

POLITICA E ECONOMIA



Le autostrade del mare come alternativa al “tutto strada”: una applicazione ad un caso italiano

Motorways of the Sea as an alternative to all-road transport: an application to an Italian case study

Prof. Ing. Marino LUPI^(*)
Dott. Ing. Alessandro FARINA^(*)

1. Premessa

In questa nota è sviluppato uno studio quantitativo sulla competitività delle Autostrade del Mare (AdM) rispetto al “tutto strada” sulle relazioni tra la penisola italiana e la Sicilia. Le alternative considerate sono: il trasporto “quasi tutto strada”, in cui l'unica parte marittima è l'attraversamento dello Stretto di Messina, e il trasporto intermodale: strada + AdM, accompagnato e non accompagnato. I risultati delle elaborazioni mettono in evidenza che il trasporto intermodale non accompagnato è quasi sempre l'alternativa modale più conveniente considerando il costo generalizzato del trasporto. Inoltre, gli itinerari scelti (di minimo costo), nel caso del trasporto intermodale, sono fortemente influenzati dalla disponibilità di servizi di AdM. I risultati dello studio possono aiutare i decisori pubblici e gli operatori marittimi ad investire meglio sui servizi di AdM e quindi a migliorare la competitività del trasporto intermodale rispetto a quello “tutto strada”.

Parole chiave: Autostrade del Mare, trasporto intermodale, trasporto intermodale accompagnato, trasporto intermodale non accompagnato, connessioni tra la Penisola Italiana e la Sicilia, competitività del trasporto intermodale rispetto al “tutto strada”.

2. Introduzione

Le Autostrade del Mare (AdM) sono servizi marittimi di tipo Short Sea Shipping (SSS), ossia navigazione a corto raggio, operati con navi di tipo ro-ro, su cui vengono concentrati flussi di merce. Hanno particolari caratteristiche, sono: integrati nella catena logistica porta a porta, economicamente fattibili, regolari, frequenti, ad alta qualità di servizio offerto, ad alta affidabilità. I fini principali delle AdM sono: costituire una valida alternativa al trasporto “tutto strada”; integrare i servizi di trasporto terrestri, in particolare quando vi sono vincoli di tipo geografico. Le AdM, combinate con altri modi di trasporto, con i quali esse devono essere integrate, possono offrire un servizio porta a porta.

^(*) Polo Universitario Sistemi Logistici, Università di Pisa – Livorno.

1. Foreword

In this paper, a quantitative study is performed on the competitiveness of MoS against road transport, in the modal split between Italian mainland and Sicily. The alternatives considered are: the “nearly all-road” transport, where the only maritime part is the crossing of the strait of Messina; and the intermodal transport: road + MoS, accompanied and unaccompanied. The results of the analysis point out that the intermodal unaccompanied transport is almost always the most convenient mode if generalized costs are considered. Moreover, the results of the analysis clearly show that the chosen paths (of minimum cost), in the case of intermodal transport, are highly influenced by the availability of MoS services. The results of this work could help decision makers and maritime operators, to better invest on MoS routes in order to improve the competitiveness of intermodal transport against all road transport.

Keywords: Motorways of the Sea (MoS), intermodal transport, accompanied intermodal transport, unaccompanied intermodal transport, connections between mainland and Sicily, competitiveness of intermodal transport against road transport.

2. Introduction

Motorways of the Sea (MoS) are maritime Short Sea Shipping services, operated with ro-ro ships, on which freight flows are concentrated, which have peculiar characteristics; MoS services are: integrated in the door-to-door logistic chain, economically feasible, regular, frequent, of high quality, highly reliable. The main purposes of MoS are: to constitute a valid alternative to all-road transport; to integrate inland transport services, in particular where geographical constraints exist. MoS, combined with other transport modes, with which they have to be integrated, can offer a door-to-door service.

^(*) University Centre of Logistic Systems, University of Pisa – Livorno.

POLITICA E ECONOMIA

Secondo la definizione proposta dalla Commissione Europea [1], lo Short Sea Shipping (navigazione a corto raggio) è "la movimentazione di merci e passeggeri, via mare, fra i porti situati nell'Europa geografica, o fra questi porti e porti situati in Paesi non europei, ma che hanno una linea di costa sui mari chiusi che bagnano l'Europa. Lo Short Sea Shipping comprende il trasporto nazionale ed internazionale, i servizi di tipo feeder, quelli lungo le coste, e i servizi da e verso isole, fiumi e laghi. Il concetto di Short Sea Shipping si estende anche al trasporto marittimo fra gli Stati Membri dell'Unione e: Norvegia, Islanda, gli altri Stati del Mare Baltico, del Mar Nero e del Mediterraneo".

L'articolo 12a delle Linee Guida delle TEN-T (Trans European Network – Transport) del 29 aprile 2004 [2] ha definito le AdM e i loro principali obiettivi nel modo seguente: "La rete transeuropea delle AdM ha il fine di concentrare flussi di merce su itinerari logistici basati sul trasporto marittimo in tale modo da migliorare i servizi marittimi esistenti, o di stabilirne di nuovi, che siano economicamente fattibili, regolari e frequenti, per il trasporto di merce fra gli Stati Membri, in modo tale da ridurre la congestione stradale e/o migliorare l'accessibilità alle regioni e agli Stati periferici ed insulari. Le AdM non dovrebbero escludere il trasporto combinato delle persone e delle merci ammesso che il trasporto delle merci sia predominante".

In questa ricerca è stata studiata la competitività del trasporto intermodale, basato sulle AdM, rispetto al trasporto "tutto strada". In primo luogo sono descritte le principali politiche per lo sviluppo delle AdM in Europa. Quindi sono messi in evidenza i punti di forza e di debolezza delle AdM. Infine è stata svolta un'analisi quantitativa della competitività del trasporto intermodale, basato sulle AdM, rispetto al "tutto strada", con riferimento al caso applicativo dei collegamenti fra la Penisola Italiana e la Sicilia. Sono stati considerati i movimenti di merce, fra alcune delle città più rappresentative nella Penisola Italiana ed alcune delle città più rappresentative della Sicilia. Chiudono il lavoro le conclusioni sull'analisi quantitativa svolta.

3. Politiche Europee tese a supportare le autostrade del mare

Lo sviluppo delle AdM è fortemente sostenuto da politiche dell'Unione Europea [3]. Nel Libro Bianco della Commissione Europea, "European Transport Policy for 2010: Time to Decide" [4], il trasporto intermodale, basato sulle AdM, è considerato un'alternativa economicamente fattibile e competitiva rispetto al trasporto "tutto strada".

Uno dei principali problemi del trasporto stradale, messo in evidenza nel Libro Bianco, è la congestione presente in alcune regioni dell'Unione Europea, come, per esempio: alcune parti della Germania, l'Olanda, l'Inghilterra Sud-Orientale e l'Italia Settentrionale. D'altra parte, l'alto livello di urbanizzazione delle regioni europee, in cui sono situate le infrastrutture stradali congestionate, rende quasi impossibile costruire nuove strade, o migliorare la capacità di quelle esistenti. Tuttavia, la ripartizione modale è, a tutt'oggi, a favore del modo di trasporto stradale:

According to the definition proposed by the European Commission [1], Short Sea Shipping (SSS) is "the movement of cargo and passengers by sea between ports situated in geographical Europe or between those ports and ports situated in non-European countries having a coastline on the enclosed seas bordering Europe. Short Sea Shipping includes domestic and international maritime transport, including feeder services, along the coast and to and from the islands, rivers and lakes. The concept of Short Sea Shipping also extends to maritime transport between the Member States of the Union and Norway and Iceland and other States on the Baltic Sea, the Black Sea and the Mediterranean".

The article 12a of the TEN-T (Trans European Network – Transport) Guidelines of 29 April 2004 [2] has stated the main objectives of the Motorways of the Sea as follows: "The trans-European network of Motorways of the Sea (MoS) is intended to concentrate flows of freight on sea-based logistical routes in such a way as to improve existing maritime links or to establish new viable, regular and frequent maritime links for the transport of goods between Member States so as to reduce road congestion and/or improve access to peripheral and island regions and States. Motorways of the Sea should not exclude the combined transport of persons and goods, provided that freight is predominant".

In this paper, the competitiveness of intermodal transport based on MoS respect to all-road transport is studied. Firstly, the main policies performed by the European Union for the development of MoS are described. After, the strengths and weaknesses of MoS are reported. Finally, a quantitative analysis of the competitiveness of intermodal transport, based on MoS, is performed, with reference to the application case of the trips from the Italian mainland to Sicily. The freight movements have been considered: from some representative cities, in the Italian mainland, to some representative cities in Sicily. Conclusions follow.

3. The European Policies aimed at supporting the motorways of the sea

The development of Motorways of the Sea is highly supported by the European Union policies [3]. The European Commission's White Paper "European Transport Policy for 2010: Time to Decide" [4] considers intermodal transport, based on MoS, a viable competitive alternative to all-road transport.

A main drawback of road transport, pointed out in the White Paper, is the saturation of traffic in some regions of the European Union, such as: part of Germany, The Netherlands, South-Eastern UK and Northern Italy. Therefore, existing infrastructures are overcrowded, and the high level of urbanization makes it impossible to build new roads or improve the capacity of existing ones. On the other hand, the modal shift is still in favour of road mode: in 2013, in Europe, 49.4% of total freight transport (in tons-km) took place by road [5].

POLITICA E ECONOMIA

nel 2013, in Europa, il 49.4% della totalità del trasporto merci, espresso in tkm, si è svolto su strada [5].

Il Libro Bianco [4] supporta due alternative al trasporto merci “tutto strada” extraurbano: il trasporto ferroviario ed il trasporto marittimo che possono essere inquadrati entrambi nel trasporto intermodale. Relativamente al trasporto ferroviario, molti investimenti su larga scala sono stati fatti, sono in corso, e sono programmati per il futuro, per esempio per migliorare il grado di prestazione ed i sistemi di segnalamento delle linee ferroviarie, in particolare di quelle appartenenti alle reti TEN-T. Anche il trasporto marittimo è supportato dall'Unione Europea come una valida alternativa al “tutto strada”. Infatti la capacità delle linee marittime è estremamente alta. Inoltre, nonostante le emissioni di inquinanti, specialmente SO_2 [6], il trasporto marittimo ha costi esterni più bassi, rispetto al trasporto stradale. Uno studio effettuato dalla Grimaldi, citato nel Libro Bianco ([4] nota (36) pag. 41), mette in evidenza che su ciascun collegamento l'alternativa intermodale basata sulle AdM produce 2,5 volte meno inquinanti, in termini di emissione di CO_2 , rispetto all'alternativa “tutto strada”. Un'analisi comparativa sul corridoio Genova (IT) - Preston (UK) mette in evidenza che il costo esterno è di circa 0,14 euro/km per lo SSS, rispetto a 0,24 euro/km per il trasporto “tutto strada” (tabella 4.23 di [7]). Inoltre, come riportato nel Libro Bianco, il trasporto stradale riporta un tasso di incidentalità molto alto, di conseguenza la ripartizione modale di almeno una parte del trasporto merci verso lo SSS è desiderabile.

Il trasporto ferroviario non consente il trasferimento dei grandi volumi di merce del trasporto marittimo. D'altra parte, consente una maggiore rapidità di trasporto. Alcuni studi sono stati svolti relativamente alla competitività del trasporto ferroviario rispetto al trasporto marittimo, e all'integrazione di entrambe le modalità di trasporto, al fine di ridurre più efficacemente il trasporto “tutto strada”. DALLA CHIARA e PELLICELLI [8] hanno analizzato la competitività del collegamento ferroviario trans-asiatico, come alternativa al trasporto marittimo. RICCI e MANGONE [9] hanno studiato sistemi per l'identificazione in tempo reale delle unità di carico, ai fini di incrementare l'efficienza dei sistemi porto-interporto, soprattutto in relazione allo sviluppo dell'intermodalità. In LUPI et al. [10], sono riportati i servizi ferroviari esistenti tra i porti e gli interporti italiani, e la percentuale di contenitori che arriva/prosegue via ferrovia. Questa percentuale, purtroppo, è ancora molto bassa in Italia: il valore più alto si ha nei porti di Trieste e di La Spezia, per i quali rispettivamente il 28% e il 26% dei contenitori sbarcati/imbarcati prosegue/arriva via ferrovia, mentre in alcuni porti, tra cui Bari e Cagliari, il raccordo ferroviario diretto al porto è stato dismesso, o non viene utilizzato.

4. La competitività delle autostrade del mare rispetto al trasporto stradale

I dati statistici mostrano chiaramente che deve essere fatto ancora molto per sviluppare le AdM. Nella UE-27, nel 2013, le AdM hanno rappresentato solo lo 1,7% del

The White Paper [4] supports two valid alternatives to extra-urban all-road freight transport: rail transport and maritime transport, which can both be considered as parts of the intermodal transport. Regarding rail transport, several investments on wide scale have been performed, are in operation, and are programmed for the future, for example, in order to improve the level of performance and the signaling systems of railway lines, in particular of those belonging to TEN-T networks. Also maritime transport is supported by the European Union as a valid alternative to all-road transport. In fact the capacity of maritime routes is very high. Moreover, despite the high fuel emissions, especially regarding SO_2 [6], maritime transport incurs in lower external costs than road transport. A study by Grimaldi, cited in the White Paper ([4] note (36) page 41), highlight that, on any given link, the intermodal option based on SSS produced 2.5 times less pollution, in the form of CO_2 emissions, than the all-road option. A comparative analysis for the Genoa (IT) - Preston (UK) corridor points out that the external cost is about 0.14 euro/km for SSS compared to 0.24 euro/km for all-road transport (table 4.23 of [7]). Furthermore, as stated in the White Paper, road transport registers a high accident rate: therefore the modal shift of, at least, some part of freight road transport to Short Sea Shipping is desirable.

Rail transport does not allow the carriage of the high freight volumes of maritime transport, but it allows lower travel times. Some studies have been performed regarding the competitiveness of rail transport respect to maritime transport, and the integration of both transport modes, in order to effectively reduce the all-road transport. Regarding the competitiveness of road – rail intermodal transport, DALLA CHIARA and PELLICELLI [8] have analyzed the competitiveness of the trans-Asian rail connection, as alternative to maritime transport. RICCI and MANGONE [9] have studied systems for the real time identification of load units to improve the efficiency of port – inland terminal systems in order to develop intermodality. LUPI et al. [10] reported: the existing railway services between ports and freight villages; and the percentage of containers which are delivered by rail, in the inland part of their trip chain. This percentage is unluckily still very low in Italy: the highest value is registered in the ports of Trieste and La Spezia, for which respectively 28% and 26% of unloaded containers are delivered by rail, while in some ports, such as Bari and Cagliari, the rail connection to the port has been removed, or it is no longer used.

4. The competitiveness of MoS respect to road transport

Statistical data clearly show that much effort still has to be done to implement the MoS European policy. In EU-27, in 2013, MoS account for only 1.7% of road freight traffic: the total MoS traffic in Europe was equal to 234.8 million tons (139.8 accompanied and 95.1 unaccompanied).

POLITICA E ECONOMIA

traffico merci stradale: il traffico totale delle AdM in Europa è stato uguale a 234,8 milioni di tonnellate (139,8 accompagnato e 95,1 non accompagnato), mentre il traffico merci su strada è risultato pari a 13.941,4 milioni di tonnellate (fonte: Eurostat). In Italia, nel 2013, le AdM hanno rappresentato il 5,1% del traffico stradale: il traffico totale delle AdM è stato pari a 52,2 milioni di tonnellate (34,3 accompagnato e 17,9 non accompagnato), mentre il traffico merci su strada è stato uguale a 1023,9 tonnellate (fonte: Eurostat). I dati italiani sono migliori della media europea. Questi dati però mettono in evidenza che una rilevante riduzione del traffico stradale, connessa allo sviluppo delle AdM, non è stata ancora raggiunta e che uno sforzo molto maggiore deve essere prodotto dall'Unione Europea in questo campo.

Sono stati compiuti diversi studi per capire se il trasporto intermodale, basato sulle AdM, possa realisticamente competere con il "tutto strada". Ng [11] ha analizzato la capacità del trasporto intermodale, basato sullo SSS, di attrarre una parte del trasporto merci su strada proveniente dal Belgio e diretto ai Paesi del Mar Baltico orientale. Sono stati presi in considerazione quattro porti: Tallinn, Riga, Klaipeda e Gdynia. Sono stati considerati i costi generalizzati, costituiti dal costo monetario e dal tempo di viaggio monetizzato. L'autore sostiene l'importanza che i porti abbiano un considerevole bacino di utenza nell'entroterra affinché in essi possa svilupparsi lo Short Sea Shipping e, basandosi sui risultati di una simulazione, conclude che sembrerebbe "che lo SSS sia più competitivo quando l'utilizzo delle navi occupi una proporzione più grande del trasporto multimodale, servendo le regioni costiere (e le regioni limitrofe), mentre la modalità stradale continuerà probabilmente a dominare per le regioni dell'entroterra" ([11] p. 349).

Fusco et al. [12] hanno sviluppato un modello quantitativo per confrontare i costi monetari e il tempo speso, nel trasporto intermodale, basato sullo SSS con navi ro-ro, con i costi e i tempi impiegati dal trasporto stradale. Il modello proposto da questi autori considera tre alternative di modalità di trasporto: "tutto strada", trasporto intermodale accompagnato, trasporto intermodale non accompagnato. Nel trasporto intermodale accompagnato, basato sulle AdM, l'autista, il trattore e il semirimorchio sono caricati sulla nave; nel trasporto intermodale non accompagnato, basato sulle AdM, viene caricato solo il semirimorchio. Gli autori hanno inoltre valutato la variazione del costo del trasporto nei tre scenari sulla base della distanza tra il porto di imbarco e quello di sbarco e sulla base delle distanze stradali tra ciascun porto e l'origine e la destinazione finale del viaggio. Gli autori concludono che: "In breve, al fine di ottenere il massimo dall'alternativa SSS, è necessario promuovere politiche volte a coordinare e consolidare i carichi, adattare l'offerta alla domanda, in termini temporali e in termini di frequenza, e tenere sotto controllo il costo dell'arco marittimo ([12] pag.10).

D'altra parte le AdM hanno ancora diversi problemi: infatti, al fine di realizzare un servizio porta a porta, le AdM richiedono la collaborazione delle modalità stradale

nied), while the road freight traffic was equal to 13941.4 million tons (source: Eurostat). In Italy, in 2013, MoS accounted for 5.1% of road freight traffic: the total traffic of MoS was equal to 52.2 million tons (34.3 accompanied and 17.9 unaccompanied), while the road freight traffic was equal to 1023.9 tons (source: Eurostat). Italian data are better than the European average. However these data clearly show that a relevant reduction of road traffic, connected to the development of MoS, is not yet achieved and much more effort should be spent by the European Union in this field.

Several studies have been carried out on whether intermodal transport based on MoS can realistically compete with all-road transport. Ng [11] analyses the capability of intermodal transport based on SSS of attracting some part of road freight traffic from Belgium and directed to Eastern Baltic countries. Four ports have been taken into account: Tallinn, Riga, Klaipeda and Gdynia. Generalized costs, made up only of monetary costs and transit time, are considered. The author supports the importance for ports of having a considerable inland catchment area in the mainland in order to achieve the development of SSS, and, basing on simulated results, concludes that: "it seems that SSS would become more competitive when the use of vessels occupies a higher proportion of the multimodal transportation route and serving coastal (and their immediate surroundings) regions, while road haulage is likely to continue its dominance for inland regions" ([11], p. 349).

Fusco et al. [12] have developed a quantitative model to compare monetary costs and time spent, in intermodal transport, based on SSS with ro-ro ships, with monetary costs and time spent in all-road transport. The model proposed by these authors actually considers three alternatives: all-road; road combined with accompanied MoS; road combined with unaccompanied MoS. In accompanied MoS, the driver, the tractor and the semitrailer are carried on the ship; in unaccompanied MoS transport, only the semitrailer is carried. The authors have also evaluated the variation of the cost of transport, in the three scenarios, according to the maritime distance between the two port terminals and according to the road distances between each port and the origin, or the destination, of the trip. The authors conclude that: "In short, to make the most of the SSS option it is necessary to promote policies to coordinate and consolidate the cargoes, to adapt the offer to the needs, temporally and in terms of frequency, and to control the freight price of the maritime link" ([12] pag.10).

