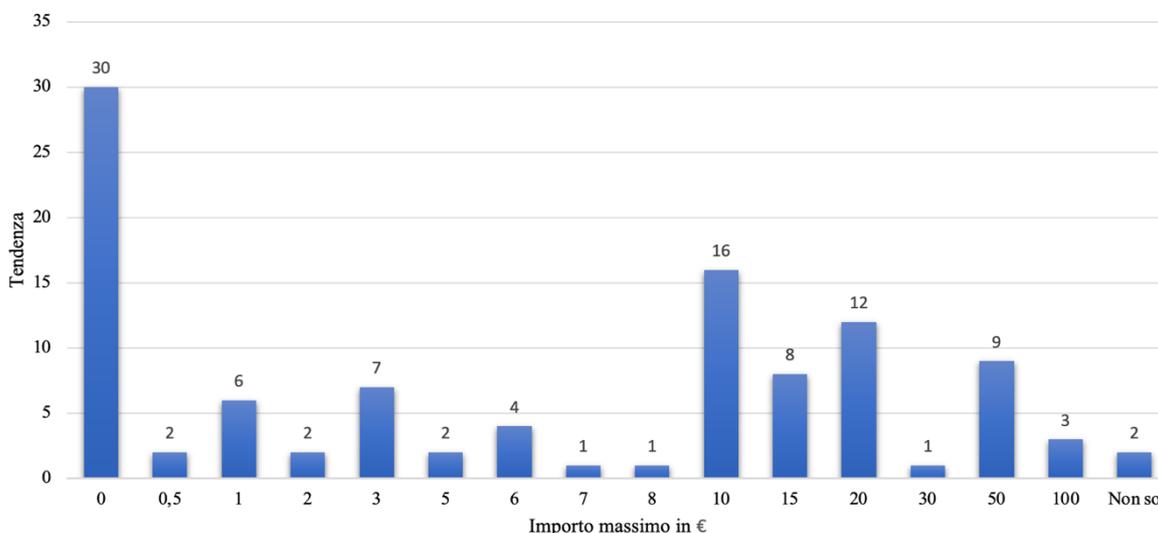
Le risposte ottenute dalle domande dicotomiche relative alla DAP di una missione simile a CoRoT mostrano come il 50,9% del campione sarebbe disponibile a pagare almeno 6€ *una tantum* (di cui il 31,1% pagherebbe almeno 15€), mentre il 49,1% no. Di questi ultimi, il 9,4% sarebbe disponibile a versare almeno 3€, e il restante 39,6% nemmeno tre euro.



Fonte: Elaborazione personale dei dati raccolti nel sondaggio

A seguire, è stato chiesto agli intervistati quale fosse l'importo massimo che sarebbero stati disposti a pagare, il quale è risultato estendersi da un minimo di 0€ ad un massimo di 100€, così distribuito:

Distribuzione della DAP massima



Fonte: Elaborazione personale dei dati raccolti nel sondaggio

La moda e la media della DAP massima sono risultate essere rispettivamente 0€ e 13,28€, mentre la mediana è di 6€.

Comparando tra loro alcune variabili prese in esame, è possibile scorgere interessanti correlazioni. Anzitutto, si è notato come coloro che nutrono interesse per la scienza astronomica, sono più propensi ad investire in missioni di questo tipo.

Interesse scienza astronomica	Media di DAP max
No	6,92 €
Si	17,94 €
Totale complessivo	13,28 €

Fonte: Elaborazione personale dei dati raccolti nel sondaggio

Inoltre, si scorge come siano più predisposti a una maggiore DAP coloro che sono a conoscenza del tipo di missione su cui si investe.

Conoscenza pregressa CoRoT	Media di DAP max
No	12,37 €
Si	22,89 €
Totale complessivo	13,28 €

Fonte: Elaborazione personale dei dati raccolti nel sondaggio

Per concludere, si può riscontrare anche un incremento della DAP nei soggetti con un titolo di studio più elevato (senza considerare la media della voce "altro" dato che corrisponde a sole tre persone, di cui una ha dichiarato una DAP di 50€ alzando inevitabilmente la media per quella categoria).

