



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

Il Progetto Galileo: un'analisi costi-benefici della corsa europea alla localizzazione

Christian Barbeta

Francesco Martignano

Marco Motta

A.A. 2022/2023

Sommario

Executive Summary	1
1 - Introduzione	1
2 - Dati e metodi	3
3 - Costi	3
3.1 - Costi: Unione Europea	4
3.2 - Costi: ESA	8
3.3 - Costi: Imprese private	8
4 - Benefici	9
4.1 - Valore delle pubblicazioni scientifiche	9
4.2 - Salvataggio di vite umane	10
4.3 - Beneficio capitale umano	11
4.4 - Benefici per le imprese che utilizzano Galileo	12
4.5 - Benefici per i consumatori	12
5 - Risultati	13
5.1 - Costi complessivi	13
5.2 - Benefici complessivi	13
6 - Conclusioni	14
7 - Bibliografia	16
8 - Sitografia	17

Executive Summary

L'avvio dei programmi di ricerca e sviluppo dell'Agenzia Spaziale Europea negli anni '90 fece emergere una discussione relativa alla creazione di un sistema europeo di localizzazione, tant'è che la Commissione Europea, su impulso del Consiglio Europeo, cominciò a sviluppare un sistema globale gestito dalle autorità civili pubbliche. Nacque così il Progetto Galileo. Vari studi hanno ritenuto che i benefici di tale progetto fossero notevolmente superiori ai costi. Pertanto, l'obiettivo del seguente lavoro è verificare, mediante un'analisi costi-benefici, le potenzialità del sistema, considerando come orizzonte temporale l'anno 2027. Galileo è un progetto ancora agli albori, che può portare l'Europa a vincere la sfida contro il monopolio del GPS.

1 - Introduzione

L'uomo ha da sempre percepito la necessità di individuare la sua posizione nel mondo, nonché l'ora esatta, per orientarsi ed organizzare la propria esistenza. In principio, per risolvere tali problemi, si utilizzavano rispettivamente la posizione delle stelle e del Sole. Nel corso dei decenni sono stati sviluppati strumenti sempre più sofisticati e precisi, che hanno permesso di migliorare la qualità della vita dell'uomo. In questo senso l'evoluzione tecnologica del secolo scorso ha condotto ad un'ottimizzazione dei vecchi strumenti (come gli orologi), affiancata dalla nascita di nuovi mezzi come la trasmissione dei dati in digitale. Fra questi i satelliti si pongono come una delle innovazioni più importanti, dato che le loro attività possono potenzialmente interessare e raggiungere ogni luogo dell'intero globo.

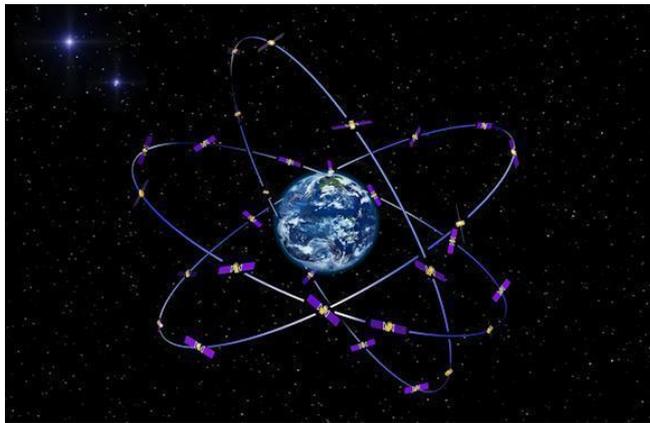
L'Unione Europea, a partire dagli anni '90 del secolo scorso, cominciò a pensare all'istituzione di un *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS), per inserire anche il Vecchio Continente in un settore fino a quel momento dominato dall'americano GPS e (seppur in misura minore) dal russo GLONASS. Questi due sistemi di posizionamento nacquero per motivi militari e per accedere alle loro migliori prestazioni occorre avere il consenso dei Ministeri della Difesa¹. Si tratta di un aspetto che genera incertezza perché tali servizi non forniscono la garanzia di un'erogazione continua del segnale, il quale inoltre individua la posizione del ricevitore con un errore di qualche decina di metri: per molte applicazioni questo può essere insufficiente.

¹ È comunque possibile utilizzare questi servizi anche per uso civile, ma con limiti piuttosto stringenti.

L'Unione Europea decise dunque di sviluppare il sistema di localizzazione Galileo (preceduto da EGNOS), che si differenzia in primo luogo dalle altre tecnologie per il fatto che viene utilizzato per scopi civili: il servizio è disponibile 24 ore su 24, gratuitamente e con una precisione del segnale di qualche metro (contro i 20 metri del GPS per uso civile). Tale accuratezza è stata ulteriormente raffinata, tanto che ad oggi Galileo è dotato di una precisione intorno ai 20cm.

In sintesi, le motivazioni che hanno spinto a sviluppare (e perfezionare) il progetto Galileo sono essenzialmente due: da un lato la volontà di affrancare i sistemi di localizzazione dall'ambito militare e dunque dalla possibilità che tali tecnologie vengano improvvisamente rese meno accessibili per via di crisi diplomatiche e/o eventuali conflitti fra superpotenze; dall'altro la volontà di rendere ancora più precisi i sistemi GNSS già ampiamente affermatasi nelle società occidentali.

Figura 1.1. Raffigurazione artistica della costellazione di satelliti di Galileo



Fonte: Difesaonline.it

Il Progetto Galileo si compone di una costellazione di 30 satelliti (attualmente in orbita sono presenti 23 satelliti)² ed è entrato in servizio il 15 dicembre 2016. I satelliti, che si pongono lungo tre orbite diverse con un'inclinazione di 56° rispetto al piano dell'equatore, orbitano ad un'altezza di circa 22.000km dalla superficie terrestre. Non solo sono in grado di localizzare il soggetto che utilizza questo servizio mediante la

triangolazione³, ma garantiscono anche la sincronizzazione oraria grazie agli orologi atomici di cui sono dotati⁴.