On the other hand, MoS still have to overcome several shortcomings: to complete a door-to-door service, MoS require the collaboration of rail or road modes, for collection and delivery of freight, and a network of well-located inland terminals. Nowadays the efficiency of port services, sea side port services and land side port services, that is port-hinterland connections, is still too low [13]. As shown in Fusco et al. [12] this can badly affect the competitiveness of inter-

POLITICA E ECONOMIA

e ferroviaria, per la raccolta e la consegna della merce, e richiedono una rete di terminali ben localizzati. Oggi, l'efficienza dei porti, relativamente sia ai servizi portuali lato mare sia a quelli lato terra, cioè ai collegamenti tra porti e il loro hinterland, è ancora troppo bassa [13]. Come riportato in [12], questo può influenzare negativamente la competitività del trasporto intermodale, basato sulle AdM, rispetto al "tutto strada". L'aspetto maggiormente critico riguarda la complessità delle procedure amministrative da svolgere nei porti (le procedure amministrative nei porti sono decisamente più complesse che negli altri terminali di trasporto), cosa che porta a tempi di percorrenza più elevati e quindi ad un serio decremento dell'efficienza dei servizi di tipo AdM. Inoltre, malgrado tutti i tentativi fatti in questo campo, i servizi di tipo AdM sono caratterizzati ancora da bassa frequenza e bassa affidabilità [14]. Infine, il prezzo del carburante è troppo elevato: il costo per il carburante può anche essere superiore alla metà del totale dei costi della tratta marittima [12].

L'approccio adottato dalla Commissione Europea nello sviluppare le politiche della rete TEN-T (Trans European Networks - Transport) è un passo importante verso l'integrazione delle AdM nei sistemi di trasporto intermodali. Ma è fondamentale sviluppare ulteriormente tre aspetti: in primo luogo, un'adeguata accessibilità stradale e ferroviaria ai porti; in secondo luogo, implementare una cultura organizzativa, da parte degli operatori marittimi e delle autorità portuali, al fine di ridurre i tempi di transito dei carichi, specialmente riguardo alle operazioni portuali; in terzo luogo, le performance delle AdM in termini di puntualità, flessibilità, disponibilità e frequenza dei servizi.

5. Le Autostrade del Mare in Italia

Le Autostrade del Mare (AdM) italiane principalmente integrano gli archi "terrestri" già esistenti, autostrade e linee ferroviarie fondamentali, al fine di collegare aree che possono essere accessibili solo via mare, o la cui accessibilità via mare è di gran lunga più conveniente di quanto non lo sia via terra. In particolare, la maggioranza delle AdM italiane collegano: i porti tirrenici con i porti della Sicilia, Sardegna e dei Paesi del Mediterraneo Occidentale; i porti adriatici con i porti della Croazia, Montenegro, Albania e Grecia. Questo aspetto è riportato, nei dettagli, in LUPU e FARINA [15], dove sono riportate, per esteso, le rotte delle AdM da e per i porti italiani. In LUPU et al. [16] è riportato il "ranking" dei porti italiani in base a tutte le tipologie di merci che li attraversano ed, in particolare, è riportato come il traffico ro-ro influenzi il "ranking" di un porto.

Solo pochissime rotte collegano i porti della Penisola fra loro, e, d'altra parte, questi collegamenti sono quasi sempre parte di una rotta internazionale più lunga e spesso hanno una bassa frequenza: si tratta delle rotte Genova-Livorno e Salerno-Genova (entrambe "a senso unico", cioè ad es. che collegano solo Genova con Livorno e non viceversa), Genova-Napoli, Livorno-Savona e Trieste-Ancona (tutte "a doppio senso", ossia che collegano ad es. sia Trieste con Ancona, sia Ancona con Trieste). Inoltre, solo

modal transport based MoS respect to all-road transport. The most critical aspect regards the complexity of administrative procedures in ports (administrative procedures in ports are relevantly more complex than in all other transport terminals), which leads to high transit times and therefore to a severe decrease of the efficiency of MoS services. Moreover, despite all the efforts made in this field, MoS services are still characterized by a low frequency and also low reliability [14]. Finally, the fuel price is too high: the bunkering cost may account for more than a half of the overall shipping cost [12].

The approach adopted by the European Commission in developing the policy of TEN-T network (Trans European Networks – Transport) is an important step towards the integration of MoS in intermodal transport systems. But other three aspects are fundamental: firstly, proper rail and road accessibility to ports; secondly, the implementation of an organizational culture, by shipping companies and port authorities, in order to reduce the overall transit time of cargoes, especially regarding port operations; thirdly, the performances of MoS in terms of punctuality, flexibility, availability and frequency of services.

5. The Motorways of the Sea in Italy

Italian MoS routes mainly integrate existing inland links, such as motorways and fundamental railway lines, in order to connect places which can be accessed only by sea or whose accessibility by sea is far more convenient than by road. In particular, the majority of Italian MoS routes connect: Italian Tyrrhenian ports with ports of Sardinia, Sicily and Western Mediterranean countries; and Italian Adriatic ports with ports of Croatia, Montenegro, Albania and Greece. This is clearly shown in LUPU and FARINA [15], where Motorways of the Sea routes to/from Italian ports are extensively reported. In LUPU et al. [16] the ranking of Italian ports is reported according to all freight typologies which are loaded and unloaded; in particular, it is reported how ro-ro traffic influences the port ranking.

Only a few routes exist which connect ports in the mainland, and these connections are almost always part of a longer international route and often register a low frequency: Genoa – Livorno and Salerno – Genoa (both one way), Genoa – Napoli (two ways), Livorno – Savona (two ways), and Trieste – Ancona (two ways). Moreover only in the connection Trieste – Ancona, which is part of the route Trieste – Ancona – Igoumenitsa – Patras, cargo having both origin and destination in Italy is accepted. Instead there are several routes connecting Tyrrhenian ports, such as Genoa, Livorno, Civitavecchia, Napoli and Salerno, with Sicily, while only one connection exists between the Adriatic ports and Sicily, which consists of the route Ravenna-Catania. These data refer to November 2012. However, more recently, and for sure after November 2012, Grimaldi has developed a new route connecting Ravenna with Brindisi and Catania, with a frequency of 3 services/week, where freight having

POLITICA E ECONOMIA

nel collegamento Trieste-Ancona, che è parte della rotta Trieste - Ancona - Igoumenitsa - Patrasso, si accetta la merce avente sia origine sia destinazione in Italia. Invece vi sono diverse rotte che collegano i porti tirrenici, come Genova, Livorno, Civitavecchia, Napoli e Salerno, con la Sicilia, mentre c'è una sola connessione tra i porti adriatici e la Sicilia: la rotta Catania - Ravenna. Questi dati si riferiscono a novembre 2012. In tempi più recenti, e comunque successivi a novembre 2012, la Grimaldi ha introdotto una nuova rotta che collega Ravenna con Brindisi e Catania, con una frequenza di 3 partenze settimanali, che consente di trasportare merci aventi origine a Ravenna e destinazione a Brindisi, e viceversa. Ma, come riportato in [15], fino al 2012 non esistevano collegamenti tra porti della Penisola facenti parte di rotte nazionali.

6. La competitività delle autostrade del mare in Italia

Al fine di quantificare la competitività delle Autostrade del Mare, rispetto al "tutto strada", le poche rotte che collegano tra di loro i porti della penisola non sono assolutamente significative. Perciò, si è deciso di considerare le rotte tra la penisola e la Sicilia, dove le AdM sono alternative al trasporto "quasi tutto strada" (nel seguito chiamato brevemente "tutto strada"), per il quale l'unico tratto marittimo è relativo all'attraversamento dello Stretto di Messina.

Sono state considerate come origini alcune città rappresentative della penisola, ossia i capoluoghi di regione, più altre città importanti, in modo tale da coprire l'intero territorio della penisola: Trieste, Udine, Venezia, Padova, Milano, Trento, Verona, Brescia, Varese, Novara, Torino, Parma, Bologna, Genova, La Spezia, Ravenna, Firenze, Livorno, Ancona, Perugia, Civitavecchia, Pescara, Roma, L'Aquila, Foggia, Bari, Brindisi, Taranto, Napoli, Salerno, Potenza, Cosenza, Reggio Calabria. Come destinazioni sono state scelte sei città rappresentative della Sicilia, in modo tale da coprire, di nuovo, l'intero territorio siciliano: Palermo, Trapani, Agrigento, Gela, Ragusa, Catania, Messina, Milazzo. I percorsi opposti, ossia che hanno origine in Sicilia e aventi destinazione nella penisola, sono stati assunti speculari e quindi non sono stati presi in considerazione nella presente ricerca.

Sono stati presi in considerazione i due casi di trasporto intermodale: intermodale accompagnato e non accompagnato. Per il trasporto accompagnato si è considerato un autoarticolato completo lungo 16,5 metri; per il trasporto non accompagnato si è considerato un semirimorchio lungo 12,5 metri.

La rete stradale e le rotte marittime sono state rappresentate mediante un grafo, dove: le città, i porti e le intersezioni tra le autostrade sono stati rappresentati mediante nodi, mentre i tronchi di autostrade e superstrade, e le rotte marittime, sono state rappresentate mediante archi. Mediante archi sono stati rappresentati anche i percorsi tra i centri città e le uscite delle autostrade, ad es. tra il centro di Milano e l'inizio dell'autostrada A1. Il costo generalizzato di un arco l , cioè c_l , è pari al costo monetario c_m , più il valore monetario del tempo, cioè:

origin in Ravenna and destination in Brindisi, o vice versa, is accepted. But, as stated in LUPI and FARINA [15], until 2012 no connections existed between ports of the mainland belonging to domestic routes.

6. The competitiveness of motorways of the sea in Italy

In order to quantify the competitiveness of MoS respect to all-road transport, the few routes connecting ports in the mainland cannot be significant. Therefore, it has been decided to consider the trips from the Italian mainland to Sicily, where MoS are alternative to a "nearly all-road" transport (we will call it briefly "all-road" in the following), which takes place by road, despite the crossing of the Strait of Messina.

We took as origins several representative cities in the mainland: all the lead cities in all regions, plus other important cities, in order to cover the whole territory of the Italian mainland: Trieste, Udine, Venezia, Padova, Milano, Trento, Verona, Brescia, Varese, Novara, Torino, Parma, Bologna, Genova, La Spezia, Ravenna, Firenze, Livorno, Ancona, Perugia, Civitavecchia, Pescara, Roma, L'Aquila, Foggia, Bari, Brindisi, Taranto, Napoli, Salerno, Potenza, Cosenza, Reggio Calabria. We took as destinations six representative cities in Sicily, in order, again, to cover the whole Sicily territory: Palermo, Trapani, Agrigento, Gela, Ragusa, Catania, Messina, Milazzo. The opposite paths, i.e. those having origin in Sicily and destination in the mainland, have been assumed as specular and therefore they have been neglected in this study.

The two cases of accompanied and unaccompanied intermodal transport have been taken into account. A 16.50 m long truck and trailer is considered, in the case of accompanied transport, and a 12.5 m long semi-trailer is considered in the case of unaccompanied transport.

The road network and maritime links have been represented through a graph: cities, ports, motorway junctions are represented through nodes, while portions of motorways and highways, and maritime routes, are represented through links. Also paths from city centres to motorways, e.g. from Milano centre to the beginning of the A1 motorway, are represented through links. The generalized cost of a link l , i.e. c_l , is equal to the monetary cost c_m plus the monetized value of transit time: i.e.:

$$c_l = c_m + VOT \ t \quad (1)$$

where: t is the transit time on the link and VOT (Value of time) is the monetary value of the unit of transit time. There is disagreement, in the literature, about the monetary value of transit time for freight transport. In our study we assumed a VOT equal to 6.82 €/h for each shipment, considering an average weight, for each shipment, equal to 15 tons. This VOT has been proposed in Feo et al. [17].

Given the generalized costs on the links, the path of minimum generalized cost, between each couple of origin-desti-

POLITICA E ECONOMIA

$$c_l = c_m + \text{VOT } t \quad (1)$$

dove: t è il tempo di percorrenza sull'arco e VOT è il valore monetario del tempo. In letteratura sono riportati valori discordi relativamente al valore monetario del tempo per il trasporto merci. Nello studio è stato assunto un valore monetario del tempo pari a 6,82 €/h per ogni spedizione, considerando un peso medio per spedizione pari a 15 tonnellate. Tale valore monetario del tempo è stato proposto da Feo et al. [17].

Dati i costi d'arco generalizzati, è stato calcolato il percorso di minimo costo generalizzato tra ciascuna coppia O-D mediante l'algoritmo di Dijkstra: per esempio, il percorso migliore da Torino a Catania, da Torino a Messina, da Milano a Palermo, ecc.

6.1. Il calcolo dei costi degli archi relativi alle rotte delle autostrade del mare

Per prima cosa, si sono aggiornate le rotte delle AdM tra la Penisola Italiana e la Sicilia (tabella 1) dato che sono risultate molto differenti dalle rotte studiate nel mese di novembre 2012, e riportate in uno studio precedente [15]. Successivamente, sono stati calcolati il tempo di percorrenza e il costo monetario di ciascun arco marittimo.

Il tempo di percorrenza di ciascun arco marittimo è pari alla somma: del tempo di traversata (ossia il tempo che intercorre tra il momento di partenza e il momento di arrivo della nave), del tempo richiesto per caricare e scaricare l'autoarticolato (o il semirimorchio), e del tempo di attesa.

Il tempo di traversata è stato ricavato dai siti web delle compagnie marittime ed è riportato nella tabella 1. Il tempo di attesa non coincide con il tempo che prevedibilmente gli utenti attendono per imbarcare/sbarcare il veicolo, perché si organizzano per recarsi all'imbarco con un congruo anticipo, ma è un tempo che tiene conto del fatto che il servizio marittimo non è immediatamente disponibile all'ora desiderata dall'utente. Quello che abbiamo chiamato tempo di attesa è in realtà una quantità che tiene conto della frequenza del servizio su ogni rotta, poiché una rotta con una o più partenze ogni giorno è di gran lunga preferibile ad una rotta che abbia solo un paio di partenze settimanali [17].

Nel calcolo del tempo di attesa, si è inizialmente adottato l'approccio utilizzato in letteratura per il trasporto aereo [18]. Chiamiamo:

- n_a = numero di servizi settimanali;
- h = intertempo medio, in ore, tra due successive partenze, $h = O_{pw} / n_a$;
- O_{pw} = tempo di programmazione settimanale, in ore, delle partenze delle navi in una rotta;
- $O_{pw} = 168$ ore (considerando 7 giorni operativi e 24 ore ogni giorno).

Inizialmente si è assunto un tempo medio di attesa, in ore, pari a $\frac{1}{4} h$, cioè:

nation cities, has been calculated through the Dijkstra algorithm: for example, the best path from Torino to Catania, from Torino to Palermo, from Torino to Messina, from Milano to Palermo, etc.

6.1. The calculation of the cost of links representing MoS routes

Firstly, MoS routes between the Italian mainland and Sicily have been updated (table 1) as they have resulted quite different from those determined in November 2012 and reported in a preceding study [15]. After, the transit time and the monetary cost of each maritime link have been calculated.

The transit time of each maritime link is equal to the sum of: the voyage time (i.e. the time interval from the departure time of the ship to the arrival time of the ship), the time required for boarding and unboarding the truck and trailer (or the semitrailer), and the waiting time.

The voyage time is provided by the companies websites and is reported in table 1. To the voyage time, however, we added the time required for loading and unloading the road transport vehicle (semi-trailer or tractor+semi-trailer) and the waiting time. What we call waiting time does not coincide with the time that users expect to wait before loading/unloading the vehicle, because they organize their travel according to the departure time of the ship. The quantity that we called waiting time instead takes into account that the maritime service is not always available at the time desired by the customer. The waiting time actually takes into account the frequency of the service on each route, because a route which registers one or more departures per day is highly preferable to a route which registers only two departures per week [17].

In the calculation of the waiting time, we took into consideration the approach adopted in literature for air transport [18]. If we call:

- n_a = number of services per week;
- h = average time interval (in hours) between two following departures, $h = O_{pw} / n_a$;
- O_{pw} = weekly programming time (in hours) of ships departures in a route, where $O_{pw} = 168$ hours (considering 7 operative days and 24 hours per day).

Initially we assumed the average waiting time, expressed in hours, equal to $\frac{1}{4} h$, i.e.:

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{O_{pw}}{n_a} \quad (2)$$

However, this approach did not lead to the expected results, because the waiting time always resulted very high. Initially we decided to assume a maximum waiting time of 4 hours, but, because of this choice, all routes would have a waiting time of 4 hours, and this result would actually

POLITICA E ECONOMIA

TABELLA 1 - TABLE 1

Rotte di tipo ro-ro nazionali tra la penisola italiana e la Sicilia. I dati si riferiscono a gennaio 2014
Ro-ro domestic routes between the Italian mainland and Sicily. Data refer to January 2014

| Rotta Route | Operatore Operator | Frequenza settimanale Weekly frequency | Tempo di traversata Voyage time |
|--|---------------------------|---|------------------------------------|
| Ravenna – Brindisi – Catania | Grimaldi | 3 | 39h |
| Ravenna – Catania | Tirrenia | 4 | 36h30' |
| Genova – Catania | Grimaldi | 4 | 28h |
| Livorno – Catania | Grimaldi | 3 | 25h |
| Napoli – Catania | TTT Lines | 7 | 11h30' |
| Salerno – Catania | Grimaldi | 6 | 14h |
| Genova – Palermo | Grimaldi | 4 | 29h |
| Genova – Palermo | Grandi Navi Veloci | 6 | 20h |
| Livorno – Palermo | Grimaldi | 4 | 19h |
| Salerno – Palermo | Grimaldi | 2 | 9h |
| Civitavecchia – Termini Imerese | Grandi Navi Veloci + SNAV | 2 | 13h |
| Napoli – Palermo | Tirrenia | 7 | 10h45' |
| Napoli – Palermo | Grandi Navi Veloci + SNAV | 6 | 10h30' |
| Civitavecchia – Palermo | SNAV | 1 | 15h |
| Salerno – Messina | Caronte & Tourist | 12 | 9h |
| (Fonte: sito web ramspa e siti web delle compagnie di navigazione). (Source: ramspa website and shipping companies websites). | | | |

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{O_{pw}}{n_a} \quad (2)$$

Questo approccio non ha portato ai risultati previsti, perché il tempo di attesa è risultato sempre molto elevato. Inizialmente è stato deciso di assumere un tempo di attesa massimo di 4 ore, ma questo ha portato a vanificare il fatto di tenere conto del tempo di attesa nell'analisi svolta. Perciò, in modo euristico, è stato assunto un tempo di attesa pari a:

$$\frac{1}{8} \cdot \frac{O_{pw}}{n_a} \quad (3)$$

Questa scelta ha condotto a risultati soddisfacenti: con questa assunzione i tempi di attesa sono effettivamente molto diversi da una rotta all'altra e nel modello si tiene conto della frequenza del servizio. Il tempo di attesa massimo è stato assunto pari a 7 ore: solo 2 rotte avrebbero comunque avuto un tempo di attesa maggiore.

Questa formulazione del tempo di attesa è stata scelta in prima approssimazione. In una futura estensione della ricerca potrà essere interessante introdurre una funzione di costo dell'arco che tenga conto della frequenza della rotta in modo più rigoroso.

Relativamente al costo monetario dell'arco, la tariffa totale è composta dal costo del biglietto e, solo nel caso di trasporto accompagnato, dal costo dell'autista. Il costo del

vanify to take account of waiting time in all calculations. Therefore, in a heuristic way, we assumed a waiting time equal to:

$$\frac{1}{8} \cdot \frac{O_{pw}}{n_a} \quad (3)$$

This choice has led to satisfactory results: with this assumption, waiting times are actually highly different from a route to another and in the model the frequency of the service is taken into account. The maximum waiting time has been assumed equal to 7 hours: actually only 2 routes would have had a higher waiting times.