Titolo di studio	Media di DAP max
Licenza media	7,22 €
Diploma di scuola superiore	10,00 €
Laurea triennale	16,04 €
Laurea magistrale	15,02 €
Altro	18,33 €
Totale complessivo	13,28 €

Fonte: Elaborazione personale dei dati raccolti nel sondaggio

Benefici capitale umano

In conclusione, si è considerato il beneficio inerente al capitale umano, ossia l'incremento atteso di salario derivante dall'aver lavorato a questo progetto del CNES. I risultati ottenuti da questa stima hanno evidenziato come, per i giovani ingegneri aerospaziali, potrebbe essere stato conveniente l'aver preso parte alle attività di sviluppo ed implementazione di CoRoT.

Da Glassdoor¹⁷ sono stati ricavati i dati relativi agli stipendi per la figura dell'ingegnere aerospaziale, che come facilmente intuibile ha un ruolo cruciale nello sviluppo e nella realizzazione di tali progetti, sia per chi è impiegato nel CNES (e dunque si presume abbia lavorato a CoRoT), sia per chi invece non lo è.

Si è presunto che entrambe le categorie mantenessero una posizione "base" (e conseguentemente tale retribuzione) per 5 anni, e che il successivo avanzamento di carriera avvenisse dopo altri 10 anni. Nelle elaborazioni realizzate le dinamiche di progressione dei neolaureati sono dunque le medesime. Sommando anno per anno le retribuzioni così considerate, per i neolaureati¹⁸ del CNES da un lato e per gli ingegneri aerospaziali delle altre aziende/agenzie dall'altro, si ottiene una differenza pari a 7.967.294,28€ capitalizzati al 2023: questo valore costituisce il beneficio per gli ingegneri derivante dalla partecipazione alla missione CoRoT.

Conclusioni

È giunto il momento di tirare le somme dell'analisi svolta fino ad ora.

Come riportato nella sezione relativa ai costi, i costi totali capitalizzati al 2023 risultano essere di circa 448.360.000,00€.

Il totale dei benefici calcolati, invece, è distribuito come segue:

¹⁷ Consultato il 20/03/2023.

¹⁸ Ipotizzati a un numero di 5.

Benefici	Valore capitalizzato
Pubblicazioni scientifiche	13.340.829,52€
YouTube	19.487.833,24€
Wikipedia	221.248,99€
Capitale umano	7.967.294,28€
Totale	41.017.206,03€

Fonte: Elaborazione dei dati analizzati sino ad ora

Già ad impatto visivo si può intuire come i costi risultino spropositati rispetto ai benefici: difatti, il rapporto benefici/costi è di 0,09. Nonostante ciò, si rendono opportune alcune considerazioni.

Anzitutto, come già detto, si tratta di una missione piuttosto datata, motivo per cui non è stato possibile reperire molte delle informazioni necessarie per poter effettuare una completa analisi costi-benefici: ad esempio, non sono stati trovati dati relativi all'esposizione temporanea della missione tenutasi tra il 29 giugno e il 29 dicembre 2013 presso il *musée de l'Air et de l'Espace du Bourget*. CoRoT è stata implementata in un periodo in cui i *social networks* non godevano del prestigio di cui godono oggi, con la conseguenza di una scarsa conoscenza della stessa che si riflette nell'impatto mediatico e nella risonanza che ha avuto nella società (come rilevato anche nel sondaggio). C'è anche da considerare che alcuni dei benefici analizzati hanno vagliato solo alcuni aspetti, ad esempio: nel capitale umano è stata esaminata solo la figura dell'ingegnere aerospaziale, mentre nell'analisi dei *websites* si è considerata solo Wikipedia (e non i siti ufficiali, che sono fondamentali) con dati che decorrono da luglio del 2015 (ben 15 anni dopo la fase di sviluppo della missione) determinando una grossa perdita di informazioni.

In aggiunta, va ricordato l'enorme contributo fornito alla scienza astronomica: essendo stata la prima volta alla ricerca degli esopianeti, è inevitabile che essa abbia agevolato lo sviluppo delle missioni successive (tra cui le famose Kepler e Tess) tramite un effetto *spillover* e, ricordando anche Kepler, è stato visto come CoRoT abbia avuto costi fortemente inferiori (ottenendo comunque ottimi risultati).