L'importanza di Galileo si può evincere da una dichiarazione di Carl Bildt, ex Primo Ministro svedese, il quale nel 2001 affermò che *“se davvero l'Europa vuole essere considerata un partner serio dagli Stati Uniti e mantenere il controllo di funzioni essenziali per il proprio sviluppo economico, deve dimostrare di avere la volontà e i mezzi per essere presente nello Spazio. Galileo è un banco di prova fondamentale per l'Unione europea in tal senso”* (ESA 2011). Galileo si pone pertanto come un elemento

² Come da sito: www.gsc-europa.eu (ultimo accesso in data 13-03-2023).

³ Tre distinti satelliti forniscono l'indicazione della distanza da ciascuno di essi del corpo stesso: il ricevitore, posto a terra, calcola poi la posizione misurando il tempo impiegato dal segnale per percorrere la distanza tra satellite ed utente. È dunque di particolare rilevanza la sincronizzazione degli orologi atomici a bordo dei satelliti, in modo tale da misurare con precisione tale tempo di percorrenza.

⁴ Si segnala la compresenza nei satelliti di orologi atomici al rubidio ed all'idrogeno, con un'accuratezza migliore di un miliardesimo di secondo al giorno.

fondamentale per garantire all'Unione Europea un ruolo chiave tra i diversi protagonisti sullo scacchiere mondiale, caratterizzato dall'emergere di nuovi attori fondamentali come i Paesi orientali (Cina su tutti).

L'elaborato si pone come obiettivo quello di effettuare un'analisi costi-benefici di questo progetto nel periodo intercorso tra la sua genesi e il 2027: sarà così possibile verificare se i benefici generati (a più di 10 anni di distanza dal lancio dei primi satelliti) siano superiori ai costi sostenuti per la sua creazione, il suo sviluppo e la sua operatività (e dunque se l'investimento sia stato giustificato dai risultati ottenuti). Inoltre occorre tener conto del fatto che i benefici non riguardano soltanto una migliore accuratezza della localizzazione, ma sono estremamente ampi e diversificati: questi sistemi vengono profittevolmente utilizzati da molte industrie, ad esempio per tracciare la posizione dei mezzi incaricati delle spedizioni e delle consegne.

2 - Dati e metodi

L'elaborato, essendo stato svolto in un periodo di tempo particolarmente ristretto e disponendo di risorse limitate, vuole essere una semplice ipotesi di costi e benefici legati al Progetto GNSS Galileo.

Per stimare l'ammontare di risorse stanziato dall'Unione Europea sono state analizzate le singole voci di stanziamento nei bilanci annuali, ricostruendo con puntualità l'esatta somma a disposizione e tenendo conto della distinzione fra impegni previsti e somme effettivamente erogate (considerando esclusivamente quest'ultime). Lo stesso procedimento è stato effettuato anche per ricostruire il contributo finanziario da parte dell'ESA tra il 2002 e il 2009, utilizzando il dato relativo alla voce "Navigation Programme" (presente fino al 2009) negli *Annual Report* dell'agenzia stessa. Per il contributo economico degli attori privati sono state infine analizzate le relazioni della Corte dei Conti dell'Unione Europea.

Per quanto riguarda i benefici sono stati invece analizzati cinque specifici aspetti attingendo i dati che sono stati estratti ed elaborati da alcuni siti e documenti tra cui i principali Scopus, Jobbydoo, CNSAS ed EUSPA.

Infine i risultati ottenuti dai costi e dai benefici sono stati capitalizzati/attualizzati all'anno 2023 per restituire un quadro coerente del dispiego delle risorse finanziarie.

3 - Costi

Gli attori che hanno partecipato al finanziamento del Programma Galileo sono stati principalmente due: l'Unione Europea e l'ESA. Una ristretta porzione delle risorse proviene da attori privati, anche alla luce del fatto che, originariamente, le istituzioni europee avevano previsto un cofinanziamento pubblico-

privato. Questo è tuttavia venuto meno perché le imprese non hanno aderito con piena convinzione, trattandosi di un progetto caratterizzato da un ampio margine di incertezza e per questo venne richiesta una ingente copertura in caso di rischio. Tra il 2008-2009 è stato dunque deciso di rendere completamente pubblico il finanziamento da parte del bilancio dell'Unione Europea. A seguire verrà fornita un'analisi relativa ai contributi di ciascun attore.

3.1 - Costi: Unione Europea

All'interno delle istituzioni comunitarie si cominciò a parlare concretamente di un impegno per la creazione di una rete transeuropea di posizionamento nel 1994 (Caporale, 2017), anno nel quale venne inoltre approvato il Progetto EGNOS⁵.

Nel 1999 fu avviata la fase di definizione da parte del Consiglio, e l'ESA ipotizzò la creazione di due costellazioni diverse: la prima composta da 45 satelliti (dal costo di circa 2,2 miliardi di euro nel periodo 1999-2008) e la seconda da 24 (comportante un esborso di circa 1,6 miliardi di euro). La scelta ricadde sulla costellazione più piccola, ma il programma venne disatteso a causa di varie problematiche che hanno generato ritardi e un innalzamento dei costi.

Secondo le previsioni del 2000:

- a) la fase di sviluppo e convalida sarebbe durata dal 2001 al 2005;
- b) la fase costitutiva sarebbe durata dal 2006 al 2007;
- c) la fase operativa commerciale sarebbe iniziata nel 2008.

Tabella 1.1. Stime originarie dei costi in milioni di euro

	Stima originale dei costi in milioni di euro (2000)	Stima aggiornata dei costi in milioni di euro (2007)
Fase di definizione	80	80
Fase di sviluppo e convalida	1.100	2.100
Fase costitutiva	2.150	3.400
Totale	3.300 (di cui 1.800 milioni a carico del settore pubblico)*	5.580 (interamente a carico del settore pubblico)**

* Le spese annuali di funzionamento, compresa la sostituzione di satelliti della «costellazione», erano stimate a 220 milioni di euro

** «Availability payments» («quote di disponibilità», parte fissa) per spese di funzionamento, manutenzione e l'interesse del debito

Fonte: relazione speciale della Corte dei Conti dell'Unione Europea – Anno 2009

⁵ EGNOS è il precursore di Galileo, un progetto avviato per incrementare l'accuratezza dei dati del sistema GPS. L'obiettivo è migliorare l'applicabilità in campi particolarmente critici come l'aeronavigazione o la navigazione attraverso strette zone di mare, ed EGNOS raggiunge una precisione pari ad un metro.