This formulation of the waiting time has been chosen as first approximation. In a future extension of the research, it could be interesting to introduce a link cost function which takes into account, in a more rigorous way, the frequency of the route.

Regarding the monetary cost of the link, the total fare is made up of: the cost of the ticket and, only in the case of accompanied transport, the cost of the driver. Regarding the cost of the ticket, it is determined in a different way from an operator to another. For example, for the Grandi Navi Veloci (GNV) it comprises:

- the cost for the vehicle, which depends on the length of the vehicle (the tractor and the semi-trailer, in the case of

POLITICA E ECONOMIA

biglietto è determinato in modo diverso da un operatore all'altro. Per esempio, relativamente all'operatore GNV (Grandi Navi Veloci) merci, è costituito da:

- costo del veicolo, che dipende dalla lunghezza del veicolo (trattore e semirimorchio nel caso di trasporto accompagnato, solo semirimorchio nel caso di trasporto non accompagnato) e dal fatto che il semirimorchio sia pieno, oppure no;
- costo di bunkeraggio, stabilito a parte dalla compagnia di navigazione, al fine di coprire i costi ulteriori dovuti alla fluttuazione del prezzo del petrolio;
- costo della cabina dell'autista, nel caso di trasporto accompagnato;
- assicurazione;
- costo delle operazioni di carico e scarico del semirimorchio, nel caso di trasporto non accompagnato;
- servizio di ispezione, di nuovo nel caso di trasporto non accompagnato.

Il prezzo del biglietto deve essere scontato del contributo Ecobonus, laddove disponibile. L'Ecobonus è un'iniziativa, supportata dal Governo Italiano, per spostare traffico merci dalla strada alle AdM, e consiste in uno sconto fino al 30% del prezzo del biglietto.

Nel caso di trasporto accompagnato, è necessario determinare il costo dell'autista. Tale costo è dovuto alle ore di lavoro perse a bordo dall'autista. Il numero di ore di lavoro perse è stato calcolato come segue.

Per prima cosa, ci sono dei vincoli, da parte della legge del Parlamento Europeo n° 561 del 2006 [19], sul massimo numero di ore giornaliere di lavoro di un autista. Alcune ore, spese a bordo dall'autista, possono essere considerate come ore di riposo e non vengono pagate. Ma non tutte le ore spese a bordo possono essere considerate come ore di riposo. Infatti, se il viaggio dura meno di 24 ore, l'autista si può organizzare in modo tale da far coincidere le ore perse durante la traversata marittima con le ore di riposo. Ma se il viaggio dura oltre 24 ore, viene persa un'intera giornata lavorativa. In questa circostanza, l'autista non si può organizzare in modo tale da fare coincidere le ore impiegate a bordo con le ore di riposo, dato che le ore impiegate a bordo sono troppe. In questo caso è stato considerato che la giornata lavorativa persa a bordo dall'autista sia quella standard di 9 ore. È stata fatta questa assunzione dato che le giornate lavorative di 10 ore sono possibili esclusivamente 2 volte la settimana [19].

Il costo orario dell'autista a bordo (ossia il costo di ciascuna ora di lavoro persa) è stato assunto pari a 17,60 €/h [20]: è stato assunto un costo orario ridotto (il costo orario pieno dell'autista è di 26 €/h, si vedano le considerazioni riportate nel successivo paragrafo) perché durante il viaggio l'autista non guida effettivamente.

Perciò, nel caso del trasporto accompagnato, il costo è pari al totale del:

accompanied transport, only the semi-trailer, in the case of unaccompanied transport) and on whether the semi-trailer is full or not;

- *the bunkering cost, imposed apart, by the shipping company, to cover the further costs due to fluctuation in the petrol price;*
- *the cost for the driver's cabin, in case of accompanied transport;*
- *the insurance;*
- *the cost for loading/unloading operations of the semi-trailer, in case of unaccompanied transport;*
- *the inspection service, again in case of unaccompanied transport.*

The ticket price must be discounted of the Ecobonus contribution, where available. The Ecobonus is an initiative, supported by the Italian government, to perform a modal shift, from road to MoS: it consists of a discount up to 30% of the ticket price.

In the case of accompanied transport, it is necessary to determine the cost of the driver. This cost is due to the working hours lost by the driver on board. The number of lost working hours is calculated as follows.

Firstly, there are constraints, by European Parliament law 561/2006 [19], on the maximum number of hours which can be worked by a driver each day. Some hours spent by the driver on board can be considered as driver's rest hours and are not paid. But not all hours spent on board can be considered as rest hours.

If the voyage lasts less than 24 hours, the driver can organize himself in order to make the hours spent on board to coincide with rest hours. But if the voyage lasts for more than 24 hours, an entire working day is lost. In fact, in this case, the driver cannot organize himself in order to make the hours spent on board to coincide with rest hours, as the hours spent on board are too many. In this case we consider that the driver on board loses a 9 hours working day. We decided to consider 9 lost working hours instead of 10 because 10 hours working days are possible only twice a week [19].

The hourly cost of the driver on board (i.e. the cost of each working hour lost) has been assumed equal to 17.60 €/h [20]: a reduced value is taken (the full value for the hourly cost of the driver is 26 €/h) because during the voyage the driver is not working.

Therefore in the case of accompanied transport the cost of a link is equal to the total of:

- *the cost of the ticket (calculated as above);*
- *the monetized value of the transit time, which comprises the duration of the route, the time for loading and unloading the vehicle and the waiting time;*
- *the amount of money for the driver pay for the loading*

POLITICA E ECONOMIA

- costo del biglietto (calcolato come riportato precedentemente);
- valore monetizzato del tempo richiesto per la tratta marittima che comprende: il tempo di attesa, il tempo per il carico e lo scarico dell'autoarticolato e il tempo di traversata;
- costo, dell'autista, per il carico e lo scarico dell'autoarticolato, determinato considerando un tempo totale pari a 1,5 ore per compiere entrambe le operazioni;
- costo delle ore di lavoro perse a bordo dall'autista.

6.2. Il calcolo del costo sugli archi stradali

Il tempo di percorrenza degli archi stradali è stato calcolato dividendo la distanza per la velocità. Sono state considerate due tipologie di archi stradali:

- archi di autostrade e superstrade;
- archi rappresentativi il percorso dal centro città al casello autostradale più vicino.

Relativamente agli archi di autostrade e superstrade, la velocità considerata è la massima consentita per autocarri e semirimorchi, cioè 80 km/h per le autostrade e le superstrade e 70 km/h per le altre strade. È stata considerata una velocità massima differente per quelle porzioni di strada fortemente congestionate, o per le strade che abbiano specifiche caratteristiche geometriche, come per esempio le tangenziali di Milano (50 km/h) o la autostrada Firenze-Bologna (70 km/h). Relativamente ai percorsi da e per i centri città, si è assunta una velocità media di 30 km/h.

Il costo monetario degli archi stradali è costituito dai seguenti costi:

- il pedaggio autostradale se applicato,
- il costo chilometrico del veicolo,
- il costo dell'autista.

Il pedaggio autostradale in Italia dipende di solito dalla quantità di chilometri viaggiati e dalla società che gestisce ciascuna porzione di autostrada. Tutti i pedaggi autostradali sono disponibili sul sito web di "Autostrade per l'Italia" (www.autostrade.it). Per il calcolo del pedaggio è stato fatto riferimento ad un veicolo di 5 assi, trattore + semirimorchio. Il costo chilometrico è stato assunto pari a 1,06 €/km [21] e comprende non solo il gasolio ma tutti i costi operativi del veicolo, come per esempio ammortamento, pneumatici, freni, ecc.

Il costo dell'autista (stipendio + tasse + contributi pensionistici), pari a 26 €/h, è stato calcolato secondo Il Sole 24 Ore [22].

L'arco marittimo di attraversamento dello stretto di Messina è stato considerato come un arco stradale, data l'elevata frequenza delle partenze dei traghetti (in media una partenza ogni 20 minuti). Il costo del biglietto e il tempo di traversata sono stati ricavati dal sito web dell'operatore marittimo (Caronte&Tourist).

L'algoritmo considera i vincoli sulle ore lavorate dal-

and unloading of the truck, determined considering a time of 1.5 hours for this manoeuvre;

- *the amount of money for the hours lost on board by the driver.*

6.2. The calculation of the cost of road links

The transit time on road links has been calculated by dividing the distance by the speed. Two typologies of road links have been considered:

- *motorway and highway links;*
- *links representative of the path from the city centre to the closest motorway exit.*

Regarding motorway and highway links, the considered speed is the maximum allowed for trucks and trailers, i.e. 80 km/h in motorways and multilane highways and 70 km/h in the other roads. A different maximum speed has been considered for those road portions where congestion often occurs, or in roads with specific geometric characteristics, as for example the Milan ring roads (50 km/h) and the Bologna-Firenze motorway (70 km/h). Regarding the paths to/from city centres, an average speed of 30 km/h has been considered.

The monetary cost of road links is made up of the following costs:

- *the motorway toll if applied;*
- *the kilometric cost of the vehicle;*
- *the cost of the driver.*

The motorway toll in Italy usually depends on the amount of kilometers travelled and on the company managing each part of motorway. All motorway tolls are available in the website of the "Autostrade per l'Italia" company (www.autostrade.it). A 5-axes vehicle, tractor + semi-trailer, has been considered for the calculation of the motorway toll. The vehicle cost for each kilometer is equal to 1.06 € per kilometer [21] and comprises not only petrol but all the other costs associated to the operation of the vehicle, i.e.: amortization cost, tyres, brakes, etc.

The driver cost (i.e. salary + taxes + pension contributions), equal to 26 €/h, has been calculated according to Il Sole 24 Ore [22].

The MoS link across the strait of Messina is considered as a road link because of the high frequency of services (about one service every 20 minutes). The cost of the ticket and the voyage time are taken from the website of the maritime operator (Caronte&Tourist).

The algorithm takes into account the working hours of the driver. According to the European Commission's law n° 561/2006:

- *the daily working period must consist of maximum 9 hours. However, it could be extended to 10 hours maximum twice a week. Moreover, some more working time*

POLITICA E ECONOMIA

l'autista. Secondo la legge della Commissione Europea n° 561/2006:

- l'orario di lavoro giornaliero consiste al massimo di 9 ore. Comunque, può essere esteso a 10 ore, al massimo due volte la settimana. Inoltre, è consentito un orario di lavoro maggiormente esteso qualora l'autista debba raggiungere un posto adeguato per dormire;
- in una settimana si può lavorare al massimo per 56 ore;
- in due settimane si può lavorare al massimo per 90 ore;
- dopo un periodo di guida di 4 ore e 30 minuti, l'autista deve fermarsi per almeno 45 minuti;
- il tempo di riposo giornaliero consiste alternativamente di: 11 ore consecutive, oppure un periodo di riposo "spezzato", costituito da 3 ore consecutive + 9 ore consecutive;
- il tempo di riposo ridotto giornaliero consiste di almeno 9 ore consecutive.

Per cui:

- se il tempo di viaggio è superiore a 4 ore e mezza e inferiore a 9 ore, viene incrementato di 45 minuti;
- se il tempo di viaggio è superiore a 9 ore e inferiore a 10, è incrementato di 90 minuti;
- se il tempo di viaggio è superiore a 10 ore, viene incrementato di 10 ulteriori ore perché è stato assunto un valore medio tra il tempo di riposo giornaliero regolare (11 ore) e ridotto (9 ore).

Dato il costo generalizzato (costo monetario più valore monetario del tempo) di tutti gli archi, i percorsi di minimo costo sono stati calcolati mediante l'algoritmo di Dijkstra, separatamente, per i due casi di trasporto accompagnato e di trasporto non accompagnato.

6.2.1. Il costo di un arco stradale se vi è un secondo autista

Nel calcolo del costo sugli archi stradali esposto nel paragrafo precedente, è stata fatta l'ipotesi di un solo autista. Il fatto di avere un doppio autista nel trasporto intermodale accompagnato porta ad un forte incremento dei costi, perché: gli autisti "immobilizzati" sono due, e non più uno; inoltre, è necessario prenotare due cabine invece che una. Per di più, dato che la parte stradale del trasporto intermodale è sempre inferiore alla giornata lavorativa, non è necessario prevedere due autisti. Per queste ragioni nel caso del trasporto intermodale non è stata considerata l'ipotesi dei due autisti. Nel caso del trasporto "tutto strada" invece il fatto di avere due autisti porta indubbiamente un forte beneficio in termini di riduzione dei tempi di viaggio.

I tempi di guida e riposo nel caso del doppio autista sono normati dalla legge n° 561/2006 [19]. Per il primo autista sono:

- 4,5 ore: tempo di guida;
- 4,5 ore: tempo di disponibilità;
- 4,5 ore: tempo di guida;
- 4,5 ore: tempo di disponibilità;

is allowed if the driver must reach a suitable place to sleep;

- *in a week maximum 56 hours can be driven;*
- *in two weeks maximum 90 hours can be driven;*
- *after a 4 hours 30 minutes driving period, the driver must stop driving for at least 45 minutes;*
- *the regular daily rest time consists of alternatively: 11 consecutive hours; a "broken" rest, made up of 3 consecutive hours + 9 consecutive hours.*
- *the reduced daily rest time consists of at least 9 consecutive hours.*

Therefore:

- *if the travel time is greater than 4.5 hours and less than 9, it is increased by 45 minutes;*
- *if the travel time is greater than 9 hours and less than 10, it is increased by 90 minutes;*
- *if the travel time is greater than 10 hours, it is increased by 10 hours because we take an average value between the regular (11 hours) and the reduced (9 hours) daily rest time.*

Given the generalized costs (monetary cost plus the monetized value of time) of all links, the best paths have been calculated through Dijkstra algorithm, separately, for the case of accompanied intermodal transport and for the case of unaccompanied intermodal transport.

6.2.1. The cost of a road link if there is a second driver

In the calculation of the cost of road links, described in the previous section, we have made the hypothesis of only one driver. Having two drivers in the intermodal accompanied transport results in an increase of monetary costs, because the "immobilized" drivers are two, and moreover it is necessary to book two cabins instead of one. Moreover, because the road part of intermodal transport is always less than one working day, it is not necessary to involve two drivers. For these reasons in the intermodal transport we did not take into account the hypothesis of two drivers. In all-road transport instead, having two drivers brings a strong benefit in the reduction of travel times.

Travel times and rest times in the case of two drivers are normed by the law 561/2006 [19]. For the first driver they are:

- *4.5 hours: driving time;*
- *4.5 h: availability time;*
- *4.5 h: driving time;*
- *4.5 h: availability time;*
- *9 h: rest time.*

For the second driver they are:

- *4.5 h: availability time;*
- *4.5 h: driving time;*

POLITICA E ECONOMIA

- 9 ore: riposo.

Per il secondo autista sono:

- 4,5 ore: tempo di disponibilità;
- 4,5 ore: tempo di guida;
- 4,5 ore: tempo di disponibilità;
- 4,5 ore: tempo di guida;
- 9 ore: riposo.

Il tempo di disponibilità è il periodo in cui un autista si riposa, nella cabina, affianco all'altro autista, che guida, però, pur riposandosi, rimane comunque a disposizione dell'altro autista, qualora ve ne sia necessità.

Il costo dell'autista durante le ore di guida è pari a 26 €/h, come nel caso di un solo autista. Invece, durante il tempo di disponibilità l'autista riceve la sola indennità di trasferta [23], che, nel territorio nazionale, è pari a [24]:

- da 6 a 12 ore: 21,80 €/giorno;
- da 12 a 18 ore: 33,02 €/giorno;
- da 18 a 24 ore: 41,16 €/giorno.

Se una giornata è trascorsa interamente in viaggio, si applica l'indennità di trasferta massima, di 41,16 €/giorno.

Relativamente al costo del secondo autista per l'attraversamento dello Stretto di Messina, la tariffa non varia: infatti per i veicoli commerciali è indipendente dal numero di autisti e dipende solo dalle dimensioni dell'automezzo.

In ogni caso, per uniformità con il trasporto intermodale, in cui non si prevede lo scenario del doppio autista, per il calcolo del percorso di minimo costo generalizzato, nel trasporto "tutto strada", è stato considerato il caso di un solo autista. Inoltre, deve essere osservato che il doppio autista, in particolare per una piccola azienda di autotrasporto, può essere oneroso dal punto di vista organizzativo, perché comporta una riduzione sensibile del personale disponibile. I risultati dello scenario con doppio autista, seppure non utilizzati per il caso "tutto strada" per la determinazione dell'itinerario di minimo costo generalizzato, sono riportati nel confronto dei tempi di viaggio, dei costi monetari e dei costi generalizzati fra le varie alternative di trasporto: in cui sono state considerate, per il caso "tutto strada", due alternative separate, con un autista e con due autisti.

7. Analisi dei risultati

L'algoritmo di Dijkstra fornisce l'itinerario di minimo costo fra ciascuna coppia O-D. Alcuni risultati delle elaborazioni sono riportati nella tabella 2. Data l'alta quantità di dati, nella tabella 2 è riportato un "estratto" degli itinerari di minimo costo risultanti per il trasporto intermodale accompagnato e non accompagnato, nel quale in particolare sono messi in evidenza i porti di imbarco e di sbarco.

Nella tabella 3 invece è riportata la comparazione fra differenti modi di trasporto (intermodale accompagnato, intermodale non accompagnato, "tutto strada", distinto

- 4.5 h: availability time;

- 4.5 h: driving time;

- 9 h: rest time.

The availability time is the time in which the driver rests, in the cabin, near the other driver, which is driving. During the availability time, the driver rests but also keeps available to the other driver, in case it is necessary.

The cost of the driver during the driving time is equal to 26 €/h, as in the case of a single driver. Instead, during the availability time the driver receives only the traveling allowance [23], which in Italy is equal to [24]:

- from 6 to 12 hours: 21.80 €/day;
- from 12 to 18 hours: 33.02 €/day;
- from 18 to 24 hours: 41.16 €/day.

If a day is entirely spent travelling, the maximum traveling allowance is applied, equal to 41.16 €/day.

Regarding the cost of the second driver for the crossing of the Strait of Messina, the ticket price does not vary: for commercial vehicles it only depends on the dimension of the vehicle, and it does not depend on the number of drivers.

In any case, for homogeneity with intermodal transport, in which the scenario of two drivers is not considered, in all-road transport, for the calculation of the path of minimum generalized cost, we considered the case of only one driver. Moreover, it must be observed that the second driver could be costly from the organizational point of view, specially for a small trucking company, because it causes a sensible reduction of the available staff. The results for the scenario of two drivers, although this scenario is not considered for the determination of the path of minimum generalized cost, are reported in the comparison of travel times, monetary costs and generalized costs among the various alternatives of transport. For all-road transport two separate alternatives have been considered: only one driver and two drivers.

7. Analysis of the results

The Dijkstra algorithm provides in output the shortest path between each O-D pair. Some results of our work are provided in tab. 2: because of the high quantity of data, only a selection of them is provided. In table 2 a selection of resulting paths of minimum cost is reported for intermodal accompanied and unaccompanied transport, in which, in particular, loading and unloading ports are highlighted. In table 3 the comparison between the different modes of transport is reported, in terms of: travel times, monetary costs, generalized costs, for all the considered O-D pairs (also in this case, only a selection of results for the main origin cities are reported). The modes of transport taken into account are: accompanied intermodal, unaccompanied intermodal, all-road; all-road transport is distinguished in the two cases of single driver and two drivers.

POLITICA E ECONOMIA

nei due casi di singolo autista e doppio autista), in termini di: tempi del viaggio, costi monetari, costi generalizzati, per alcune fra le più importanti coppie O-D considerate (anche in questo caso si tratta di un "estratto" dei risultati per le principali città origine).