Va ricordato anche il fatto che poco più del 50% del campione preso in esame sarebbe disposto a pagare almeno 6€ per finanziare una missione simile a CoRoT, evidenziando come buona parte dei cittadini sarebbe disposta a sostenere economicamente un progetto di questo tipo, grazie all'importanza riposta nella ricerca scientifica (ricordando però che si tratta di un campione non rappresentativo e non casuale).

Concludendo, i benefici ottenuti da CoRoT sono sicuramente più elevati di quelli calcolati nel presente elaborato, specialmente in ambito scientifico: questa missione si è posta come pietra miliare per la ricerca scientifica degli esopianeti, tant'è che l'attuale numero di essi è giunto a oltre 5.000

unità. Questo tipo di missioni può sembrare lontano dall'aver impatto sulla vita dei cittadini, ma questo pensiero è assai sbagliato perché l'uomo è un esploratore che ha provato a spingersi sempre di più oltre i suoi limiti e sicuramente un giorno, presto o tardi, queste scoperte serviranno affinché l'umanità possa prosperare su altri pianeti e satelliti, perfino al di là della Via Lattea.

Bibliografia

- Baglin A., The CoRoT Team, 2016. *The CoRoT Legacy Book: The adventure of the ultra-high precision photometry from space*. EDP Sciences, France. <https://www.edp-open.org/books/edp-open-books/320-the-corot-legacy-book>.
- Catalano G., Del Rosario Crespo Garrido I., 2018. *Study of the socio-economic impact of CERN HL-LHC and FCC*. Department of Economics, Management and Quantitative Methods, Università degli Studi di Milano.
- Florio M., Giffoni F., 2020. *A contingent valuation experiment about future particle accelerators at CERN*, in “PLoS ONE”, Vol. 15(3), e0229885.
- Florio M., Giffoni F., 2023. *Public support of science: A contingent valuation study of citizens' attitudes about CERN with and without information about implicit taxes*. In “Research Policy”, Vol. 52 (1).
- Florio M., Pancotti C., Sirtori E., Vignetti S., Forte S., 2016. *Exploring Cost-Benefit Analysis of Research, Development and Innovation Infrastrutture: an Evaluation Framework*. Working Papers 201601. CSIL Centre for Industrial Studies.
- Morretta V., & Vurchio D., Carrazza S., 2022. *The socio-economic value of scientific publications: The case of Earth Observation satellites*. Technological Forecasting and Social Change, Elsevier, vol. 180(C).

Sitografia

- Agenzia Spaziale Europea (ESA) – <https://www.esa.int/> – Ultimo accesso: 08/03/2023
- Centro Nazionale di Studi Spaziali (CNES) – <https://cnes.fr/fr/> – Ultimo accesso: 08/03/2023
- Centro Nazionale della Ricerca Scientifica (CNRS) – <https://www.cnrs.fr/fr> – Ultimo accesso: 08/03/2023
- Chat GBT – <https://chat.openai.com> – Ultimo accesso: 08/03/2023
- CoRoT CNES – <https://corot.cnes.fr/en/COROT/index.htm> – Ultimo accesso: 08/03/2023
- CoRoT CNES Archive – <https://sipad-corot.cnes.fr> – Ultimo accesso: 08/03/2023
- Glassdoor – <https://www.glassdoor.fr> – Ultimo accesso: 20/03/2023
- Google Forms – <https://www.google.it/intl/it/forms/about/> – Ultimo accesso: 19/03/2023
- Google Scholar – <https://scholar.google.com/> – Ultimo accesso: 08/03/2023
- IAS CoRoT Public Archive – <http://idoc-corot.ias.u-psud.fr> – Ultimo accesso: 08/03/2023
- NASA – <https://www.nasa.gov> – Ultimo accesso: 17/03/2023
- Page views Wikipedia – <https://pageviews.wmcloud.org> – Ultimo accesso: 18/03/2023
- Payscale – <https://www.payscale.com> – Ultimo accesso: 20/03/2023
- Scopus – <https://www.scopus.com> – Ultimo accesso: 15/03/2023
- Twitter – <https://twitter.com> – Ultimo accesso: 17/03/2023
- Unione Astrofili Italiani – <https://www.uai.it/sito/> – Ultimo accesso: 10/03/2023
- Wikipedia – <https://it.wikipedia.org> – Ultimo accesso: 18/03/2023
- YouTube – <https://www.youtube.com> – Ultimo accesso: 16/03/2023