Questo programma è stato disatteso, a causa di varie problematiche che hanno rallentato la tabella di marcia iniziale. Una di queste fu l'insuccesso dei negoziati sul contratto di concessione, con l'incapacità di trovare una quadratura sul partenariato tra il settore privato e la Commissione, per la creazione e l'utilizzo delle infrastrutture Galileo. Non va tuttavia trascurato il ritardo di oltre cinque anni accumulato nelle attività di sviluppo tecnologico e di convalida (conclusasi nel 2010), che hanno inoltre superato la dotazione di bilancio prevista.

Inoltre, l'integrazione di EGNOS ha avuto solo un successo parziale, non riuscendo a predisporre conoscenze adeguate al supporto di Galileo, e la governance del settore pubblico si è mostrata farraginoso: gli studi di fattibilità e pre-sviluppo completati nel 2000 non si sono tradotti in un impegno collettivo al progetto da parte degli Stati membri almeno per due anni, fino al 2002, date le difficoltà nel giungere ad una visione comune sul finanziamento, sulla sicurezza e su aspetti tecnici come le responsabilità legali e l'assegnazione delle frequenze.

Tra il 2008 e il 2012 si delinearono ulteriori incrementi di costi (quantificati in 1,9 miliardi €), generando dei ritardi dovuti anche alla dotazione di bilancio di 1.1 miliardi €, largamente insufficiente⁶. Conseguentemente venne rivista la *governance* di Galileo: la Commissione Europea divenne la responsabile del Progetto e l'ESA invece assunse il ruolo operativo, con il compito di attribuire i diversi appalti per lo sviluppo della costellazione. Inoltre il finanziamento divenne completamente pubblico e finanziato mediante il budget dell'Unione Europea.

Per tutte queste ragioni⁷ la fase di sviluppo e convalida è iniziata solo nel maggio 2003, circa due anni e mezzo oltre il previsto⁸. In base ai calcoli dell'ESA, sono da addebitare a tale ritardo circa 142.000.000€ in costi aggiuntivi⁹.

La svolta si delineò tra il 2011 e il 2013 quando vennero lanciati diversi satelliti i quali, insieme ai due precedentemente lanciati tra il 2005 e il 2008¹⁰, cominciarono ad operare effettuando una serie di test. Successivamente fu definito il programma europeo *Horizon 2020*, col quale vennero stanziati ulteriori risorse per un ammontare di circa 7,071 miliardi €¹¹: tale somma era finalizzata per consentire a Galileo di cominciare ad operare nell'anno 2020.

⁶ Fra le voci delle risorse precedentemente stanziati non era inoltre previsto alcun accantonamento o riserva di bilancio in caso di imprevisti: questo rappresenta un'anomalia perché nei programmi spaziali, durante la fase di pianificazione, spesso si rende necessario attribuire nel finanziamento una voce legata agli imprevisti (con un importo tra il 10 ed il 40% della spesa totale).

⁷ Inoltre i requisiti di sicurezza sono stati presi in considerazione troppo tardi nel programma: nel 2004, il Consiglio per la sicurezza di Galileo (GSB) annunciò ulteriori requisiti per un importo stimato in 120 milioni di euro in costi aggiuntivi. Le 1000 richieste di modifica che ne sono derivate, hanno avuto pesanti conseguenze sul piano tecnico e, di conseguenza, sulle attività di sviluppo in corso.

⁸ Corte dei Conti 2021, paragrafo 15.

⁹ Corte dei Conti 2021, pag. 27.

¹⁰ GIOVE-A e GIOVE-B sono stati i primi satelliti lanciati nelle fasi di test: il primo nel dicembre 2005, il secondo nell'aprile 2008.

¹¹ Suddivisione dei finanziamenti per attività descritta dal Regolamento 1285/2013.

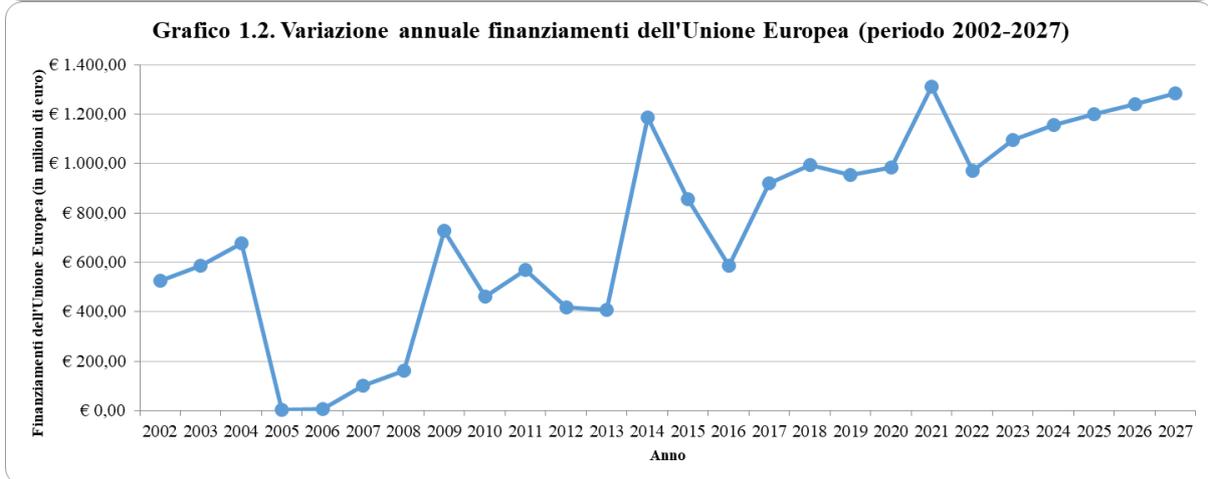
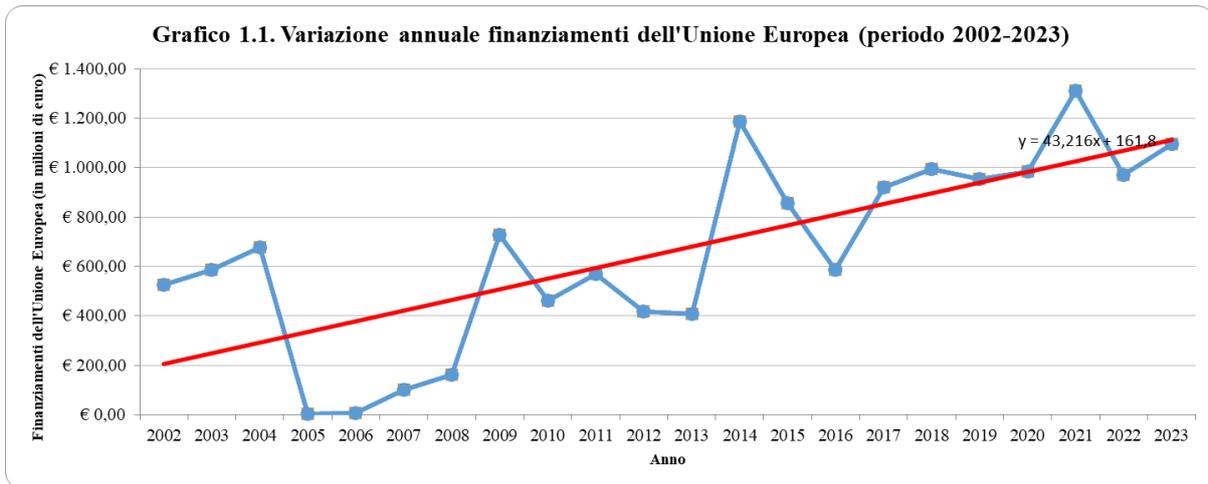
Grazie al rigoroso controllo sul bilancio da parte della Commissione Europea non si delinearono nuovi esborsi, e Galileo venne avviato in anticipo rispetto a quanto era stato fissato con l'ultima previsione. Il 15 dicembre 2016 Galileo cominciò ad operare ufficialmente, fornendo i primi servizi grazie ai 18 satelliti fino a quel momento inviati in orbita: la piena operatività restava prevista per il 2020, dato che per poter coprire tutto il pianeta sono necessari almeno 24 satelliti operanti.