Gli itinerari di minimo costo riportati in tabella 2 sono stati determinati utilizzando i costi generalizzati sugli archi. Il tempo di viaggio, il costo monetario, il costo generalizzato, riportati in tabella 3, sono relativi a questi itinerari che sono di minimo costo considerando il costo generalizzato. Il tempo di viaggio su ciascun itinerario è pari alla somma dei tempi di percorrenza di tutti gli archi costituenti l'itinerario. Nel caso degli archi marittimi, il tempo di percorrenza è comprensivo anche del tempo di attesa.

Le differenze nel tempo di viaggio e nel costo monetario fra il caso intermodale accompagnato e intermodale non accompagnato sono dovute ai seguenti principali fattori.

Per quanto riguarda il tempo totale del viaggio, il trasporto non accompagnato richiede più tempo per le operazioni di imbarco e di sbarco: in particolare, per il trasporto non accompagnato è richiesta un'ora in più, a causa delle diverse procedure di imbarco e di sbarco, dovute al fatto che la motrice e l'autista non sono caricati a bordo nel caso di trasporto non accompagnato.

Per quanto riguarda i costi monetari, il trasporto intermodale accompagnato costa di più del trasporto intermodale non accompagnato per tre fondamentali ragioni:

- il costo del biglietto è calcolato dalle compagnie marittime in base alla lunghezza del veicolo: nel caso del trasporto intermodale accompagnato, il veicolo è più lungo che nel caso del trasporto intermodale non accompagnato. Il costo del biglietto influenza il costo generalizzato in modo significativo;
- molte compagnie marittime incrementano il costo del biglietto se anche il guidatore, non solo il veicolo, sale a bordo;
- il costo del lavoro è maggiore nel caso di trasporto intermodale accompagnato, in quanto il guidatore generalmente perde, durante la permanenza a bordo, delle ore di lavoro.

Il costo monetario, nel caso di trasporto intermodale non accompagnato, è sensibilmente minore rispetto al caso accompagnato. Pertanto risulta minore anche il costo generalizzato, in quanto il tempo minore di imbarco e sbarco nel caso accompagnato compensa solo in parte il maggiore costo monetario. Deve essere in ogni caso sottolineato che le differenze nel costo generalizzato determinano differenze nell'itinerario di minimo costo risultante per il caso accompagnato e non accompagnato.

Gli esiti dell'analisi quantitativa mostrano chiaramente la mancanza di una offerta adeguata di AdM dai porti adriatici verso i porti della Sicilia Nord-Occidentale. Per esempio (tabella 2) per le coppie O-D Trieste-Palermo e Trieste-Trapani, i porti di imbarco sono Civitavecchia per il trasporto accompagnato e Livorno per quello non accompagnato, per cui la parte stradale dell'itinerario è rilevante.

TABELLA 2 - TABLE 2

Itinerari di minimo costo per ciascuna coppia O-D nel caso di trasporto intermodale accompagnato e trasporto intermodale non accompagnato. La tabella mette in evidenza i porti di imbarco e di sbarco. Data l'alta quantità di dati, è stata considerata solo una selezione degli itinerari di minimo costo

Minimum cost paths for each O-D pair in accompanied and unaccompanied intermodal transport. The table underlines boarding and unboarding ports. Because of the high amount of data, only a selection of minimum cost paths has been considered

| Origine Origin | Destinazione Destination | Accompagnato Accompanied | | Non accompagnato Unaccompanied | |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | | Imbarco Boarding | Sbarco Unboarding | Imbarco Boarding | Sbarco Unboarding |
| Trieste | Palermo | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Trapani | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Agrigento | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Gela | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Ragusa | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Catania | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Messina | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Milazzo | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| Venezia | Palermo | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Trapani | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Agrigento | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Gela | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Ragusa | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Catania | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Messina | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Milazzo | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| Milano | Palermo | Genova | Palermo | Genova | Palermo |
| | Trapani | Genova | Palermo | Genova | Palermo |
| | Agrigento | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Gela | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Ragusa | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Catania | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Messina | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Milazzo | Genova | Catania | Genova | Catania |
| Verona | Palermo | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Trapani | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Agrigento | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Gela | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Ragusa | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Catania | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Messina | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Milazzo | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| Torino | Palermo | Genova | Palermo | Genova | Palermo |
| | Trapani | Genova | Palermo | Genova | Palermo |
| | Agrigento | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Gela | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Ragusa | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Catania | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Messina | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Milazzo | Genova | Catania | Genova | Catania |

(continua alla pagina seguente)
(to be continued in the next page)

POLITICA E ECONOMIA

(dalla precedente pagina - following) TABELLA 2 - TABLE 2

Itinerari di minimo costo per ciascuna coppia O-D nel caso di trasporto intermodale accompagnato e trasporto intermodale non accompagnato. La tabella mette in evidenza i porti di imbarco e di sbarco. Data l'alta quantità di dati, è stata considerata solo una selezione degli itinerari di minimo costo

Minimum cost paths for each O-D pair in accompanied and unaccompanied intermodal transport. The table underlines boarding and unboarding ports. Because of the high amount of data, only a selection of minimum cost paths has been considered

| Origine Origin | Destinazione Destination | Accompagnato Accompanied | | Non accompagnato Unaccompanied | |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | | Imbarco Boarding | Sbarco Unboarding | Imbarco Boarding | Sbarco Unboarding |
| Bologna | Palermo | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Trapani | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Agrigento | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Gela | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Ragusa | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Catania | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Messina | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Milazzo | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| Genova | Palermo | Genova | Palermo | Genova | Palermo |
| | Trapani | Genova | Palermo | Genova | Palermo |
| | Agrigento | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Gela | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Ragusa | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Catania | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Messina | Genova | Catania | Genova | Catania |
| | Milazzo | Genova | Catania | Genova | Catania |
| Ravenna | Palermo | Ravenna | Palermo | Ravenna | Catania |
| | Trapani | Ravenna | Palermo | Ravenna | Catania |
| | Agrigento | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Gela | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Ragusa | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Catania | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Messina | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Milazzo | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| Firenze | Palermo | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Trapani | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Agrigento | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Gela | Napoli | Catania | Ravenna | Catania |
| | Ragusa | Napoli | Catania | Ravenna | Catania |
| | Catania | Napoli | Catania | Ravenna | Catania |
| | Messina | Napoli | Catania | Ravenna | Catania |
| | Milazzo | Napoli | Catania | Ravenna | Catania |
| Livorno | Palermo | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Trapani | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Agrigento | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Gela | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |
| | Ragusa | Livorno | Catania | Livorno | Catania |
| | Catania | Livorno | Catania | Livorno | Catania |
| | Messina | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Catania |
| | Milazzo | Civitavecchia | Palermo | Livorno | Palermo |

(continua alla pagina seguente)
(to be continued in the next page)

The shortest paths, in table 2, have been determined using generalized costs. The travel time, the monetary cost, the generalized cost, reported in table 3, are related to these paths which are shortest on the base of the generalized costs. The travel time on each path is equal to the sum of transit times on all links which compose the path. In the case of maritime links, the transit time comprises also the waiting time.

The differences in travel time and monetary cost between the accompanied and unaccompanied intermodal transport are due to the main following factors. Regarding the total travel time, unaccompanied intermodal transport requires more time for the operations of boarding and unboarding: in particular, for unaccompanied transport one hour more is required, because of the different boarding and unboarding procedures, due to the fact that the tractor and the driver are not carried on board in case of unaccompanied transport.

Regarding monetary costs, accompanied intermodal transport costs more than unaccompanied intermodal transport for three main reasons:

- the cost of the ticket is calculated by shipping companies according to the length of the vehicle: in case of accompanied intermodal transport the vehicle is longer than in the case of intermodal unaccompanied transport. This part affects the costs in a significant way;
- in several shipping companies the cost of the ticket is increased if also the driver (and not only the vehicle) is on board;
- the labour cost of the driver is bigger, in case of accompanied intermodal transport, because the driver loses, generally, on board, working hours.

The monetary cost in case of unaccompanied intermodal transport is relevantly less than in the case of accompanied intermodal transport. Therefore also the generalized cost is less: because the minor time, for boarding and unboarding, in the accompanied case, only partially compensates the higher monetary cost. Furthermore, differences in generalized costs cause differences in the shortest paths, between each O-D pair; in the two cases of accompanied and unaccompanied intermodal transport.

The results of the quantitative analysis clearly show the lack of an adequate offer of MoS from Adriatic ports to ports of north-western Sicily. For example (table 2), for the O-D pairs Trieste-Palermo and Trieste-Trapani, the best path regards the MoS from Civitavecchia to Palermo for accompanied transport, and the MoS from Livorno to Palermo for unaccompanied transport, while the routes Trieste-Livorno and Trieste-Civitavecchia are performed by road.

All-road transport with single driver registers a lower travel time than intermodal transport for several O-D pairs. About this it is necessary to underline that, in the case of intermodal transport, the transit time comprises another quantity, i.e. the waiting time, which is not taken into considera-

POLITICA E ECONOMIA

(dalla precedente pagina - following) TABELLA 2 - TABLE 2

Itinerari di minimo costo per ciascuna coppia O-D nel caso di trasporto intermodale accompagnato e trasporto intermodale non accompagnato. La tabella mette in evidenza i porti di imbarco e di sbarco. Data l'alta quantità di dati, è stata considerata solo una selezione degli itinerari di minimo costo

Minimum cost paths for each O-D pair in accompanied and unaccompanied intermodal transport. The table underlines boarding and unboarding ports. Because of the high amount of data, only a selection of minimum cost paths has been considered

| Origine Origin | Destinazione Destination | Accompagnato Accompanied | | Non accompagnato Unaccompanied | |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | | Imbarco Boarding | Sbarco Unboarding | Imbarco Boarding | Sbarco Unboarding |
| Ancona | Palermo | Napoli | Palermo | Napoli | Palermo |
| | Trapani | Napoli | Palermo | Napoli | Palermo |
| | Agrigento | Napoli | Palermo | Ravenna | Catania |
| | Gela | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Ragusa | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Catania | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Messina | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| | Milazzo | Ravenna | Catania | Ravenna | Catania |
| Civitavecchia | Palermo | Civitavecchia | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| | Trapani | Civitavecchia | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| | Agrigento | Civitavecchia | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| | Gela | Civitavecchia | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| | Ragusa | Civitavecchia | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| | Catania | Civitavecchia | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| | Messina | Civitavecchia | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| | Milazzo | Civitavecchia | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| Roma | Palermo | Napoli | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| | Trapani | Napoli | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| | Agrigento | Napoli | Palermo | Civitavecchia | Palermo |
| | Gela | Napoli | Catania | Napoli | Catania |
| | Ragusa | Napoli | Catania | Napoli | Catania |
| | Catania | Napoli | Catania | Napoli | Catania |
| | Messina | Napoli | Catania | Napoli | Catania |
| | Milazzo | Napoli | Catania | Napoli | Catania |
| Bari | Palermo | Napoli | Palermo | Napoli | Palermo |
| | Trapani | Napoli | Palermo | Napoli | Palermo |
| | Agrigento | Brindisi | Catania | Brindisi | Catania |
| | Gela | Brindisi | Catania | Brindisi | Catania |
| | Ragusa | Brindisi | Catania | Brindisi | Catania |
| | Catania | Brindisi | Catania | Brindisi | Catania |
| | Messina | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |
| | Milazzo | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |
| Cosenza | Palermo | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |
| | Trapani | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |
| | Agrigento | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |
| | Gela | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |

(continua alla pagina seguente)
(to be continued in the next page)

tion in all-road transport. As previously specified in this paper, this is not a real waiting time but it takes into account the fact that maritime transport is not immediately available, at the time desired by the user. Therefore considering the waiting time highly penalizes the intermodal transport.

All-road transport with two drivers (see table 3) instead registers a lower travel time, for nearly all O/D pairs, than intermodal transport, and than, obviously, all-road transport with only one driver. In fact, thanks to the alternation of the two drivers, the amount of time in which the vehicle is stopped is lower. But the monetary cost is higher in the case of all-road transport with two drivers, because the driver, when he is not working, receives the travelling allowance. Also the generalised cost is higher in all-road transport with two drivers than in all-road transport with only one driver, despite a few isolated cases: the difference in the generalised cost due to the lower travel time does not compensate, given the assumed value of time, the increase in the monetary cost due to travelling allowances. But, if a higher value of time is assumed, the convenience of all-road transport with two drivers would increase, until, for a high value of time, it becomes more convenient than all-road transport with only one driver in terms of generalized cost.

However, as previously reported in the paper, transport with two drivers is reasonable only in all-road transport: actually in intermodal accompanied transport it results in high costs, due to the immobilization of two drivers during the voyage instead of one; moreover the distance from the origin city to the boarding port is never so high to justify the need of a second driver.

The optimal path, in terms of generalized cost, has been determined considering, for all-road transport, only the case of one driver: actually this choice is coherent with the intermodal mode choice, in which only one driver has been considered. Moreover, the involvement of a second driver could be rather onerous if the transport company is small, because two staff units are not available for some days. Consequently, in table 3, the results for the all-road alternative with two drivers are reported in italic: for the O-D pairs in which this alternative results the best in terms of travel time or of generalized cost.

In any case the most convenient mode, considering generalized cost, is the intermodal unaccompanied transport. Intermodal unaccompanied transport results the most convenient also considering only the monetary cost. For the unaccompanied intermodal transport, actually, the generalized cost is always less than the generalized cost for the other modes of transport with some O-D exceptions (see table 3). The minor cost of intermodal unaccompanied transport respect to accompanied transport, could be explained by the reasons previously described (minor length of the vehicle, transport of the driver who could also loose working hours). The minor cost of intermodal unaccompanied transport respect to all road transport, could be explained by the fact that the driver has to drive less, only from the origin to the boarding port, and from the unboarding port to the final

POLITICA E ECONOMIA

Il “tutto strada” con singolo autista ha per molte coppie O-D un tempo di viaggio minore rispetto al trasporto intermodale. A questo proposito deve essere ricordato che il trasporto intermodale, nell’analisi svolta, comprende una componente di tempo che non è considerata nel caso del trasporto “tutto strada”, ossia il tempo di attesa. Come detto precedentemente, questo non è un tempo di attesa reale, ma è un tempo che tiene conto del fatto che il servizio marittimo non è immediatamente disponibile all’ora desiderata dall’utente. Chiaramente la considerazione del tempo di attesa penalizza il trasporto intermodale.

Il trasporto “tutto strada” con doppio autista (cfr. tabella 3) ha invece un tempo di viaggio minore per quasi tutte le coppie O/D, rispetto all’intermodale ed anche, ovviamente, rispetto al “tutto strada” con un solo autista. Infatti grazie all’alternanza dei due autisti, i tempi di “fermo” del mezzo sono di gran lunga inferiori. Il costo monetario, però, è superiore rispetto al “tutto strada” con un solo autista, dato che l’autista che non lavora ha comunque diritto all’indennità di trasferta. Anche il costo generalizzato è superiore per il “tutto strada” con due autisti, rispetto al “tutto strada” con un autista tranne che in qualche caso isolato: la differenza in costo generalizzato dovuta al minore tempo di viaggio non compensa, dato il valore monetario del tempo assunto, l’aumento di costo monetario dovuto alla considerazione delle indennità di trasferta. Se, però, si assumesse un valore monetario del tempo più elevato, la convenienza del trasporto “tutto strada” con due autisti aumenterebbe, tanto da poter diventare, per un elevato valore monetario del tempo, più conveniente del trasporto “tutto strada” con un solo autista in termini di costo generalizzato.

Comunque, come riportato precedentemente nell’articolo, il trasporto con doppio autista ha ragione d’essere solo nel caso di trasporto “tutto strada”: nel trasporto intermodale accompagnato infatti comporta costi elevati dovuti all’immobilizzazione di due autisti, anziché uno, durante la traversata, e, in ogni caso, la distanza tra la città di origine e il porto di imbarco non è mai così elevata da giustificare la necessità di un secondo autista.

Il percorso ottimale, in termini di costo generalizzato, è stato determinato considerando, per il trasporto “tutto strada”, il solo caso di un autista. È stata fatta questa scelta per coerenza con la modalità di trasporto intermodale, in cui si considera un solo autista. Per questo motivo, in tabella 3, i risultati nel caso di doppio autista, relativamente alle coppie O/D in cui risultano essere i migliori, dal punto di vista del tempo di viaggio oppure del costo generalizzato, sono stati riportati in corsivo.

In ogni caso il modo di trasporto più conveniente, considerando il costo generalizzato, è quello intermodale non accompagnato. Il trasporto intermodale non accompagnato risulta anche quello più conveniente considerando il solo costo monetario. Per il trasporto non accompagnato, in effetti, il costo generalizzato (ma anche quello monetario) è sempre minore di quello delle altre alternative di trasporto, con l’eccezione di qualche coppia O-D (tabella 3). Questo minore costo del trasporto non accompagnato può essere spiegato: rispetto all’intermodale accompagnato

(dalla precedente pagina - following) TABELLA 2 - TABLE 2

Itinerari di minimo costo per ciascuna coppia O-D nel caso di trasporto intermodale accompagnato e trasporto intermodale non accompagnato. La tabella mette in evidenza i porti di imbarco e di sbarco. Data l’alta quantità di dati, è stata considerata solo una selezione degli itinerari di minimo costo

Minimum cost paths for each O-D pair in accompanied and unaccompanied intermodal transport. The table underlines boarding and unboarding ports. Because of the high amount of data, only a selection of minimum cost paths has been considered

| Origine Origin | Destinazione Destination | Accompagnato Accompanied | | Non accompagnato Unaccompanied | |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | | Imbarco Boarding | Sbarco Unboarding | Imbarco Boarding | Sbarco Unboarding |
| Cosenza | Ragusa | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |
| | Catania | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |
| | Messina | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |
| | Milazzo | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |
| Napoli | Palermo | Napoli | Palermo | Napoli | Palermo |
| | Trapani | Napoli | Palermo | Napoli | Palermo |
| | Agrigento | Napoli | Palermo | Napoli | Palermo |
| | Gela | Napoli | Catania | Napoli | Catania |
| | Ragusa | Napoli | Catania | Napoli | Catania |
| | Catania | Napoli | Catania | Napoli | Catania |
| | Messina | Napoli | Catania | Napoli | Catania |
| | Milazzo | Napoli | Catania | Napoli | Catania |
| Salerno | Palermo | Napoli | Palermo | Napoli | Palermo |
| | Trapani | Napoli | Palermo | Napoli | Palermo |
| | Agrigento | Salerno | Catania | Salerno | Catania |
| | Gela | Salerno | Catania | Salerno | Catania |
| | Ragusa | Salerno | Catania | Salerno | Catania |
| | Catania | Salerno | Catania | Salerno | Catania |
| | Messina | Salerno | Messina | Salerno | Messina |
| | Milazzo | Salerno | Messina | Salerno | Messina |
| Brindisi | Palermo | Brindisi | Catania | Brindisi | Catania |
| | Trapani | Brindisi | Catania | Brindisi | Catania |
| | Agrigento | Brindisi | Catania | Brindisi | Catania |
| | Gela | Brindisi | Catania | Brindisi | Catania |
| | Ragusa | Brindisi | Catania | Brindisi | Catania |
| | Catania | Brindisi | Catania | Brindisi | Catania |
| | Messina | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |
| | Milazzo | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait | Messina Strait |

destination. The O-D pairs for which intermodal unaccompanied transport does not result of minimum cost (table 3), considering the generalized cost, are the departures from: Cosenza and Reggio Calabria (only the result related to Cosenza is reported in the table) to all destinations in Sicily, and from Foggia, Bari, Brindisi, Taranto and Potenza (only the result related to Bari and Brindisi is reported in the table) to Messina and Milazzo. For example, in the case of

POLITICA E ECONOMIA

TABELLA 3 - TABLE 3

Confronto fra i diversi modi di trasporto (intermodale accompagnato, intermodale non accompagnato, “tutto strada” nei due casi di un solo autista e di doppio autista), per ciascuna coppia O-D, in termini di: tempo di viaggio, costo monetario, costo generalizzato. Data l’elevata quantità di dati, sono state considerate solo le origini più rilevanti. Per il calcolo dell’alternativa migliore (ossia quella di valore minimo), indicata in neretto sottolineato, si è fatto riferimento, nel confronto, per il tutto strada allo scenario con un solo autista; per questo i risultati nel caso di doppio autista, quando risultano essere i migliori, sono riportati in corsivo

Comparison among the transport mode considered (intermodal accompanied, intermodal unaccompanied, all-road in the two cases of only one driver and of two drivers), for each O-D pair, in terms of: travel time, monetary cost, generalized cost. Given the high amount of data, only the most relevant origins have been considered. For the calculation of the best alternative (i.e. the alternative of minimum value), shown in underlined bold, we referred, in the comparison, to all-road scenario with only one driver; therefore the results for the scenario with two drivers, when they result to be the best, are reported in italic

| Origine - Origin | Destinazione Destination | Intermodale Intermodal | | | | | | | | Tutto-strada All-road | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------|--|---|------------------------------------|--------|--|---|------------------------------------|-----------|--|---|------------------------------------|-----------|--|---|
| | | Accompagnato Accompanied | | | | Non accompagnato Unaccompanied | | | | Singolo autista One driver | | | | Doppio autista Two drivers | | | |
| | | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato Generalized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato Generalized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato Generalized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato Generalized cost (€) |
| | | ora h | m m | | | ora h | m m | | | ora h | m m | | | ora h | m m | | |
| Trieste | Palermo | 31 | 41 | 2572,63 | 2788,76 | 42 | 36 | 2065,36 | 2355,89 | 45 | 14 | 3399,90 | 3708,39 | <i>31</i> | <i>14</i> | 3525,82 | 3738,83 |
| | Trapani | 33 | 8 | 2779,34 | 3005,35 | 44 | 3 | 2272,06 | 2572,48 | 46 | 29 | 3593,01 | 3910,03 | 32 | 29 | 3718,93 | 3940,47 |
| | Agrigento | 50 | 38 | 2575,26 | 2920,56 | 51 | 38 | 2025,47 | 2377,59 | 46 | 7 | 3480,13 | 3794,65 | 32 | 7 | 3606,05 | 3825,09 |
| | Gela | 50 | 39 | 2546,41 | 2891,84 | 51 | 39 | 1996,62 | 2348,87 | 46 | 8 | 3451,30 | 3765,93 | 32 | 8 | 3577,22 | 3796,37 |
| | Ragusa | 50 | 4 | 2467,74 | 2809,15 | 51 | 4 | 1917,95 | 2266,18 | 45 | 32 | 3372,70 | 3683,24 | 31 | 32 | 3498,62 | 3713,68 |
| | Catania | 48 | 10 | 2248,22 | 2576,74 | 49 | 10 | 1698,43 | 2033,77 | 43 | 39 | 3153,14 | 3450,83 | 29 | 39 | 3235,46 | 3437,67 |
| | Messina | 49 | 32 | 2454,89 | 2792,75 | 50 | 32 | 1905,1 | 2249,78 | 33 | 17 | 2946,45 | 3173,44 | 28 | 17 | 3028,77 | 3221,66 |
| | Milazzo | 50 | 2 | 2525,74 | 2866,94 | 51 | 2 | 1975,95 | 2323,97 | 33 | 56 | 3031,58 | 3263,01 | 28 | 56 | 3113,90 | 3311,23 |
| Venezia | Palermo | 29 | 58 | 2289,82 | 2494,22 | 40 | 53 | 1782,55 | 2061,35 | 43 | 31 | 3117,07 | 3413,85 | 29 | 31 | 3199,39 | 3400,69 |
| | Trapani | 31 | 25 | 2496,53 | 2710,81 | 42 | 20 | 1989,25 | 2277,94 | 44 | 46 | 3310,18 | 3615,49 | 30 | 46 | 3436,10 | 3645,93 |
| | Agrigento | 48 | 55 | 2292,45 | 2626,02 | 49 | 55 | 1742,66 | 2083,05 | 44 | 23 | 3197,42 | 3500,11 | 30 | 23 | 3323,34 | 3530,55 |
| | Gela | 48 | 56 | 2263,6 | 2597,3 | 49 | 56 | 1713,81 | 2054,33 | 44 | 25 | 3168,47 | 3471,39 | 30 | 25 | 3294,39 | 3501,83 |
| | Ragusa | 48 | 20 | 2184,93 | 2514,61 | 49 | 20 | 1635,14 | 1971,64 | 43 | 49 | 3089,87 | 3388,7 | 29 | 49 | 3172,19 | 3375,54 |
| | Catania | 46 | 27 | 1965,41 | 2282,2 | 47 | 27 | 1415,62 | 1739,23 | 32 | 56 | 2870,30 | 3094,91 | 27 | 56 | 2952,62 | 3143,13 |
| | Messina | 47 | 49 | 2172,08 | 2498,21 | 48 | 49 | 1622,29 | 1955,24 | 30 | 34 | 2663,62 | 2872,08 | 17 | 34 | 2729,66 | 2849,46 |
| | Milazzo | 48 | 19 | 2242,93 | 2572,4 | 49 | 19 | 1693,14 | 2029,43 | 32 | 13 | 2748,75 | 2968,47 | 27 | 13 | 2831,07 | 3016,69 |
| Milano | Palermo | 29 | 44 | 2222,68 | 2425,44 | 30 | 44 | 1697,48 | 1907,06 | 44 | 8 | 3205,83 | 3506,82 | 30 | 8 | 3331,75 | 3537,26 |
| | Trapani | 31 | 11 | 2429,38 | 2642,03 | 32 | 11 | 1904,18 | 2123,65 | 45 | 23 | 3398,95 | 3708,46 | 31 | 23 | 3524,87 | 3738,9 |
| | Agrigento | 47 | 4 | 2384,12 | 2705,14 | 48 | 4 | 1786,31 | 2114,15 | 45 | 1 | 3286,07 | 3593,08 | 31 | 1 | 3411,99 | 3623,52 |
| | Gela | 47 | 5 | 2355,27 | 2676,42 | 48 | 5 | 1757,46 | 2085,43 | 45 | 2 | 3257,23 | 3564,36 | 31 | 2 | 3383,15 | 3594,8 |
| | Ragusa | 46 | 30 | 2276,6 | 2593,73 | 47 | 30 | 1678,79 | 2002,74 | 44 | 27 | 3178,52 | 3481,67 | 30 | 27 | 3304,44 | 3512,11 |
| | Catania | 44 | 37 | 2057,08 | 2361,32 | 45 | 37 | 1459,27 | 1770,33 | 33 | 34 | 2958,96 | 3187,88 | 28 | 34 | 3041,28 | 3236,1 |
| | Messina | 45 | 59 | 2263,75 | 2577,33 | 46 | 59 | 1665,94 | 1986,34 | 32 | 11 | 2752,38 | 2971,87 | 27 | 11 | 2834,70 | 3020,09 |
| | Milazzo | 46 | 28 | 2334,59 | 2651,52 | 47 | 28 | 1736,78 | 2060,53 | 32 | 50 | 2837,52 | 3061,44 | 27 | 50 | 2919,84 | 3109,66 |
| Verona | Palermo | 29 | 40 | 2235,38 | 2437,66 | 40 | 34 | 1728,1 | 2004,79 | 43 | 12 | 3062,67 | 3357,29 | 29 | 12 | 3144,99 | 3344,13 |
| | Trapani | 31 | 7 | 2442,08 | 2654,25 | 42 | 1 | 1934,8 | 2221,38 | 44 | 27 | 3255,78 | 3558,93 | 30 | 27 | 3381,70 | 3589,37 |
| | Agrigento | 48 | 52 | 2282,25 | 2615,48 | 49 | 52 | 1732,46 | 2072,51 | 44 | 5 | 3142,90 | 3443,55 | 30 | 5 | 3268,82 | 3473,99 |
| | Gela | 48 | 53 | 2253,4 | 2586,76 | 49 | 53 | 1703,61 | 2043,79 | 44 | 6 | 3114,07 | 3414,83 | 30 | 6 | 3239,99 | 3445,27 |
| | Ragusa | 48 | 17 | 2174,73 | 2504,07 | 49 | 17 | 1624,94 | 1961,1 | 43 | 31 | 3035,36 | 3332,14 | 29 | 31 | 3117,68 | 3318,98 |
| | Catania | 46 | 24 | 1955,21 | 2271,66 | 47 | 24 | 1405,42 | 1728,69 | 32 | 37 | 2815,90 | 3038,35 | 27 | 37 | 2898,22 | 3086,57 |
| | Messina | 47 | 46 | 2161,88 | 2487,67 | 48 | 46 | 1612,09 | 1944,7 | 30 | 15 | 2609,22 | 2815,52 | 17 | 15 | 2675,26 | 2792,9 |
| | Milazzo | 48 | 16 | 2232,73 | 2561,86 | 49 | 16 | 1682,94 | 2018,89 | 30 | 54 | 2694,35 | 2905,09 | 17 | 54 | 2760,39 | 2882,47 |

(continua alla pagina seguente)
(to be continued in the next page)

POLITICA E ECONOMIA

(dalla precedente pagina - following) TABELLA 3 - TABLE 3

Confronto fra i diversi modi di trasporto (intermodale accompagnato, intermodale non accompagnato, “tutto strada” nei due casi di un solo autista e di doppio autista), per ciascuna coppia O-D, in termini di: tempo di viaggio, costo monetario, costo generalizzato. Data l’elevata quantità di dati, sono state considerate solo le origini più rilevanti. Per il calcolo dell’alternativa migliore (ossia quella di valore minimo), indicata in neretto sottolineato, si è fatto riferimento, nel confronto, per il tutto strada allo scenario con un solo autista; per questo i risultati nel caso di doppio autista, quando risultano essere i migliori, sono riportati in corsivo

Comparison among the transport mode considered (intermodal accompanied, intermodal unaccompanied, all-road in the two cases of only one driver and of two drivers), for each O-D pair, in terms of: travel time, monetary cost, generalized cost. Given the high amount of data, only the most relevant origins have been considered. For the calculation of the best alternative (i.e. the alternative of minimum value), shown in underlined bold, we referred, in the comparison, to all-road scenario with only one driver; therefore the results for the scenario with two drivers, when they result to be the best, are reported in italic

| Origine - Origin | Destinazione Destination | Intermodale Intermodal | | | | | | | Tutto-strada All-road | | | | | | |
|------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------|---|---|------------------------------------|----|---|---|------------------------------------|-----------|---|---|---|---|
| | | Accompagnato Accompanied | | | Non accompagnato Unaccompanied | | | | Singolo autista One driver | | | Doppio autista Two drivers | | | |
| | | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) |
| | | ora h | m | | | ora h | m | | | ora h | m | | | ora h | m |
| Torino | Palermo | 30 | 9 | 2287,23 | 2492,85 | 31 | 9 | 1762,03 | 1974,47 | 45 | 30 | 3395,40 | 3705,71 | 31 | 30 |
| | Trapani | 31 | 36 | 2493,93 | 2709,44 | 32 | 36 | 1968,73 | 2191,06 | 46 | 45 | 3588,52 | 3907,35 | 32 | 45 |
| | Agrigento | 47 | 29 | 2448,67 | 2772,55 | 48 | 29 | 1850,86 | 2181,56 | 46 | 23 | 3475,64 | 3791,97 | 32 | 23 |
| | Gela | 47 | 31 | 2419,81 | 2743,83 | 48 | 31 | 1822 | 2152,84 | 46 | 24 | 3446,80 | 3763,25 | 32 | 24 |
| | Ragusa | 46 | 55 | 2341,15 | 2661,14 | 47 | 55 | 1743,34 | 2070,15 | 45 | 49 | 3368,09 | 3680,56 | 31 | 49 |
| | Catania | 45 | 2 | 2121,63 | 2428,73 | 46 | 2 | 1523,82 | 1837,74 | 43 | 55 | 3148,64 | 3448,15 | 29 | 55 |
| | Messina | 46 | 24 | 2328,29 | 2644,74 | 47 | 24 | 1730,48 | 2053,75 | 33 | 33 | 2941,95 | 3170,76 | 28 | 33 |
| | Milazzo | 46 | 53 | 2399,14 | 2718,93 | 47 | 53 | 1801,33 | 2127,94 | 43 | 12 | 3027,09 | 3321,71 | 29 | 12 |
| Bologna | Palermo | 28 | 3 | 1973,3 | 2164,6 | 38 | 58 | 1466,02 | 1731,73 | 32 | 35 | 2800,63 | 3022,85 | 27 | 35 |
| | Trapani | 29 | 30 | 2180 | 2381,19 | 40 | 25 | 1672,72 | 1948,32 | 33 | 50 | 2993,75 | 3224,49 | 28 | 50 |
| | Agrigento | 47 | 7 | 1994,77 | 2316,13 | 48 | 7 | 1444,98 | 1773,16 | 33 | 28 | 2880,87 | 3109,11 | 28 | 28 |
| | Gela | 47 | 8 | 1965,92 | 2287,41 | 48 | 8 | 1416,13 | 1744,44 | 33 | 29 | 2852,03 | 3080,39 | 28 | 29 |
| | Ragusa | 46 | 33 | 1887,25 | 2204,72 | 47 | 33 | 1337,46 | 1661,75 | 32 | 54 | 2773,32 | 2997,7 | 27 | 54 |
| | Catania | 44 | 40 | 1667,73 | 1972,31 | 45 | 40 | 1117,94 | 1429,34 | 30 | 1 | 2553,76 | 2758,47 | 17 | 1 |
| | Messina | 46 | 2 | 1874,4 | 2188,32 | 47 | 2 | 1324,61 | 1645,35 | 28 | 38 | 2347,18 | 2542,46 | 15 | 38 |
| | Milazzo | 46 | 31 | 1945,24 | 2262,51 | 47 | 31 | 1395,45 | 1719,54 | 29 | 17 | 2432,32 | 2632,03 | 16 | 17 |
| Genova | Palermo | 27 | 43 | 1918,48 | 2107,46 | 28 | 43 | 1393,28 | 1589,08 | 43 | 23 | 3039,17 | 3335,04 | 29 | 23 |
| | Trapani | 29 | 10 | 2125,18 | 2324,05 | 30 | 10 | 1599,98 | 1805,67 | 44 | 38 | 3232,28 | 3536,68 | 30 | 38 |
| | Agrigento | 45 | 3 | 2079,92 | 2387,16 | 46 | 3 | 1482,11 | 1796,17 | 44 | 16 | 3119,40 | 3421,3 | 30 | 16 |
| | Gela | 45 | 4 | 2051,06 | 2358,44 | 46 | 4 | 1453,25 | 1767,45 | 44 | 17 | 3090,57 | 3392,58 | 30 | 17 |
| | Ragusa | 44 | 29 | 1972,4 | 2275,75 | 45 | 29 | 1374,59 | 1684,76 | 43 | 42 | 3011,86 | 3309,89 | 29 | 42 |
| | Catania | 42 | 35 | 1752,88 | 2043,34 | 43 | 35 | 1155,07 | 1452,35 | 32 | 49 | 2792,29 | 3016,1 | 27 | 49 |
| | Messina | 43 | 58 | 1959,54 | 2259,35 | 44 | 58 | 1361,73 | 1668,36 | 30 | 26 | 2585,71 | 2793,27 | 17 | 26 |
| | Milazzo | 44 | 27 | 2030,39 | 2333,54 | 45 | 27 | 1432,58 | 1742,55 | 32 | 5 | 2670,85 | 2889,66 | 27 | 5 |
| Ravenna | Palermo | 46 | 15 | 1853,94 | 2169,36 | 47 | 15 | 1350,73 | 1672,97 | 32 | 21 | 2699,20 | 2919,83 | 27 | 21 |
| | Trapani | 47 | 30 | 2062 | 2385,95 | 48 | 30 | 1543,84 | 1874,61 | 33 | 36 | 2892,32 | 3121,47 | 28 | 36 |
| | Agrigento | 45 | 49 | 1812,37 | 2124,86 | 46 | 49 | 1262,58 | 1581,89 | 33 | 14 | 2779,44 | 3006,09 | 28 | 14 |
| | Gela | 45 | 50 | 1783,51 | 2096,14 | 46 | 50 | 1233,72 | 1553,17 | 33 | 15 | 2750,61 | 2977,37 | 28 | 15 |
| | Ragusa | 45 | 15 | 1704,85 | 2013,45 | 46 | 15 | 1155,06 | 1470,48 | 32 | 40 | 2671,89 | 2894,68 | 27 | 40 |
| | Catania | 43 | 22 | 1485,32 | 1781,04 | 44 | 22 | 935,53 | 1238,07 | 29 | 46 | 2452,44 | 2655,45 | 16 | 46 |
| | Messina | 44 | 44 | 1691,99 | 1997,05 | 45 | 44 | 1142,2 | 1454,08 | 28 | 24 | 2245,75 | 2439,44 | 15 | 24 |
| | Milazzo | 45 | 13 | 1762,84 | 2071,24 | 46 | 13 | 1213,05 | 1528,27 | 29 | 3 | 2330,89 | 2529,01 | 16 | 3 |

(continua alla pagina seguente)
(to be continued in the next page)

POLITICA E ECONOMIA

(dalla precedente pagina - following) TABELLA 3 - TABLE 3

Confronto fra i diversi modi di trasporto (intermodale accompagnato, intermodale non accompagnato, “tutto strada” nei due casi di un solo autista e di doppio autista), per ciascuna coppia O-D, in termini di: tempo di viaggio, costo monetario, costo generalizzato. Data l’elevata quantità di dati, sono state considerate solo le origini più rilevanti. Per il calcolo dell’alternativa migliore (ossia quella di valore minimo), indicata in neretto sottolineato, si è fatto riferimento, nel confronto, per il tutto strada allo scenario con un solo autista; per questo i risultati nel caso di doppio autista, quando risultano essere i migliori, sono riportati in corsivo