Con il successivo programma *Europe 2021-2027* sono stati stanziati per Galileo/EGNOS 9,4 miliardi €, necessari per dotare la costellazione di nuovi satelliti più sofisticati tant'è che sono stati affidati i primi bandi per la costruzione dei satelliti di seconda generazione che garantiranno una trasmissione del segnale più veloce e soprattutto offriranno servizi più avanzati per la ricerca e il soccorso.

Dalla figura 1.2 si può osservare la variazione annuale dei finanziamenti da parte dell'Unione Europea tra il 2002-2023¹². Per il periodo 2024-2027 i dati sono stati stimati mediante la retta di regressione riportata nel Grafico 1.1. Il totale dei costi ammontano ad un totale di 19.373.442.807,00€.

¹² Per gli anni 2000 e 2001 nei bilanci non era riportata alcuna voce riguardante Galileo, in quanto il sistema era ancora in fase di elaborazione. Per il periodo 2002-2004 è stato preso in considerazione il finanziamento per le reti transeuropee (dato che Galileo era citato tra i progetti finanziati, ma non era stata creata una voce ad hoc come negli anni successivi).

Figura 1.2. Variazione annuale dei finanziamenti dell'Unione Europea. Grafico 1.1. Periodo 2002-2023 con retta di regressione). Grafico 1.2. Variazione periodo 2002-2027 con dati stimati.



Fonte: elaborazione degli autori sulla base dei dati contenuti nei budget annuali dell'Unione Europea

Nella figura 1.3 invece sono riportati i costi del periodo 2002-2027 capitalizzati/attualizzati e il loro totale ammonta a 26.612.606.173,90€.

Figura 1.3. Variazione annuale dei finanziamenti dell'Unione Europea capitalizzati/attualizzati al 2023 (periodo 2002-2027)

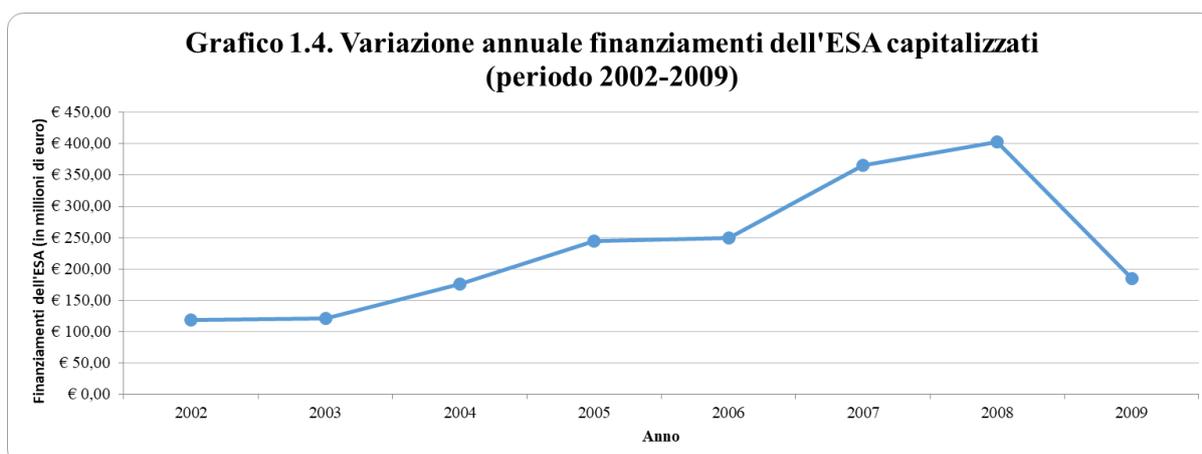


Fonte: elaborazione degli autori sulla base dei dati contenuti nei budget annuali dell'Unione Europea

3.2 - Costi: ESA

L'ESA nella prima fase di approvazione e sviluppo ha finanziato anch'essa Galileo, per poi interrompere tale flusso tra il 2008-2009. Nella figura 1.4 sono riportati i finanziamenti per il periodo 2002-2009 capitalizzati¹³ e il loro totale ammonta a 4.254.302.933,93€.

Figura 1.4. Variazione annuale dei finanziamenti dell'ESA capitalizzati al 2023 (periodo 2002-2009)



Fonte: elaborazione degli autori sulla base dei dati contenuti negli Annual Report dell'ESA

3.3 - Costi: Imprese private

Come accennato in precedenza era prevista una compartecipazione al finanziamento da parte del mondo delle imprese, proprio perché considerati i principali beneficiari di Galileo attraverso effetti “*spillover*” che verranno illustrati in seguito¹⁴. Il contributo previsto era di 2/3 del costo della fase di dispiegamento¹⁵, consentendo così di ottenere un risparmio di costi per le finanze pubbliche.

Per quanto riguarda i riferimenti normativi, nel Regolamento 876/2002 era presente un riferimento al *memorandum* del 2001, nel quale i rappresentanti delle industrie interessate si impegnano a contribuire alla realizzazione dell'opera per un ammontare pari a 220 milioni €.

Il progetto del 2002 prevedeva un processo di concessione PPP (*Public Private Partnership*), supportato dalla costituzione di una *Joint Venture* (la Galileo JU) e dalla *Galileo Supervisory Authority* (GSA),

¹³ Per il periodo 2002-2008 sono stati considerati i finanziamenti del *Navigation Programme*, mentre per l'anno 2009 è stato considerato il finanziamento per Galileo in quanto esplicitamente dichiarato.

¹⁴ Si rimanda al paragrafo 4.4.

¹⁵ La fase di dispiegamento è caratterizzata dalla costruzione, dalla realizzazione e dalla protezione di tutte le infrastrutture spaziali nonché dai preparativi per la fase di esercizio.

con quest'ultima che dal 2004 si sarebbe inoltre occupata di far confluire in Galileo le attività del programma EGNOS (in completamento di sviluppo).

L'impegno dei privati venne completamente meno nel 2007, quando emerse con chiarezza che gli stessi non erano disposti a sostenere i rischi di mercato e di progetto del programma: gli imprenditori erano scarsamente inclini a finanziare ulteriori progetti, essendo già presenti servizi analoghi a Galileo sul mercato. La Commissione Europea e gli Stati membri si trovarono così costretti a virare sul finanziamento pubblico per l'intero progetto, e fra il 2007 e il 2008 furono stimati 3,4 miliardi di euro come somma necessaria per completare la fase di spiegamento, ossia di implementazione. Il contributo dei privati è pertanto stato di soli 100.000.000,00€ che capitalizzati corrispondono ad un totale di 292.526.071,99€.

4 - Benefici

4.1 - Valore delle pubblicazioni scientifiche

Tra i diversi benefici analizzati è stato stimato il valore monetario delle pubblicazioni scientifiche relative al Progetto Galileo. Sono stati utilizzati i dati del sito Scopus, prendendo in considerazione tutte le pubblicazioni presenti dal 2000 al 06/03/2023: il totale è di 3.455 paper¹⁶, citati complessivamente 31.834 volte¹⁷. Il valore economico di queste elaborazioni è stato stimato tenendo in considerazione il rapporto tra la retribuzione dell'autore ed il numero di pubblicazioni annue¹⁸. In questo senso è stata presa in esame la figura di un ricercatore dell'ESA, che percepisce uno stipendio annuo di circa 65.000€¹⁹ e che lavora annualmente 1.760 ore²⁰, delle quali 800 destinate alla scrittura di elaborati scientifici. Da ciò si ricava un costo marginale per pubblicazione di 9.848€: il valore medio di una citazione è 110€ e il numero di referenze è stato stimato a 40 per tutti gli anni, attraverso i dati Scopus. Pertanto applicando anno per anno la seguente formula:

*costo marginale medio per pubblicazione * numero pubblicazioni su Galileo + (valore medio di una citazione * numero totale citazioni)*

¹⁶ Questo quantitativo di *paper* è stato ottenuto mediante la *query* di ricerca "Galileo GNSS" permettendo di estrarre tutti i documenti che contenevano quelle parole nel titolo, nelle parole chiave o nell'abstract.

¹⁷ Valore al 06-03-2023.

¹⁸ In questo caso è stato ipotizzato che le pubblicazioni annue fossero 3.

¹⁹ Dato riferito al sito Glassdoor visitato l'ultima volta il 06-03-2023.

²⁰ Dato ricavato dalla voce "*Full Time Equivalent (FTE)*", sul sito Wikipedia visitato l'ultima volta il 06-03-2023.

e sommando i risultati ottenuti si ottiene un valore complessivo delle pubblicazioni su Galileo nel periodo 2000-2027 pari a 70.272.169,00€ capitalizzati/attualizzati²¹ al 2023.

4.2 - Salvataggio di vite umane

Tra i benefici menzionati dai vari report analizzati (GSA 2019) vi è quello relativo alla sicurezza o meglio all'utilizzo di Galileo in caso di emergenza, ad esempio per persone disperse in montagna o in mare. Per quantificare questo aspetto è stato preso in considerazione il numero totale delle persone che hanno perso la vita in montagna in Italia nel periodo 2017-2021²². Per calcolare questo beneficio si è deciso di calcolare il VOSL (*Value of Statistical Life*), ipotizzando che tutte le vittime abbiano un'età di 40 anni, con un'aspettativa di vita di altri 40 anni e uno stipendio medio percepito di 37.321€²³. Quindi è stato calcolato il valore del VOSL considerando che tutti gli individui avessero di fronte a loro 40 anni di vita, i diversi risultati sono stati poi sommati ed infine la sommatoria è stata moltiplicata per il numero delle vittime (divise per anni). Essendo tuttavia irrealistico che possano essere salvate tutte queste vite è stato ipotizzato che solo il 60% delle vittime sopravviva grazie all'impiego di Galileo. A seguire le analisi:

Tabella 1.2. Dati relativi all'analisi dell'indice VOSL

Anno	Totale morti	Morti evitabili con Galileo (60%)	VOSL	VOSL * Morti evitabili	Valori attualizzati/capitalizzati
2017	485	291	640.394,36 €	186.354.758,76 €	249.733.199,82 €
2018	458	275	640.394,36 €	176.108.449,00 €	224.763.966,46 €
2019	446	268	640.394,36 €	171.625.688,48 €	208.612.097,01 €
2020	465	279	640.394,36 €	178.670.026,44 €	206.832.889,36 €
2021	455	273	640.394,36 €	174.827.660,28 €	192.747.495,46 €
2022	361	217	640.394,36 €	138.965.576,12 €	145.913.854,93 €
2023	356	213	640.394,36 €	136.403.998,68 €	136.403.998,68 €
2024	351	210	640.394,36 €	134.482.815,60 €	128.078.872,00 €
2025	345	207	640.394,36 €	132.561.632,52 €	120.237.308,41 €
2026	340	204	640.394,36 €	130.640.449,44 €	112.852.132,12 €
2027	335	201	640.394,36 €	128.719.266,36 €	105.897.658,99 €
Totale	4397	2638	-	1.689.360.321,68 €	1.832.073.473,22 €

Fonte: elaborazione degli autori sulla base dei dati del Corpo Nazionale Soccorso Alpino Speleologico (CNSAS)

Da ciò è stato stimato che Galileo avrebbe salvato 2.638 vite, stimando anche quelle del periodo 2022-2027: il totale di 1.832.073.473,22€²⁴ rappresenta il valore economico stimato delle persone salvate da quando Galileo ha cominciato ad operare.