Comparison among the transport mode considered (intermodal accompanied, intermodal unaccompanied, all-road in the two cases of only one driver and of two drivers), for each O-D pair, in terms of: travel time, monetary cost, generalized cost. Given the high amount of data, only the most relevant origins have been considered. For the calculation of the best alternative (i.e. the alternative of minimum value), shown in underlined bold, we referred, in the comparison, to all-road scenario with only one driver; therefore the results for the scenario with two drivers, when they result to be the best, are reported in italic

| Origine - Origin | Destinazione Destination | Intermodale Intermodal | | | | | | | | Tutto-strada All-road | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------|------------------------------------|--------|---|---|------------------------------------|--------|---|---|------------------------------------|--------|---|---|---|----------|---------|---------|
| | | Accompagnato Accompanied | | | | Non accompagnato Unaccompanied | | | | Singolo autista One driver | | | | Doppio autista Two drivers | | | |
| | | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) | | | |
| | | ora h | m m | | | ora h | m m | | | ora h | m m | | | | ora h | m m | |
| Firenze | Palermo | 26 | 50 | 1786,94 | 1969,99 | 37 | 45 | 1279,67 | 1537,12 | 30 | 17 | 2589,20 | 2795,73 | 17 | 17 | 2655,24 | 2773,11 |
| | Trapani | 28 | 17 | 1993,64 | 2186,58 | 39 | 12 | 1486,37 | 1753,71 | 32 | 32 | 2782,31 | 3004,19 | 27 | 32 | 2864,63 | 3052,41 |
| | Agrigento | 29 | 26 | 2133,44 | 2334,15 | 40 | 20 | 1626,16 | 1901,28 | 32 | 10 | 2669,43 | 2888,81 | 27 | 10 | 2751,75 | 2937,03 |
| | Gela | 48 | 36 | 2098,28 | 2429,73 | 49 | 36 | 1630,35 | 1968,62 | 32 | 11 | 2640,60 | 2860,09 | 27 | 11 | 2722,92 | 2908,31 |
| | Ragusa | 48 | 1 | 2019,61 | 2347,04 | 49 | 1 | 1551,68 | 1885,93 | 30 | 36 | 2561,89 | 2770,58 | 17 | 36 | 2627,93 | 2747,96 |
| | Catania | 46 | 7 | 1800,09 | 2114,63 | 47 | 7 | 1332,16 | 1653,52 | 38 | 43 | 2274,12 | 2538,17 | 15 | 43 | 2340,16 | 2447,35 |
| | Messina | 47 | 29 | 1909,62 | 2233,5 | 48 | 29 | 1538,83 | 1869,53 | 27 | 20 | 2135,75 | 2322,16 | 14 | 20 | 2201,79 | 2299,54 |
| | Milazzo | 47 | 59 | 1995,85 | 2323,07 | 48 | 59 | 1609,68 | 1943,72 | 27 | 59 | 2220,88 | 2411,73 | 14 | 59 | 2286,92 | 2389,11 |
| Livorno | Palermo | 25 | 41 | 1619,33 | 1794,47 | 36 | 40 | 1124,47 | 1374,56 | 32 | 11 | 2657,80 | 2877,29 | 27 | 11 | 2740,12 | 2925,51 |
| | Trapani | 27 | 8 | 1826,03 | 2011,06 | 38 | 7 | 1331,17 | 1591,15 | 33 | 26 | 2850,91 | 3078,93 | 28 | 26 | 2933,23 | 3127,15 |
| | Agrigento | 28 | 16 | 1965,83 | 2158,63 | 39 | 16 | 1470,97 | 1738,72 | 33 | 4 | 2738,04 | 2963,55 | 28 | 4 | 2820,36 | 3011,77 |
| | Gela | 29 | 32 | 2116,46 | 2317,85 | 40 | 31 | 1621,59 | 1897,94 | 33 | 5 | 2709,20 | 2934,83 | 28 | 5 | 2791,52 | 2983,05 |
| | Ragusa | 27 | 40 | 2156,75 | 2345,46 | 28 | 40 | 1631,55 | 1827,08 | 32 | 29 | 2630,60 | 2852,14 | 27 | 29 | 2712,92 | 2900,36 |
| | Catania | 25 | 47 | 1937,23 | 2113,05 | 26 | 47 | 1412,03 | 1594,67 | 29 | 36 | 2411,04 | 2612,91 | 16 | 36 | 2477,08 | 2590,29 |
| | Messina | 28 | 38 | 2072,78 | 2268,04 | 29 | 38 | 1618,7 | 1810,68 | 28 | 14 | 2204,35 | 2396,9 | 15 | 14 | 2270,39 | 2374,28 |
| | Milazzo | 28 | 23 | 2022,44 | 2215,99 | 39 | 22 | 1527,58 | 1796,08 | 28 | 53 | 2289,49 | 2486,47 | 15 | 53 | 2355,53 | 2463,85 |
| Ancona | Palermo | 20 | 44 | 1935,86 | 2077,31 | 21 | 44 | 1607,35 | 1755,62 | 29 | 56 | 2524,12 | 2728,27 | 16 | 56 | 2590,16 | 2705,65 |
| | Trapani | 22 | 11 | 2142,56 | 2293,9 | 23 | 11 | 1814,05 | 1972,21 | 32 | 11 | 2717,24 | 2936,73 | 27 | 11 | 2799,56 | 2984,95 |
| | Agrigento | 48 | 11 | 2112,88 | 2441,47 | 49 | 11 | 1603,44 | 1938,85 | 30 | 49 | 2604,36 | 2814,53 | 17 | 49 | 2670,40 | 2791,91 |
| | Gela | 48 | 12 | 2124,38 | 2453,1 | 49 | 12 | 1574,59 | 1910,13 | 30 | 50 | 2575,53 | 2785,81 | 17 | 50 | 2641,57 | 2763,19 |
| | Ragusa | 47 | 37 | 2045,71 | 2370,41 | 48 | 37 | 1495,92 | 1827,44 | 30 | 15 | 2496,82 | 2703,12 | 17 | 15 | 2562,86 | 2680,5 |
| | Catania | 45 | 43 | 1826,19 | 2138 | 46 | 43 | 1276,4 | 1595,03 | 28 | 22 | 2277,25 | 2470,71 | 15 | 22 | 2343,29 | 2448,09 |
| | Messina | 47 | 5 | 1844,89 | 2166,04 | 48 | 5 | 1483,07 | 1811,04 | 26 | 59 | 2070,67 | 2254,7 | 13 | 59 | 2136,71 | 2232,08 |
| | Milazzo | 47 | 35 | 1931,11 | 2255,61 | 48 | 35 | 1553,91 | 1885,23 | 27 | 38 | 2155,81 | 2344,27 | 14 | 38 | 2221,85 | 2321,65 |
| Civitavecchia | Palermo | 22 | 14 | 1147,55 | 1299,23 | 23 | 14 | 792,54 | 951,04 | 28 | 6 | 2224,91 | 2416,55 | 15 | 6 | 2290,95 | 2393,93 |
| | Trapani | 23 | 41 | 1354,25 | 1515,82 | 24 | 41 | 999,24 | 1167,63 | 29 | 21 | 2418,02 | 2618,19 | 16 | 21 | 2484,06 | 2595,57 |
| | Agrigento | 24 | 50 | 1494,05 | 1663,39 | 25 | 50 | 1139,04 | 1315,2 | 28 | 59 | 2305,14 | 2502,81 | 15 | 59 | 2371,18 | 2480,19 |
| | Gela | 26 | 5 | 1644,68 | 1822,61 | 27 | 5 | 1289,67 | 1474,42 | 29 | 0 | 2276,31 | 2474,09 | 16 | 0 | 2342,35 | 2451,47 |
| | Ragusa | 26 | 38 | 1743,42 | 1925,1 | 27 | 38 | 1388,41 | 1576,91 | 28 | 25 | 2197,60 | 2391,4 | 15 | 25 | 2263,64 | 2368,78 |
| | Catania | 25 | 8 | 1562,74 | 1734,13 | 26 | 8 | 1207,73 | 1385,94 | 26 | 31 | 1978,15 | 2158,99 | 13 | 31 | 2044,19 | 2136,37 |
| | Messina | 25 | 11 | 1601 | 1772,8 | 26 | 11 | 1245,99 | 1424,61 | 24 | 9 | 1771,46 | 1936,16 | 12 | 9 | 1837,50 | 1920,36 |
| | Milazzo | 24 | 56 | 1550,66 | 1720,75 | 25 | 56 | 1195,65 | 1372,56 | 24 | 48 | 1856,59 | 2025,73 | 12 | 48 | 1922,63 | 2009,93 |

(continua alla pagina seguente)
(to be continued in the next page)

POLITICA E ECONOMIA

(dalla precedente pagina - following) TABELLA 3 - TABLE 3

Confronto fra i diversi modi di trasporto (intermodale accompagnato, intermodale non accompagnato, “tutto strada” nei due casi di un solo autista e di doppio autista), per ciascuna coppia O-D, in termini di: tempo di viaggio, costo monetario, costo generalizzato. Data l’elevata quantità di dati, sono state considerate solo le origini più rilevanti. Per il calcolo dell’alternativa migliore (ossia quella di valore minimo), indicata in neretto sottolineato, si è fatto riferimento, nel confronto, per il tutto strada allo scenario con un solo autista; per questo i risultati nel caso di doppio autista, quando risultano essere i migliori, sono riportati in corsivo

Comparison among the transport mode considered (intermodal accompanied, intermodal unaccompanied, all-road in the two cases of only one driver and of two drivers), for each O-D pair, in terms of: travel time, monetary cost, generalized cost. Given the high amount of data, only the most relevant origins have been considered. For the calculation of the best alternative (i.e. the alternative of minimum value), shown in underlined bold, we referred, in the comparison, to all-road scenario with only one driver; therefore the results for the scenario with two drivers, when they result to be the best, are reported in italic

| Origine - Origin | Destinazione Destination | Intermodale Intermodal | | | | | | | | Tutto-strada All-road | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------|---|---|------------------------------------|----|---|---|------------------------------------|-----------|---|---|------------------------------------|-----------|---|---|
| | | Accompagnato Accompanied | | | | Non accompagnato Unaccompanied | | | | Singolo autista One driver | | | | Doppio autista Two drivers | | | |
| | | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato General- ized cost (€) |
| | | ora h | m | | | ora h | m | | | ora h | m | | | ora h | m | | |
| Roma | Palermo | 17 | 6 | 1381,55 | 1498,17 | 24 | 45 | 995,29 | 1164,08 | 27 | 9 | 2056,66 | 2241,82 | 14 | 9 | 2122,70 | 2219,2 |
| | Trapani | 18 | 33 | 1588,25 | 1714,76 | 26 | 12 | 1201,99 | 1380,67 | 28 | 24 | 2249,77 | 2443,46 | 15 | 24 | 2315,81 | 2420,84 |
| | Agrigento | 19 | 41 | 1728,04 | 1862,33 | 27 | 20 | 1341,78 | 1528,24 | 28 | 2 | 2136,89 | 2328,08 | 15 | 2 | 2202,93 | 2305,46 |
| | Gela | 22 | 14 | 1724,21 | 1875,82 | 23 | 14 | 1380,48 | 1538,91 | 28 | 3 | 2108,06 | 2299,36 | 15 | 3 | 2174,10 | 2276,74 |
| | Ragusa | 21 | 38 | 1645,55 | 1793,13 | 22 | 38 | 1301,82 | 1456,22 | 27 | 28 | 2029,35 | 2216,67 | 14 | 28 | 2095,39 | 2194,05 |
| | Catania | 19 | 45 | 1426,03 | 1560,72 | 20 | 45 | 1082,3 | 1223,81 | 24 | 34 | 1809,90 | 1977,44 | 12 | 34 | 1875,94 | 1961,64 |
| | Messina | 21 | 7 | 1535,55 | 1679,59 | 22 | 7 | 1288,96 | 1439,82 | 23 | 12 | 1603,21 | 1761,43 | 11 | 12 | 1646,81 | 1723,19 |
| | Milazzo | 21 | 37 | 1621,78 | 1769,16 | 22 | 37 | 1359,81 | 1514,01 | 23 | 51 | 1688,34 | 1851 | 11 | 51 | 1731,94 | 1812,76 |
| Bari | Palermo | 17 | 26 | 1467,18 | 1586,05 | 18 | 26 | 1138,67 | 1264,36 | 23 | 8 | 1592,53 | 1750,3 | 11 | 8 | 1636,13 | 1712,06 |
| | Trapani | 18 | 53 | 1673,88 | 1802,64 | 19 | 53 | 1345,37 | 1480,95 | 24 | 23 | 1785,65 | 1951,94 | 12 | 23 | 1851,69 | 1936,14 |
| | Agrigento | 29 | 42 | 1672,81 | 1754,72 | 30 | 42 | 1398,83 | 1608,2 | 24 | 1 | 1672,77 | 1836,56 | 12 | 1 | 1738,81 | 1820,76 |
| | Gela | 29 | 43 | 1643,96 | 1726 | 30 | 43 | 1369,97 | 1579,48 | 24 | 2 | 1643,93 | 1807,84 | 12 | 2 | 1709,97 | 1792,04 |
| | Ragusa | 29 | 8 | 1565,29 | 1643,31 | 30 | 8 | 1291,3 | 1496,79 | 23 | 26 | 1565,33 | 1725,15 | 11 | 26 | 1608,93 | 1686,91 |
| | Catania | 27 | 14 | 1345,77 | 1410,9 | 28 | 14 | 1071,78 | 1264,38 | 11 | 33 | 1345,77 | 1424,54 | 9 | 33 | 1389,37 | 1454,5 |
| | Messina | 31 | 10 | 1169,27 | 1384,33 | 32 | 10 | 1282,34 | 1504,33 | 10 | 11 | 1139,08 | 1208,53 | 8 | 11 | 1182,68 | 1238,49 |
| | Milazzo | 32 | 0 | 1282,39 | 1501,77 | 33 | 0 | 1370,41 | 1598,77 | 10 | 50 | 1224,22 | 1298,1 | 8 | 50 | 1267,82 | 1328,06 |
| Brindisi | Palermo | 10 | 52 | 1555,96 | 1630,43 | 29 | 31 | 1258,31 | 1459,64 | 22 | 55 | 1555,98 | 1712,27 | 10 | 55 | 1599,58 | 1674,03 |
| | Trapani | 12 | 19 | 1749,07 | 1832,07 | 30 | 46 | 1451,43 | 1661,28 | 24 | 10 | 1749,09 | 1913,91 | 12 | 10 | 1815,13 | 1898,11 |
| | Agrigento | 28 | 5 | 1525,12 | 1716,69 | 29 | 5 | 1170,17 | 1368,56 | 23 | 48 | 1636,21 | 1798,53 | 11 | 48 | 1679,81 | 1760,29 |
| | Gela | 28 | 7 | 1496,26 | 1687,97 | 29 | 7 | 1141,31 | 1339,84 | 23 | 49 | 1607,38 | 1769,81 | 11 | 49 | 1650,98 | 1731,57 |
| | Ragusa | 27 | 31 | 1417,59 | 1605,28 | 28 | 31 | 1062,64 | 1257,15 | 23 | 14 | 1528,67 | 1687,12 | 11 | 14 | 1572,27 | 1648,88 |
| | Catania | 25 | 38 | 1198,07 | 1372,87 | 26 | 38 | 843,12 | 1024,74 | 11 | 20 | 1309,22 | 1386,51 | 9 | 20 | 1352,82 | 1416,47 |
| | Messina | 29 | 58 | 1173,37 | 1374,56 | 30 | 58 | 1286,44 | 1494,56 | 8 | 58 | 1102,53 | 1163,68 | 7 | 58 | 1146,13 | 1200,46 |
| | Milazzo | 30 | 37 | 1274,62 | 1480,81 | 31 | 37 | 1364,69 | 1577,81 | 10 | 37 | 1187,66 | 1260,07 | 8 | 37 | 1231,26 | 1290,03 |
| Napoli | Palermo | 14 | 4 | 924,92 | 1020,81 | 15 | 4 | 596,41 | 699,12 | 23 | 16 | 1619,26 | 1777,94 | 11 | 16 | 1662,86 | 1739,7 |
| | Trapani | 15 | 31 | 1131,62 | 1237,4 | 16 | 31 | 803,11 | 915,71 | 24 | 31 | 1812,38 | 1979,58 | 12 | 31 | 1878,42 | 1963,78 |
| | Agrigento | 16 | 39 | 1271,42 | 1384,97 | 17 | 39 | 942,91 | 1063,28 | 24 | 9 | 1699,50 | 1864,2 | 12 | 9 | 1765,54 | 1848,4 |
| | Gela | 19 | 11 | 1267,58 | 1398,46 | 20 | 11 | 923,85 | 1061,55 | 24 | 10 | 1670,66 | 1835,48 | 12 | 10 | 1736,70 | 1819,68 |
| | Ragusa | 18 | 36 | 1188,92 | 1315,77 | 19 | 36 | 845,19 | 978,86 | 23 | 35 | 1591,95 | 1752,79 | 11 | 35 | 1635,55 | 1714,55 |
| | Catania | 16 | 43 | 969,4 | 1083,36 | 17 | 43 | 625,67 | 746,45 | 11 | 41 | 1372,50 | 1452,18 | 9 | 41 | 1416,10 | 1482,14 |
| | Messina | 18 | 5 | 1099,22 | 1222,53 | 19 | 5 | 832,33 | 962,46 | 10 | 19 | 1165,81 | 1236,17 | 8 | 19 | 1209,41 | 1266,13 |
| | Milazzo | 18 | 34 | 1185,45 | 1312,1 | 19 | 34 | 903,18 | 1036,65 | 10 | 58 | 1250,95 | 1325,74 | 8 | 58 | 1294,55 | 1355,7 |

(continua alla pagina seguente)
(to be continued in the next page)

POLITICA E ECONOMIA

(dalla precedente pagina - following) TABELLA 3 - TABLE 3

Confronto fra i diversi modi di trasporto (intermodale accompagnato, intermodale non accompagnato, “tutto strada” nei due casi di un solo autista e di doppio autista), per ciascuna coppia O-D, in termini di: tempo di viaggio, costo monetario, costo generalizzato. Data l’elevata quantità di dati, sono state considerate solo le origini più rilevanti. Per il calcolo dell’alternativa migliore (ossia quella di valore minimo), indicata in neretto sottolineato, si è fatto riferimento, nel confronto, per il tutto strada allo scenario con un solo autista; per questo i risultati nel caso di doppio autista, quando risultano essere i migliori, sono riportati in corsivo

Comparison among the transport mode considered (intermodal accompanied, intermodal unaccompanied, all-road in the two cases of only one driver and of two drivers), for each O-D pair, in terms of: travel time, monetary cost, generalized cost. Given the high amount of data, only the most relevant origins have been considered. For the calculation of the best alternative (i.e. the alternative of minimum value), shown in underlined bold, we referred, in the comparison, to all-road scenario with only one driver; therefore the results for the scenario with two drivers, when they result to be the best, are reported in italic

| Origine - Origin | Destinazione Destination | Intermodale Intermodal | | | | | | | Tutto-strada All-road | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------|---|--|------------------------------------|--------|---|--|------------------------------------|-----------|---|--|-----------|-----------|---------|---------------|
| | | Accompagnato Accompanied | | | Non accompagnato Unaccompanied | | | | Singolo autista One driver | | | Doppio autista Two drivers | | | | | |
| | | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato Generalized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato Generalized cost (€) | Tempo viaggio Travel time | | Costo monetario Monetary cost (€) | Costo gene- ralizzato Generalized cost (€) | | | | |
| | | ora h | m m | | | ora h | m m | | | ora h | m m | | | | | | |
| Salerno | Palermo | <u>14</u> | <u>47</u> | 1033,48 | 1134,35 | 15 | 47 | <u>704,97</u> | <u>812,66</u> | 22 | 38 | 1519,26 | 1673,62 | <u>10</u> | <u>38</u> | 1562,86 | 1635,38 |
| | Trapani | <u>16</u> | <u>14</u> | 1240,18 | 1350,94 | 17 | 14 | <u>911,67</u> | <u>1029,25</u> | 23 | 53 | 1712,38 | 1875,26 | <u>11</u> | <u>53</u> | 1755,98 | 1837,02 |
| | Agrigento | <u>21</u> | <u>14</u> | 1230,06 | 1374,92 | 22 | 14 | <u>936,36</u> | <u>1088,04</u> | 23 | 31 | 1599,50 | 1759,88 | <u>11</u> | <u>31</u> | 1643,10 | 1721,64 |
| | Gela | <u>21</u> | <u>16</u> | 1201,21 | 1346,2 | 22 | 16 | <u>907,51</u> | <u>1059,32</u> | 23 | 32 | 1570,66 | 1731,16 | <u>11</u> | <u>32</u> | 1614,26 | 1692,92 |
| | Ragusa | <u>20</u> | <u>40</u> | 1122,54 | 1263,51 | 21 | 40 | <u>828,84</u> | <u>976,63</u> | 22 | 57 | 1491,95 | 1648,47 | <u>10</u> | <u>57</u> | 1535,55 | 1610,23 |
| | Catania | <u>18</u> | <u>47</u> | 903,02 | 1031,1 | 19 | 47 | <u>609,32</u> | <u>744,22</u> | 11 | 4 | 1272,39 | 1347,86 | <u>9</u> | <u>4</u> | 1315,99 | 1377,82 |
| | Messina | <u>20</u> | <u>9</u> | 980,79 | 1118,21 | 21 | 9 | <u>815,99</u> | <u>960,23</u> | 8 | 41 | 1065,81 | 1125,03 | <u>7</u> | <u>41</u> | 1109,41 | 1161,81 |
| | Milazzo | <u>20</u> | <u>38</u> | 1067,02 | 1207,78 | 21 | 38 | <u>886,84</u> | <u>1034,42</u> | 10 | 20 | 1150,95 | 1221,42 | <u>8</u> | <u>20</u> | 1194,55 | 1251,38 |
| Cosenza | Palermo | 22 | 10 | 1913,22 | 2065,87 | 23 | 10 | 2026,28 | 2185,87 | <u>8</u> | <u>4</u> | 1040,86 | <u>1095,87</u> | <u>7</u> | <u>4</u> | 1084,46 | 1132,65 |
| | Trapani | 23 | 35 | 2139,74 | 2299,33 | 24 | 35 | 2252,81 | 2419,33 | <u>10</u> | <u>19</u> | 1233,97 | <u>1304,33</u> | <u>8</u> | <u>19</u> | 1277,57 | 1334,29 |
| | Agrigento | 24 | 57 | 2010,61 | 2177,13 | 25 | 57 | 2123,67 | 2297,13 | <u>8</u> | <u>57</u> | 1121,09 | <u>1182,13</u> | <u>7</u> | <u>57</u> | 1164,69 | 1218,91 |
| | Gela | 25 | 20 | 2619,61 | 2793,41 | 26 | 20 | 2732,68 | 2913,41 | <u>8</u> | <u>58</u> | 1092,26 | <u>1153,41</u> | <u>7</u> | <u>58</u> | 1135,86 | 1190,19 |
| | Ragusa | 29 | 23 | 2634,87 | 2835,72 | 30 | 23 | 2747,94 | 2955,72 | <u>8</u> | <u>23</u> | 1013,55 | <u>1070,72</u> | <u>7</u> | <u>23</u> | 1057,15 | 1107,5 |
| | Catania | 27 | 41 | 2530,33 | 2717,31 | 28 | 41 | 2643,39 | 2837,31 | <u>6</u> | <u>29</u> | 794,09 | <u>838,31</u> | <u>5</u> | <u>29</u> | 794,09 | <u>831,49</u> |
| | Messina | 25 | 55 | 2339,96 | 2513,3 | 26 | 55 | 2453,02 | 2633,3 | <u>5</u> | <u>7</u> | 587,40 | <u>622,3</u> | <u>4</u> | <u>7</u> | 587,40 | <u>615,48</u> |
| | Milazzo | 25 | 15 | 2678,37 | 2848,87 | 26 | 15 | 2768,55 | 2945,87 | <u>5</u> | <u>46</u> | 672,54 | <u>711,87</u> | <u>4</u> | <u>46</u> | 672,54 | <u>705,05</u> |

con le ragioni viste precedentemente (minore lunghezza del veicolo, trasporto dell’autista che può anche perdere delle ore di lavoro); rispetto al “tutto strada”, con il fatto che il guidatore è meno impegnato, in quanto deve guidare solo fino al porto di imbarco e dal porto di sbarco alla destinazione finale. Le coppie O-D per le quali il trasporto intermodale non accompagnato non risulta quello di minimo costo (tabella 3), considerando il costo generalizzato, sono le partenze da: Cosenza e Reggio Calabria (solo il risultato relativo a Cosenza è riportato in tabella) verso tutte le destinazioni in Sicilia, e da Bari, Brindisi, Foggia, Taranto e Potenza (solo il risultato relativo a Bari e Brindisi è riportato in tabella) verso Messina e Milazzo. Per esempio, nel caso di Cosenza, un veicolo pesante, nel modo di trasporto “quasi tutto strada”, deve raggiungere Reggio Calabria e attraversare lo Stretto di Messina; nel caso intermodale invece deve raggiungere i porti più vicini, che