²¹ I valori per il 2023-2027 sono stati manipolati sulla base dei dati degli anni precedenti.

²² Dati ottenuti dalle statistiche del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS).

²³ Dato ottenuto da ISTAT per l'anno 2020, dalla voce della retribuzione media del lavoratore dipendente (ultimo accesso 10-03-2023).

²⁴ Valore capitalizzato/attualizzato al 2023 (vedasi tabella 1.2).

4.3 - Beneficio capitale umano

È possibile, inoltre, prendere in considerazione il beneficio inerente al capitale umano: un'esperienza professionale all'ESA può aprire notevolmente le prospettive di carriera del giovane ricercatore che entra nel team per la realizzazione dei progetti dell'agenzia, e che in molti casi si affaccia per la prima volta nel mondo del lavoro proprio attraverso questa opportunità. L'ESA inserisce risorse in ruoli ingegneristici aprendo un bando per posizioni di *Young Graduate Trainee*²⁵, che coprono tutte le fasi di sviluppo dei vari ambiti di ricerca e progetti nei quali l'agenzia è attiva, come Gaia, Hubble ed anche Galileo.

In termini retributivi l'ESA per uno *Young Graduate Trainee* offre 2.300-2.700 euro al mese²⁶ agli *entry-level*, con contratto annuale. Date tali assunzioni è pertanto possibile realizzare una proiezione per stimare l'effetto sul salario dovuto all'aver partecipato al progetto Galileo, confrontando il valore ottenuto per chi ha iniziato a lavorare presso l'ESA con quello generale valido per chi invece non ha potuto beneficiare di tale esperienza. Uno stage presso l'ESA, infatti, non può che avere effetti positivi sul salario di un ricercatore nel lungo periodo, data la rilevanza dell'istituzione e la caratura europea del suo operato.

Attraverso le *directory* informative di portali finalizzati alla ricerca di lavoro²⁷ è possibile stimare che un generico ingegnere aerospaziale neolaureato, nella stessa posizione degli *Young Graduate Trainee* di ESA, percepisca una retribuzione media di 2.041,67€ al mese. Ogni anno attraverso il programma *Young Graduate Trainee*, istituito nel 2017²⁸, vengono assunti circa 100 giovani aspiranti ricercatori: possiamo dunque ipotizzare fino al 2027 (anno di riferimento finale per l'analisi costi-benefici presentata) un numero totale di 1.100 neo-laureati o laureandi coinvolti dal progetto.

È stato ipotizzato che 1.100 neolaureati siano stati assunti dal 2002 presso l'ESA, anno di inizio delle sperimentazioni sul sistema Galileo. Si è stimato che questi, nel giro di 2 anni, abbiano avuto un incremento del loro stipendio e, quindi, un avanzamento di carriera come ingegneri Junior. Allo stesso modo, si è stimato che nel giro di 6 anni questi ingegneri diventassero tutti senior e che tale qualifica fosse durata fino al 2027. Tale ragionamento è stato effettuato, con le stesse ipotesi iniziali e avanzamenti di carriera, per i 1.100 ingegneri neolaureati che avrebbero lavorato per un'altra agenzia spaziale.

Al 2027, i calcoli effettuati hanno permesso di stimare il guadagno dei 1.100 ingegneri che hanno lavorato al Progetto Galileo, rispetto ai colleghi di altri settori: questa cifra è pari a 448.117.560,00€.

²⁵ [Young Graduate Trainee in Galileo System Integration and Verification \(esa.int\)](https://www.esa.int/young-graduate-trainee) (ultimo accesso 09-03-2023).

²⁶ Dal bando <https://www.media.inaf.it/2021/02/03/concorsi-esa-breakthrough/> e dal sito Glassdoor.

²⁷ Come <https://www.jobbydoo.it/stipendio/ingegnere-aerospaziale>.

²⁸ Programma ancora in essere, al 2023.

che capitalizzati/attualizzati diventano 635.402.718,49€. Questa stima può non sembrare particolarmente significativa in termini assoluti, ma occorre considerare che il programma è attivo da pochi anni e, sebbene riferita ai primi 10 anni di carriera di un ingegnere aerospaziale, non tiene conto di altri benefici derivanti dall'aver partecipato ai progetti dell'ESA.

4.4 - Benefici per le imprese che utilizzano Galileo

Occorre anche prendere in considerazione gli effetti "*spillover*", ossia le ricadute positive su vari aspetti dell'attività di impresa che si avvalgono di tali tecnologie, come gli incrementi di produttività o l'introduzione di elementi innovativi.

L'utilizzo di Galileo è stato sperimentato in diversi settori produttivi generando risultati interessanti che sembrano mostrare la sua bontà. Attraverso un'analisi controfattuale tra i benefici del sistema GPS e di Galileo, considerato il periodo 2017-2027, assumendo che il primo abbia un'affidabilità del 99% e il secondo del 99,5%, si può notare come i benefici netti (capitalizzati/attualizzati al 2023) a favore di Galileo sono i seguenti²⁹:

- per il mercato marittimo, i benefici ammontano a 71.000.000,00€;
- per il mercato su ruota, i benefici ammontano a 3.885.400.000,00€;
- per il settore dell'aviazione, i benefici ammontano a 61.360.000,00€;
- per il settore ferroviario, i benefici ammontano a 31.240.000,00€.