Cosenza, a vehicle, in the “nearly all-road” case, has to reach Reggio Calabria and cross the Messina Strait; in the intermodal case, the driver would have to reach the closest ports, which are Salerno and Brindisi: this is clearly non convenient if the geography of Italy is considered.

It is interesting to discuss the results visualizing for which origins in the mainland and destinations in Sicily a given boarding port is chosen. The results are shown in the figures 1 and 2 and they are analytically reported in table 2. In figures 1 and 2, in particular, the catchment areas of Italian mainland ports are reported, i.e. the origin areas having a given boarding port. Fig. 1 refers to accompanied transport and fig. 2 to unaccompanied transport. Italian mainland ports considered are: Genova, Ravenna, Livorno, Civitavecchia, Napoli, Salerno and Brindisi. The catchment area of Reggio Di Calabria is related to the origin cities for

POLITICA E ECONOMIA

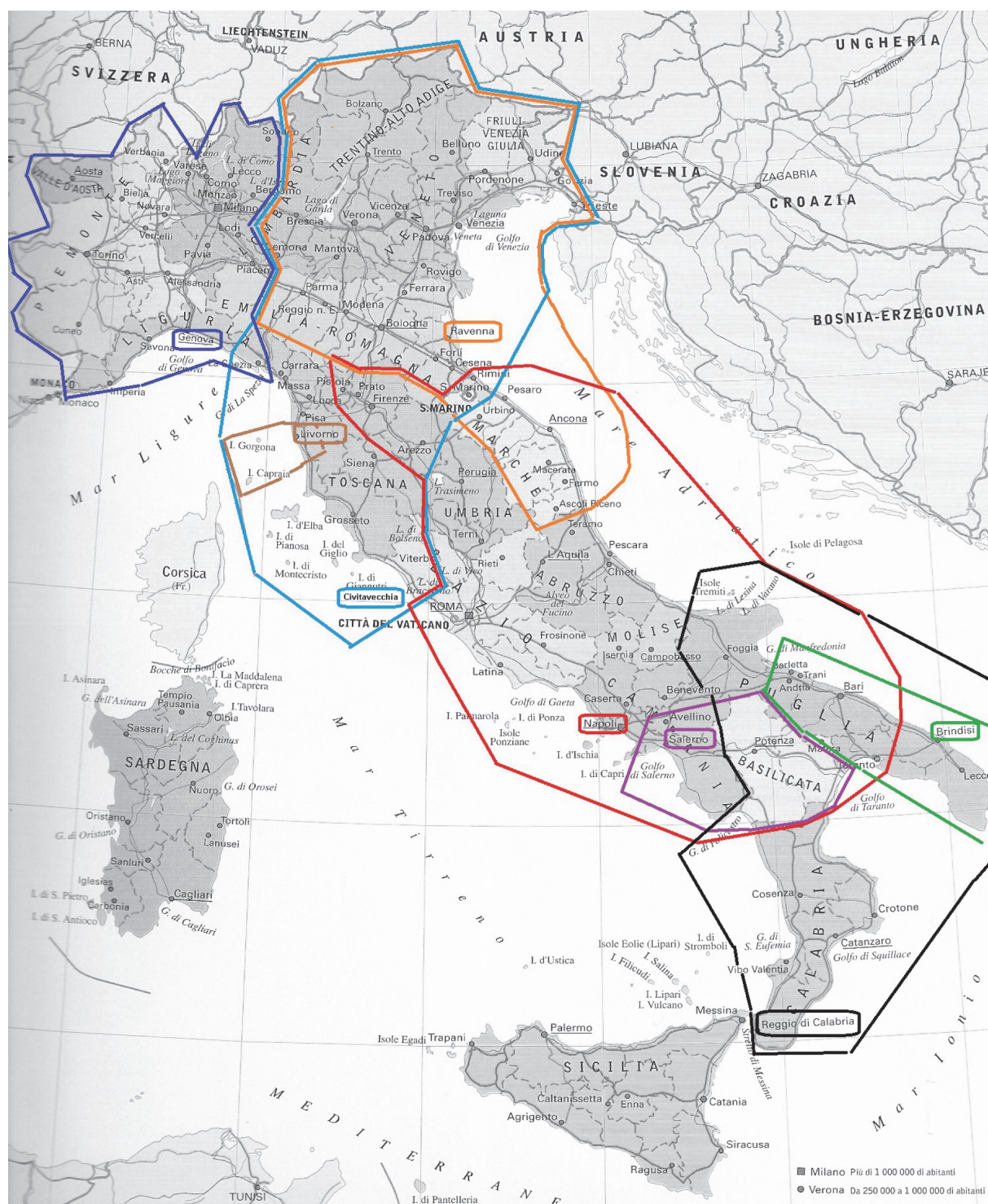


Fig. 1 - I bacini di influenza dei porti italiani della Penisola nel trasporto intermodale accompagnato. Le città di origine indicate come facenti parte del bacino di influenza di Reggio Calabria prevedono il trasporto “quasi tutto strada” con imbarco a Reggio Calabria e sbarco a Messina; per queste, l’unica parte marittima del percorso consiste nell’attraversamento dello Stretto.

Fig. 1 - Basins of influence of Italian mainland ports in intermodal accompanied transport. The origin cities which are reported as part of the Reggio Calabria basin of influence actually involve the “nearly all-road” transport, with boarding in Reggio Calabria and unboarding in Messina; for these, the only maritime part of the path regards the crossing of the Messina Strait.

POLITICA E ECONOMIA

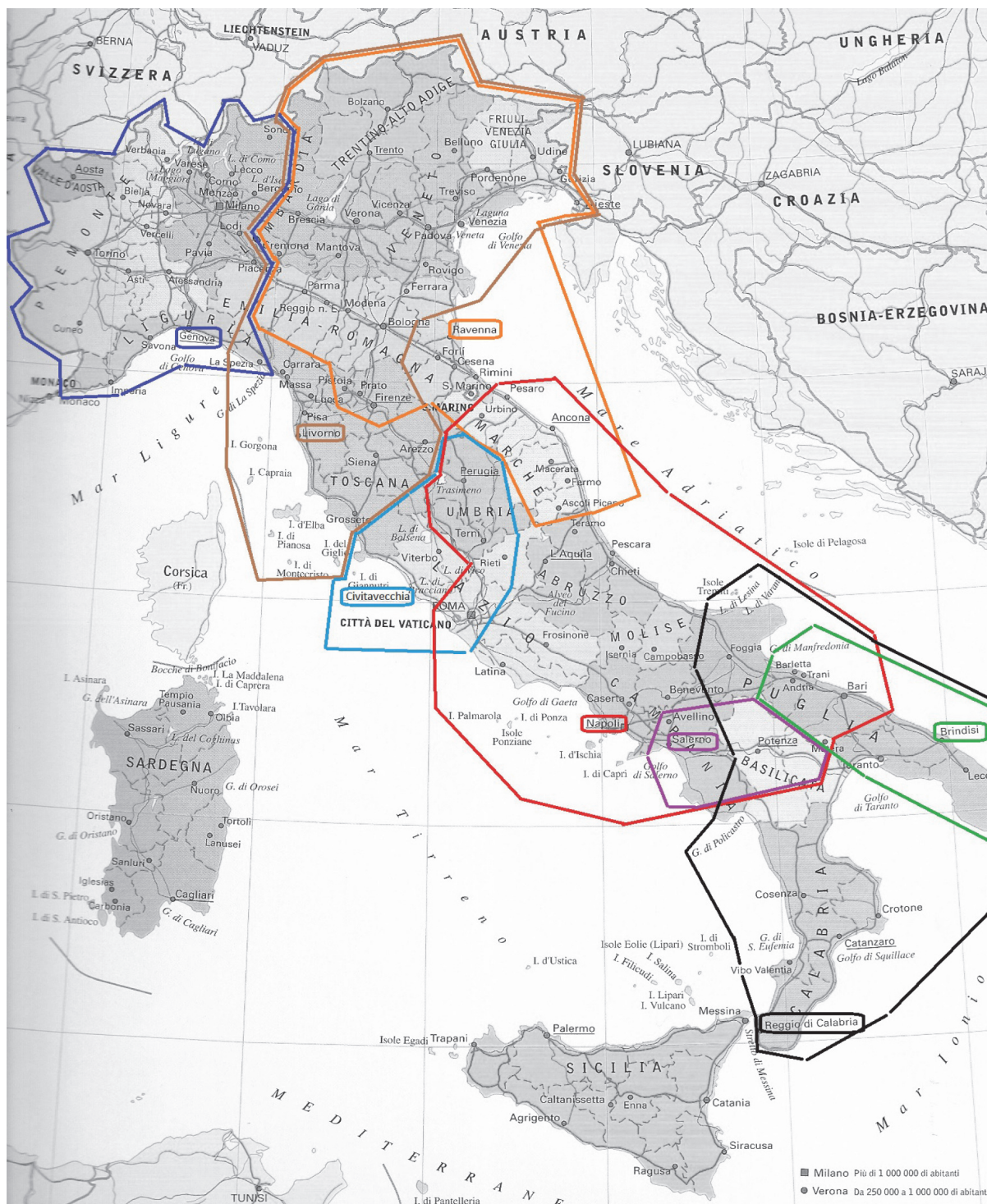


Fig. 2 - I bacini di influenza dei porti italiani della Penisola nel trasporto intermodale non accompagnato. Le città di origine indicate come facenti parte del bacino di influenza di Reggio Calabria prevedono il trasporto "quasi tutto strada" con imbarco a Reggio Calabria e sbarco a Messina; per queste, l'unica parte marittima del percorso consiste nell'attraversamento dello Stretto.

Fig. 2 - Basins of influence of Italian mainland ports in intermodal unaccompanied transport. The origin cities which are reported as part of the Reggio Calabria basin of influence actually involve the "nearly all-road" transport, with boarding in Reggio Calabria and unboarding in Messina; for these, the only maritime part of the path regards the crossing of the Messina Strait.

POLITICA E ECONOMIA

sono Salerno e Brindisi: questo chiaramente non è conveniente se si ha presente la geografia dell'Italia.

È interessante discutere i risultati visualizzando per quali origini nella Penisola e destinazioni in Sicilia viene scelto un dato porto di imbarco. I risultati sono mostrati nelle figg. 1 e 2 e riportati analiticamente in tabella 2. Nelle figg. 1 e 2 in particolare sono riportati i bacini di influenza dei diversi porti italiani della Penisola, ovvero le aree di origine che hanno un dato porto di imbarco per raggiungere la Sicilia. La fig. 1 è relativa al trasporto accompagnato e la fig. 2 è relativa al trasporto non accompagnato. I porti della Penisola considerati sono: Genova, Ravenna, Livorno, Civitavecchia, Napoli, Salerno, Brindisi. Il bacino di influenza di Reggio Calabria è relativo alle zone di origine per cui è conveniente il trasporto "quasi tutto strada" con imbarco a Reggio Calabria e sbarco a Messina; per queste zone, pertanto, l'unica parte marittima del percorso consiste nell'attraversamento dello Stretto.

Spesso i bacini di influenza dei porti sono sovrapposti: cioè, per esempio, una stessa zona può appartenere sia al bacino del porto di Civitavecchia che a quello del porto di Ravenna. Questo significa che, per alcune destinazioni siciliane il porto di imbarco più conveniente è Civitavecchia; per altre è Ravenna.

Le città origine della parte nord-orientale della Penisola (Trieste, Udine, Venezia, Padova, Trento, Verona, Bologna e Ravenna), sia per l'intermodale accompagnato, sia per l'intermodale non accompagnato, appartengono al bacino di influenza del porto di Ravenna (AdM Ravenna-Catania) per tutte le destinazioni in Sicilia, a parte Palermo e Trapani, per le quali il porto di imbarco è Civitavecchia, per l'accompagnato, e Livorno per il non accompagnato. La scelta della rotta Civitavecchia-Palermo, per l'accompagnato, e Livorno-Palermo, per il non accompagnato, dipende dalla struttura risultante per il costo generalizzato: il contributo del costo monetario, al costo generalizzato, è più rilevante che la monetizzazione del tempo di viaggio. Il viaggio, via mare, Civitavecchia-Palermo è sensibilmente meno costoso di quello Livorno-Palermo: nel caso intermodale accompagnato (mezzo più lungo, autista a bordo) risulta più conveniente aumentare la parte stradale dell'itinerario raggiungendo Civitavecchia, mentre nel caso non accompagnato (mezzo più corto, non presenza a bordo del guidatore) è più conveniente aumentare la parte marittima. In effetti, come precedentemente messo in evidenza, la differenza nel costo monetario della parte marittima fra il caso accompagnato e quello non accompagnato è rilevante. Inoltre, poiché la Statale Aurelia, fra Livorno e Civitavecchia, è una strada che non richiede il pagamento di un pedaggio, il costo del viaggio stradale fra questi due porti è relativamente basso, ed anche questo spiega perché Civitavecchia è scelto come porto di imbarco nel caso intermodale accompagnato.

Considerando il solo tempo di viaggio, relativamente alle città origine della parte nord-orientale della Penisola, risulta che, per quasi tutte le coppie O-D, il "tutto strada" ha i tempi di viaggio più bassi, eccetto che per le destinazioni di Palermo e Trapani. In questi due ultimi casi, il mo-

which the "nearly all-road" transport is convenient, with boarding in Reggio Calabria and unboarding in Messina; for these areas, therefore, the only maritime part of the path consists of the crossing of the Strait.

The catchment areas are often overlapped: therefore, for example, the same zone may belong to the catchment area of Civitavecchia and to the catchment area of Ravenna. This occurs because for some destination in Sicily the boarding port is Civitavecchia, while for others it is Ravenna.

Italian north-eastern origin cities, in both cases of accompanied and unaccompanied intermodal transport, belong to the catchment area of the port of Ravenna (MoS Ravenna-Catania), for all destinations in Sicily, apart from Palermo and Trapani for which: the port of boarding is Civitavecchia for accompanied transport and Livorno for unaccompanied transport. The choice of the route Livorno-Palermo, for unaccompanied transport, or Civitavecchia-Palermo, for accompanied transport, depends on the generalised cost: the contribution of monetary cost, to the generalised cost, is more relevant than that of monetized travel time. The voyage, via MoS, Civitavecchia-Palermo is less expensive than the voyage Livorno-Palermo: in the case of intermodal accompanied transport (longer vehicle, driver on board) it results more convenient to increase the road part of the path reaching Civitavecchia, while in case of unaccompanied transport (shorter vehicle, driver not on board) it is more convenient to increase the maritime part. Actually, as stated above in this section, the difference in monetary cost, regarding the MoS part, between accompanied and unaccompanied transport is relevant. Moreover, as the "Aurelia" highway between Livorno and Civitavecchia does not require the payment of a ticket, the cost of the road mode between these ports is also low, and this also explains why Civitavecchia is chosen as boarding port in case of accompanied transport.

Considering only the travel time, regarding origin cities in north-eastern Italy, it results that, for nearly all origin-destination pairs, all-road mode registers the lowest travel times, except for the destinations of Palermo and Trapani. In this last two cases, actually, the fastest way is the intermodal accompanied transport. But, taking into account the generalized cost, for all the Italian north-eastern origin cities, the unaccompanied transport is the most advantageous mode.

Regarding Italian north-western cities, the same situation occurs as for north-eastern ones: all-road mode registers the lowest travel times, except for the destinations of Palermo and Trapani, where, again, the fastest way is the intermodal accompanied transport. Considering instead generalized costs, again, unaccompanied intermodal transport is the most convenient.

North-western origin cities (Torino, Milano, Novara, Varese, Brescia, Parma, Genova, La Spezia) belong to the catchment area of the port of Genova for both cases of accompanied and unaccompanied transport and for all desti-

POLITICA E ECONOMIA

do di trasporto più veloce appare l'intermodale accompagnato. Tuttavia, considerando il costo generalizzato, per tutte le città origine dell'Italia Nord-Orientale, il trasporto intermodale non accompagnato è il più vantaggioso.

Per quanto riguarda le città origine della parte nord-occidentale dell'Italia, si verifica la stessa situazione di quelle delle parte nord-orientale: il modo "tutto strada" ha il tempo di viaggio più basso, eccetto che per le destinazioni di Palermo e Trapani, dove nuovamente il modo più veloce è il trasporto intermodale accompagnato. Considerando invece i costi generalizzati, nuovamente il trasporto intermodale non accompagnato è il più conveniente.

Le città origine della parte nord-occidentale dell'Italia (Torino, Novara, Varese, Brescia, Parma, Genova, La Spezia) fanno parte del bacino di influenza del porto di Genova, sia per il caso accompagnato, sia per quello non accompagnato, e questo si verifica per tutte le destinazioni. Ma i mezzi pesanti provenienti da Parma e Brescia (i risultati per queste città non sono mostrati, per motivi di spazio, nella tabella 2) sono imbarcati a Ravenna, per tutte le destinazioni in Sicilia eccetto Palermo e Trapani. Per Palermo e Trapani sono imbarcati a Livorno (caso non accompagnato) e Civitavecchia (caso accompagnato), esattamente nello stesso modo che per le città origini della parte Settentrionale-Orientale.