Questi risultati sono il frutto di uno studio dato del valore annuale complessivo di ogni singolo comparto, parametrato all'affidabilità di entrambi i sistemi. I benefici qui rappresentati dipendono dalla differenza tra il valore generato dal sistema Galileo e GPS.

Tali dati sono stati presi in considerazione solo per alcuni dei settori campione che, dal 2017, hanno sperimentato l'uso di Galileo. Infatti, prima di tale data non è stato possibile riscontrare alcun dato relativo ai benefici generati derivati da tale sistema.

4.5 - Benefici per i consumatori

Con lo stesso metodo adoperato nel paragrafo precedente, è stato studiato anche l'impatto che può aver avuto Galileo sulla vita dei consumatori, sotto vari aspetti del vivere quotidiano, come il risparmio di tempo. Da tale analisi, anche qui controfattuale col sistema GPS, è emerso quanto Galileo sia effettivamente in grado di migliorare la quotidianità dei consumatori e di tutti coloro i quali usano

²⁹ GSA GNSS Market Report. *Issue 6, 2019* (ultimo accesso 11-03-2023).

dispositivi in cui è possibile sfruttare le potenzialità del sistema oggetto di studio. Tali benefici sono stati quantificati ed attualizzati per un valore, al netto del sistema GPS, pari a 4.128.700.000€.

5 - Risultati

5.1 - Costi complessivi

Il costo totale del progetto nel periodo 2000-2027 è di 21.334.805.807,00€ che capitalizzati/attualizzati sono pari a 31.159.435.179,83€.

Tabella 1.3. Costi totali Programma Galileo (2002-2027)

Attori	Costi	Costi attualizzati/capitalizzati
Unione Europea	19.373.442.807,00 €	26.612.606.173,90 €
ESA	1.861.363.000,00 €	4.254.302.933,93 €
Privati	100.000.000,00 €	292.526.071,99 €
Totale	21.334.805.807,00 €	31.159.435.179,83 €

Fonte: elaborazione degli autori sulla base dei dati d'Unione Europea, dell'ESA e della Corte dei Conti dell'Unione Europea. Costi capitalizzati/attualizzati al 2023

5.2 - Benefici complessivi

I benefici complessivi capitalizzati/attualizzati risultano essere di circa 10.715.448.360,71€. Per i benefici contrassegnati dal simbolo (*) il periodo preso in considerazione è il 2017-2027 poiché non è stato possibile reperire dati relativi agli anni precedenti, ad esempio per il beneficio sulle vite salvate.

Tabella 1.4. Valori dei benefici derivanti dal Programma Galileo (2002-2027)

Voce	Valori	Valori capitalizzati/attualizzati
Pubblicazioni	€ 49.736.038,00	€ 70.272.169,00
Capitale umano	€ 448.117.560,00	€ 635.402.718,49
Vite salvate*	€ 1.689.360.321,68	€ 1.832.073.473,22
Benefici per le imprese:		
Mercato marittimo*	€ 68.000.000,00	€ 71.000.000,00
Mercato su ruota*	€ 3.764.000.000,00	€ 3.885.400.000,00
Mercato aereo*	€ 57.920.000,00	€ 61.360.000,00
Mercato treno*	€ 31.062.500,00	€ 31.240.000,00
Benefici per i consumatori*	€ 4.047.367.500,00	€ 4.128.700.000,00
Totale	€ 10.155.563.919,68	€ 10.715.448.360,71

Nota: i benefici relativi alle vite salvate fanno riferimento esclusivamente all'Italia

Fonte: elaborazione degli autori sulla base di dati provenienti da diverse fonti (vedere capitoli benefici per le singole voci). Valori capitalizzati/attualizzati al 2023

Da questi dati emerge che il Valore Attuale Netto Finanziario (VANF) è pari a -7.314.922.770,48€; il Valore Attuale Netto Economico (VANE) è pari a -6.862.672.527,64€³⁰. Il rapporto benefici/costi (entrambi attualizzati) è pari a 0,3421. Dunque l'investimento sembrerebbe un progetto non desiderabile e di cui la società potrebbe fare a meno. Tuttavia è necessario precisare che questi risultati sono il frutto dello studio presentato e dei dati ricavati durante queste settimane dalle fonti già citate; inoltre, non è stato possibile calcolare alcuni benefici, come quelli relativi al mondo agricolo, a causa della mancata reperibilità di alcuni dati: per la stessa ragione sono state effettuate diverse ipotesi, stime e congetture, in alcuni casi abbastanza restrittive. L'importanza di Galileo la si può comunque evincere da, ad esempio, una stima effettuata dall'ESA nel 2001 in cui riteneva che Galileo generasse un ritorno economico, entro il 2020, in capo alle imprese di circa 200 miliardi di euro (dato che ci trova concordi rispetto ai dati raccolti), dovuto anche ad una riduzione dei costi dell'1% di riduzione dei viaggi stradali (inquinamento, incidenti e traffico).

6 - Conclusioni

Le analisi effettuate apparentemente affermano, in modo abbastanza perentorio, che i costi sostenuti nel corso di questi 23 anni non possono trovare giustificazione nei risultati fino a questo momento ottenuti. È bene tuttavia considerare che Galileo è operante soltanto da 6 anni, e molti programmi (come quello relativo all'inserimento dei giovani laureati attraverso *Young Graduate Trainee*) devono ancora esplicitare pienamente i loro effetti.

³⁰ Dato ottenuto considerando sia i benefici nel periodo 2000-2027 sia i benefici nel periodo 2017-2027 (tutti capitalizzati a partire dal 2000). Per i benefici delle imprese sono stati presi in considerazione solo i valori generati dall'analisi controfattuale.

Questi sviluppi passeranno certamente da una maggiore riconoscibilità di Galileo stesso, ad oggi ancora lontana poiché nell'immaginario collettivo la localizzazione è spesso associata soltanto al sistema GPS. Non potrebbe essere altrimenti, dato il grado di consolidamento del sistema americano, e per sradicare questo "monopolio" una via che può essere intrapresa sta nell'evidenziare che ad oggi Galileo è 100 volte più preciso del suo "rivale".

La strada dell'Europa verso una posizione di rilievo nella corsa alla localizzazione è ancora molto lunga; il percorso intrapreso è stato irto di complessità, ritardi e sovraccosti. Tuttavia, non bisogna dimenticare il fatto che oggi Galileo è un sistema di localizzazione compatibile con oltre 4 miliardi di *devices*, con una crescita costante ed esponenziale. Solo il futuro, pertanto, ci potrà dire quale attore geopolitico tra Russia, Europa e USA, ci avrà localizzato nel migliore dei modi.

7 - Bibliografia

- EC - European Commission. 2007. Remuneration of Researchers in the public and private sector. April 2007 https://cdn1.euraxess.org/sites/default/files/policy_library/final_report.pdf
- EC - European Commission. 2014. Guida all'analisi costi – benefici dei progetti di investimento.
- Florio, Massimo. 2019. Investing in Science: Social Cost-benefit Analysis of Research Infrastructures. MIT Press. Cambridge (MA)
- Florio, Massimo. 2021. La privatizzazione della conoscenza. Laterza.
- Florio, Massimo & Pancotti, Chiara & Sirtori, Emanuela & Vignetti, Silvia & Forte, Stefano. 2016. Exploring Cost-Benefit Analysis of Research, Development and Innovation Infrastructures: an Evaluation Framework. *Working Papers 201601. CSIL Centre for Industrial Studies*
- GSA - European Global Navigation Satellite Systems Agency. 2019. GSA GNSS Market Report. *Issue 6, 2019*
- Morretta, Valentina & Vurchio, Davide & Carrazza Stefano. 2022. The socio-economic value of scientific publications: The case of Earth Observation satellites. *Technological Forecasting and Social Change*, Elsevier, vol. 180(C).
- Regolamento (Ue) N. 1285/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2013
- Risoluzione del Consiglio del 19 luglio 1999 sulla partecipazione dell'Europa ad una nuova generazione di servizi di navigazione satellitare - GALILEO - Fase di definizione

8 - Sitografia

- Caporale, Mario, Lo sviluppo del programma Galileo: sue traversie, lezioni e considerazioni 2017 <https://mediageo.it/ojs/index.php/GEOmedia/article/download/1387/1265> (ultimo accesso 04-03-2023)
- Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS): <https://www.sasc.it/statistiche-CNSAS-Corpo-Nazionale-Soccorso-Alpino-Speleologico.html> (ultimo accesso 10-03-2023)
- Corte dei Conti, La gestione della fase di sviluppo e convalida del programma Galileo, 2009 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009SA0007&from=EN> (ultimo accesso 11-03-2023)
- Corte dei Conti, Programmi spaziali dell'UE Galileo e Copernicus: i servizi sono operativi, ma occorre promuoverne ulteriormente la diffusione. Relazione speciale 2021 <https://www.eca.europa.eu/it/Pages/DocItem.aspx?did=58347> (ultimo accesso 11-03-2023)
- CVkeskus: <https://www.cvkeskus.ee/esas-young-graduate-trainee-programme-eesti-european-space-agency--449174> (ultimo accesso 08-03-2023)
- Difesa Online: [Galileo: il GPS europeo \(aggiornamento\) - Difesa Online](#) (ultimo accesso 14-03-2023)
- European Commission: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/MEMO_11_717 (ultimo accesso 28-02-2023)
- ESA (European Space Agency):
- Annual Report ESA: [https://www.esa.int/About_Us/ESA_Publications/Historical_ESA_Annual_Reports/\(archive\)/0](https://www.esa.int/About_Us/ESA_Publications/Historical_ESA_Annual_Reports/(archive)/0) (ultimo accesso 07-03-2023)
- <https://jobs.esa.int/job/Noordwijk-Young-Graduate-Trainee-in-Galileo-System-Integration-and-Verification/897716201/> (ultimo accesso 09-03-2023)

- https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Italy/Orologi_atomici_per_Galileo (ultimo accesso 11-03-2023)
- https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Italy/Galileo_on_the_road (ultimo accesso 12-03-2023)
- https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Italy/Il_nuovo_servizio_di_Galileo_offrira_una_pr_eCISIONE_di_20_cm (ultimo accesso 11-03-2023)
- <https://jobs.esa.int/job/Noordwijk-Young-Graduate-Trainee-in-Galileo-System-Integration-and-Verification/897716201/> (ultimo accesso 05-03-2023)
- Eur-Lex Europa: <https://eur-lex.europa.eu/budget/www/index-it.htm> (ultimo accesso 04-03-2023)
- EUSPA (European Union Agency for the Space Programme): <https://www.gsc-europa.eu/news/european-gnss-provides-a-cost-efficient-and-safe-solution-to-rail-sector-3> (ultimo accesso 13-03-2023)
- <https://www.gsc-europa.eu/system-service-status/constellation-information> (ultimo accesso 13-03-2023)
- Glassdoor: https://www.glassdoor.it/Stipendio/European-Space-Agency-Stipendio-E39235_P2.htm (ultimo accesso 06-03-2023)
- GSA: <http://egnos-portal.gsa.europa.eu/discover-egnos/about-egnos> (ultimo accesso 26-02-2023)
- In Diplomacy: <http://www.indiplomacy.it>: [Made in Italy: Leonardo produrrà orologi atomici per i satelliti Galileo](http://www.indiplomacy.it/Leonardo-produrr%C3%A0-orologi-atomici-per-i-satelliti-Galileo) (ultimo accesso 14-03-2023)
- ISTAT: http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCCV_REDNETFAMFONTERED (ultimo accesso 10-03-2023)
- Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF): <https://www.media.inaf.it/2021/02/03/concorsi-esa-breakthrough/> (ultimo accesso 05-03-2023)

- Jobbydoo: <https://www.jobbydoo.it/stipendio/ingegnere-aerospaziale> (ultimo accesso 08-03-2023)
- Lentux Informatica: [Sistema di navigazione satellitare Galileo - Lentux Informatica \(lentux-informatica.com\)](https://www.lentuxinformatica.com) (ultimo accesso 14-03-2023)
- Scopus.com: <https://www.scopus.com/home.uri> (ultimo accesso 06-03-2023)
- Use Galileo: <https://www.usegalileo.eu/EN/> (ultimo accesso 11-03-2023)
- Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Full-time_equivalent (ultimo accesso 06-03-2023)
- Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=6oEcc58tEiA>
“What is Galileo?” di EUSPA - EU Agency for the Space Programme (ultimo accesso 13-03-2023)