Per quanto riguarda l'Italia Centro-Settentrionale (ossia le città origine di: Firenze, Livorno, Ancona, Civitavecchia e Perugia), la connessione più veloce è ottenuta attraverso il modo intermodale accompagnato o attraverso il modo "tutto strada", a seconda delle O-D considerate. Infatti, da una parte deve essere considerato che il trasporto "tutto strada", da queste città alla Sicilia, continua a richiedere due giorni (come per il caso dell'Italia Settentrionale), perciò, considerando che sia rispettata la legge n° 561/2006, il tempo di viaggio, del modo "tutto strada", è in ogni caso accresciuto dalle ore di riposo. D'altra parte, i porti di imbarco sono spesso lontani dalle città origine: perciò, in alcuni casi, il tempo per raggiungere il porto di imbarco, più il tempo di viaggio via mare, risulta maggiore del tempo del "tutto strada". Per alcune coppie O-D pesano di più i tempi di riposo, per altre invece la lontananza da porti di imbarco. In particolare: le città origine per le quali il trasporto "tutto strada" è più conveniente, nell'Italia Centro-Settentrionale, sono Firenze e Ancona; le città origine per le quali il trasporto "tutto strada" è meno conveniente sono Livorno e Civitavecchia che sono in effetti porti di imbarco. Le destinazioni in Sicilia per le quali il "tutto strada" è più conveniente sono Messina e Milazzo, anche perché esse sono le più vicine allo Stretto di Messina; le destinazioni per le quali il "tutto strada" è meno conveniente sono Palermo e Trapani, esse sono quelle più lontane dallo Stretto di Messina ed, inoltre, le connessioni marittime più veloci, fra la penisola italiana e la Sicilia, sono proprio quelle per Palermo. Solitamente, considerando il costo generalizzato, i mezzi pesanti che partono dalle città origine dell'Italia Centro-Settentrionale sono imbarcati: a Napoli e Civitavecchia, nel caso dell'intermodale accompagnato, a Livorno e Ravenna (Ra-

nations. But, trucks coming from the cities of Parma and Brescia (the results for these cities are not shown, for brevity reason, in table 2), are boarded in Ravenna, for all destinations in Sicily apart Palermo and Trapani. For the destinations of Palermo and Trapani, trucks are boarded in Livorno (accompanied transport) and Civitavecchia (unaccompanied transport), exactly in the same way as for the north-eastern origin cities.

Regarding central-northern Italy (i.e. the origin cities of: Firenze, Livorno, Ancona, Civitavecchia and Perugia), the fastest connections are achieved through accompanied intermodal transport or through all-road transport, depending on each given O-D pair. In fact, on one hand all-road transport from these cities to Sicily requires two days (as for northern Italian origins), therefore, travel time of all-road mode is highly increased by the rest hours. On the other hand, boarding ports are sometimes quite far from the origin cities, therefore in some cases the time required for reaching the port plus the voyage time results higher than all-road travel time. For some O-D pairs the travel time is more affected by rest hours; for other O-D pairs the travel time is more affected by distance from boarding ports. In particular: the origin cities for which all-road transport is most convenient, in central-northern Italy, are Firenze and Ancona; the origin cities for which all-road is less convenient are Livorno and Civitavecchia, which are, actually, boarding ports. The destinations in Sicily for which all-road is more convenient are Messina and Milazzo, also because they are the closest to the Messina Strait; the destinations for which it is less convenient are Palermo and Trapani: they are the farthest from the Messina Strait, moreover the fastest intermodal connections from the Italian mainland to Sicily are directed to Palermo. Generally, taking into consideration generalized cost, trucks departing from Italian north-central cities are boarded: in Napoli and Civitavecchia, in the case of accompanied intermodal transport, in Livorno and Ravenna (in Ravenna only for the origin city of Ancona), in the case of unaccompanied intermodal transport. As previously shown in the case of intermodal accompanied transport, it results convenient to increase the road part of the path, reaching Civitavecchia and Napoli, while in the case of unaccompanied transport it is more convenient to increase the maritime part boarding in Livorno and Ravenna.

Regarding Italian central-southern origin cities, i.e. Civitavecchia, Pescara, Roma and L'Aquila (only the results related to Roma and Civitavecchia are shown in table 3), the situation is similar as for Italian central-northern origin cities (and again two days are required for all-road transport). The only difference is that these cities belong to the catchment area of Napoli and Civitavecchia, because Livorno and specially Ravenna are very far from the origin cities.

Regarding southern Italian origin cities, i.e. Bari, Brindisi, Cosenza, Napoli, Salerno, Foggia, Potenza, Taranto (the results of these last three origin cities are not reported in table 3), intermodal accompanied transport is the fastest

POLITICA E ECONOMIA

venna solo per la città origine di Ancona), nel caso intermodale non accompagnato. Come è stato precedentemente rilevato, nel caso intermodale accompagnato, risulta conveniente incrementare la parte stradale del viaggio, raggiungendo Civitavecchia o Napoli, mentre nel caso non accompagnato è più conveniente aumentare la parte marittima imbarcando a Livorno o Ravenna.

Per quanto riguarda le città origine dell'Italia Centro-Meridionale, ossia Roma, Civitavecchia, Pescara, e L'Aquila (solo i risultati relativi a Roma e Civitavecchia sono riportati in tabella 3), la situazione è simile a quella delle città origine dell'Italia Centro-Settentrionale (nuovamente sono necessari due giorni per il trasporto "tutto strada"). Queste città fanno però parte dei bacini di influenza di Napoli e di Civitavecchia, poiché Livorno, e specialmente Ravenna, sono molto lontani dalle città di origine.

Per quanto riguarda le città origine dell'Italia Meridionale, ossia Bari, Brindisi, Cosenza, Napoli, Salerno, Foggia, Potenza, Taranto (i risultati di queste ultime tre origini non sono riportati in tabella 3), il trasporto intermodale accompagnato è più veloce solamente per il 50% circa delle coppie O-D. Questo si verifica in quanto queste città sono abbastanza vicine alle destinazioni in Sicilia: è solitamente possibile raggiungere le destinazioni con il trasporto "tutto strada" in un solo giorno, perciò l'aumento del tempo di viaggio dovuto alle ore di riposo è basso. Il trasporto intermodale non accompagnato rimane il trasporto di minimo costo generalizzato per il maggior numero delle coppie O-D.

Il costo del "tutto strada" con singolo autista e il costo del trasporto intermodale non accompagnato, per ciascuna coppia O/D elencata in tabella 3, sono riportati nel grafico di fig. 3. In ascissa è riportato il costo generalizzato del modo di trasporto "tutto strada", in ordinata il costo generalizzato del trasporto intermodale non accompagnato. I diversi colori si riferiscono alla localizzazione delle città di origine della Penisola: blu per quelle del nord-est, verde per le città del nord-ovest, rosso per quelle del centro-nord, azzurro per quelle del centro-sud e del sud. Il colore nero si riferisce alle sole coppie O/D, le cui origini sono tutte nell'Italia Meridionale, per cui il "tutto strada" risulta più conveniente del trasporto intermodale non accompagnato. La retta, a 45°, riportata in figura, rappresenta tutti i punti per cui il trasporto intermodale non accompagnato e quello "tutto strada" hanno costo generalizzato uguale. Come si può notare, maggiore è la distanza tra origine e de-

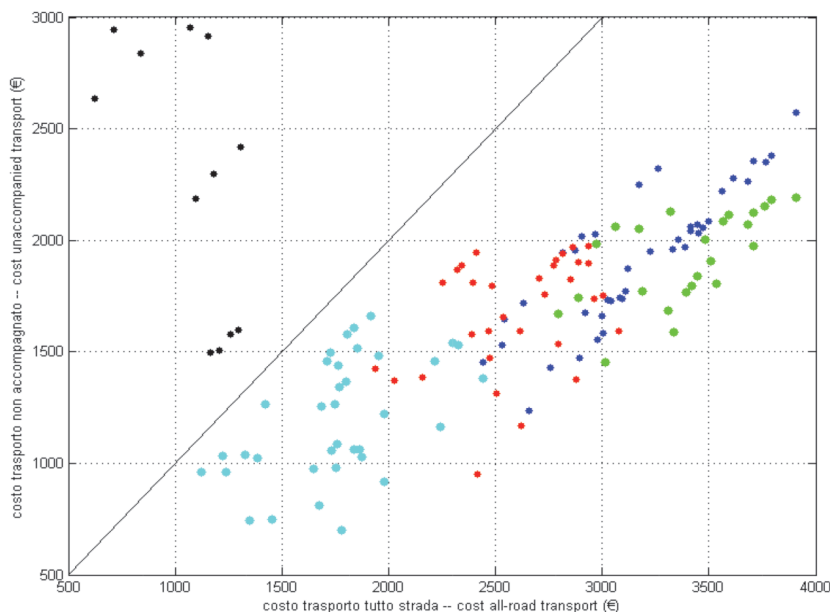


Fig. 3 - Grafico rappresentativo dei costi generalizzati del trasporto "tutto strada" e intermodale non accompagnato, per tutte le coppie O/D riportate nella tabella 3. In ascissa è riportato il costo generalizzato del trasporto "tutto strada", in €, nel caso di un solo autista; in ordinata il costo generalizzato del trasporto non accompagnato. Il colore blu si riferisce alle città di origine nel nord-est della Penisola; il colore verde si riferisce alle città di origine nel nord-ovest della Penisola; il colore rosso alle città di origini del centro-nord; il colore azzurro alle città di origine del centro-sud e del sud. Il colore nero si riferisce alle sole coppie O/D, tutte avente l'origine nell'Italia Meridionale, per cui risulta più conveniente il trasporto "tutto strada", rispetto a quello intermodale.

Fig. 3 - Representative graph of generalized costs of all-road and intermodal unaccompanied transport, for all O-D pairs reported in table 3. In the x axis the generalized cost of all-road transport is reported, in €, in the case of only one driver. In the y axis the generalized cost of unaccompanied transport is reported. The blue colour refers to origin cities of north-east Italy; the green colour refers to origin cities of north-west Italy; the red colour refers to origin cities of centre-north Italy; the cyan colour refers to origin cities of centre-south and south Italy. The black colour refers to the O-D pairs, all located in southern Italy, for which all-road transport results more convenient than intermodal transport.

only in around the 50% of O-D pairs. This happens because these cities are quite close to the destinations in Sicily: it is usually possible to reach the destination by all-road transport in only one day therefore the increase in travel time due to rest hours is slight. Intermodal unaccompanied transport registers the least generalized cost for the great majority of O-D pairs.

The cost of all-road transport with a single driver and the cost of intermodal unaccompanied transport, for each O-D pair listed in table 3, are shown in fig. 3. In the x axis the generalized cost of all-road transport is reported, in the y axis the generalized cost of intermodal unaccompanied transport is reported. Colours refer to the localization of the origin cities in the mainland: blue for north-eastern Italian

POLITICA E ECONOMIA

stinazione in una data coppia O/D e maggiore è la convenienza del trasporto intermodale. Le coppie O/D per cui il trasporto intermodale è maggiormente conveniente si riferiscono alle città di origine del nord-ovest: sia per motivi geografici sia per la maggior disponibilità di rotte AdM rispetto alle città di origine del nord-est. Invece, relativamente alle coppie O/D per cui risulta conveniente il “tutto strada”, e i cui punti rappresentativi si trovano quindi al di sopra della retta a 45°, si rileva che: i 4 punti più vicini alla retta sono quelli relativi alle origini Bari e Brindisi e destinazioni Messina e Milazzo; il punto per cui lo scostamento è più elevato è Cosenza-Milazzo, con un costo generalizzato del trasporto intermodale di 2946 €, a fronte di un costo del “tutto strada” pari a 712 €.

I risultati delle elaborazioni mostrano che la scelta dell'itinerario, nel caso intermodale, dipende fortemente dalla disponibilità di rotte di AdM. Infatti, quando sono disponibili degli opportuni servizi di AdM, l'itinerario di minimo costo risulta essere quello che minimizza la parte stradale. Questo in particolare è messo in evidenza dal caso delle città origine dell'Italia nord-occidentale, per le quali il porto di imbarco è sempre Genova, che è anche il porto più vicino alle città origine. Lo stesso si verifica per le città dell'Italia nord-orientale, che hanno come porto di imbarco Ravenna, per la maggior parte delle destinazioni in Sicilia, eccetto Palermo e Trapani. In effetti, a proposito del porto di Ravenna, l'analisi mette in evidenza l'importanza della rotta Ravenna-Catania. Inoltre i risultati dello studio mostrano come sarebbe desiderabile avere una rotta Ravenna-Palermo che al presente non c'è: in quanto i mezzi pesanti, aventi origine nell'Italia nord-Orientale, attualmente, devono imbarcarsi a Livorno o Civitavecchia.

La scelta di Civitavecchia, invece di Livorno, per quanto riguarda l'intermodale accompagnato, è causata: dal costo più alto della rotta Livorno-Palermo e dal fatto che il percorso stradale Livorno-Civitavecchia non richiede il pagamento di un pedaggio. Ma la rotta Civitavecchia-Palermo è a minore costo generalizzato (per il trasporto accompagnato) solo in modo marginale, rispetto a quella Livorno-Palermo, perciò, se si utilizza un diverso criterio per il tempo di attesa, oppure se i costi mutano, anche in modo non rilevante, è possibile che anche nel caso accompagnato (oltre che in quello non accompagnato) venga scelta la rotta Livorno-Palermo e venga perciò diminuita la parte stradale.

In effetti i risultati dell'analisi mettono in evidenza che c'è una buona offerta di AdM dai porti Tirrenici verso la Sicilia, mentre invece mancano collegamenti dai porti adriatici che sarebbero importanti per aumentare la quota parte di trasporto intermodale. In effetti solo due rotte partono dai porti adriatici: Ravenna-Catania e Ravenna-Brindisi-Catania, perciò, se la città origine è vicina alla costa adriatica dell'Italia, e la destinazione è Palermo (o Trapani), è necessario, in ogni caso, raggiungere un porto tirrenico.

Per quanto riguarda le città destinazione in Sicilia, i risultati dell'analisi mostrano che le rotte di AdM dirette a Palermo, generalmente, servono le destinazioni di Palermo e Trapani; invece le rotte dirette a Catania, general-

cities, green for north-western ones, red for central-northern ones, cyan for central-southern and southern ones. The black colour refers only to O-D pairs, whose origin cities are all located in southern Italy, for which all-road transport results more convenient than intermodal unaccompanied transport.

The straight line, with slope 45°, reported in the figure, represents all points for which intermodal unaccompanied transport and all-road transport register equal generalized costs. It can be noted that the greater is the distance between origin and destination the greater is the convenience of intermodal transport. O-D pairs which refer to origin cities in north-western Italy register the highest convenience in intermodal transport, because of geographical reasons, and because of the higher availability of MoS routes than north-eastern Italian origin cities. Instead, regarding O-D pairs for which all-road transport is the most convenient, and whose representative points are therefore above the 45° straight line, the following can be underlined: the 4 points closer to the straight line refer to the origins Bari and Brindisi and destinations Messina and Milazzo; the O-D pair for which the distance is the highest is Cosenza-Milazzo, which registers a cost of intermodal transport equal to 2946 €, while the cost of all-road is equal to 712 €.

The results of the analysis clearly show that the path choice, in the intermodal case, is strongly affected by the availability of MoS routes. In fact, when MoS routes are available, the best path usually results to be the one which minimizes the road part. This is clearly shown by the north western Italian cities, for which the boarding port is always Genova, which is also the closest to all origin cities. The same is shown by north-eastern Italian cities, which have as boarding port Ravenna for the majority of Sicilian destination, apart Palermo and Trapani. Actually, regarding the port of Ravenna, the analysis shows the importance of the Ravenna-Catania route. Moreover, the results of the analysis show that a route connecting Ravenna with Palermo, which currently does not exist, would be very desirable, because vehicles having origin in north-eastern Italy, currently, have to board in Livorno or Civitavecchia.

The choice of Civitavecchia, instead of Livorno, regarding intermodal accompanied transport, is caused by: the higher cost of the Livorno-Palermo route, the fact that the Livorno-Civitavecchia highway does not require the payment of the ticket. But the route Civitavecchia – Palermo has only a slightly lower generalized cost (for accompanied transport) than the Livorno-Palermo route, therefore if we use a different criterion regarding the waiting time, or if costs slightly change, it is possible that also in accompanied transport (as well as in unaccompanied transport) the Livorno-Palermo route is chosen and consequently the road part is decreased.

Actually the results of the analysis show that there is a good supply of MoS from Tyrrhenian ports to Sicily, instead there is a lack of connections from Adriatic ports: which would be important to improve the quota of intermodal

POLITICA E ECONOMIA

mente, servono tutte le altre destinazioni in Sicilia che, seppure sono città più piccole, sono in maggiore numero.

Secondo i risultati dello studio, l'unica città origine per la quale risulta più conveniente per tutte le destinazioni, considerando il costo generalizzato, il "tutto strada" è Cosenza: essa è piuttosto lontana dai possibili porti di imbarco (Salerno o Napoli) ed inoltre non è molto lontana dallo Stretto di Messina. Tuttavia, per le origini di Bari, Brindisi, Cosenza, Taranto, Potenza, Foggia (i risultati per queste ultime tre città non sono riportati nella tabella 3 per ragioni di spazio), per quanto riguarda le destinazioni di Messina e Milazzo, il "tutto strada" ha un costo generalizzato che è minore di quello del trasporto intermodale, seppure non in maniera rilevante. In effetti Messina e Milazzo sono vicine allo Stretto di Messina, mentre il porto più vicino delle AdM (usualmente Napoli) è abbastanza lontano dalle città di origine considerate.

8. Conclusioni

Il trasporto intermodale basato sulle Autostrade del Mare è fortemente supportato dalle politiche europee, in quanto è visto come una valida alternativa al trasporto "tutto strada". Infatti, la congestione nel trasporto stradale è molto alta: questo genera la necessità di costruire nuove autostrade, o, almeno, nuove corsie autostradali: l'alto livello di urbanizzazione rende però, spesso, impossibili queste nuove costruzioni. Sono necessari alti investimenti anche per i porti che peraltro sono comunque necessari se si vuole mantenere l'Italia al passo con lo sviluppo del commercio marittimo dovuto alla sviluppo dell'Economia Globale. L'impatto sull'ambiente delle AdM è migliore di quello del trasporto "tutto strada". Infatti, nonostante le emissioni di inquinanti, dovute al trasporto marittimo, in particolare di SO_2 , le AdM hanno costi esterni più bassi rispetto al trasporto stradale. Inoltre il trasporto stradale ha un alto tasso di incidentalità: di conseguenza uno spotamento modale, almeno di una parte del traffico merci, dalla strada alle AdM è auspicabile.

D'altra parte le AdM hanno degli svantaggi. In primo luogo, le caratteristiche peculiari dei servizi di AdM: frequenza, velocità, affidabilità, integrazione nella catena logistica, spesso non sono raggiunte, specialmente per gli alti tempi di passaggio attraverso i porti. La situazione tende a peggiorare se si osserva l'evoluzione nel tempo delle caratteristiche delle rotte di AdM in Italia [15], ossia: aumento del numero di porti scalati e diminuzione delle frequenze.

In Italia, nonostante i vantaggi geografici rispetto alle altre nazioni europee, le AdM non sono molto sviluppate come ci si potrebbe aspettare. In particolare, le rotte fra porti della Penisola Italiana sono poche e, a parte la rotta Ravenna – Brindisi – Catania, fanno parte di rotte internazionali: queste poche rotte non possono essere significative per analizzare la competitività del trasporto intermodale, basato sulle AdM, rispetto al trasporto "tutto strada". Invece, sono numerose le rotte che collegano la Penisola Italiana con la Sicilia: di conseguenza è stato condotto uno studio sulla competitività del trasporto intermodale, basato sulle AdM, fra la Penisola Italiana e la Sicilia.

transport. Actually, only two routes cross Adriatic ports: Ravenna-Catania and Ravenna-Brindisi-Catania, therefore, if the origin is a city on the Adriatic side of Italy, and the destination is Palermo (or Trapani), it is necessary, in all cases, to reach the closest Tyrrhenian port.

With reference to the destination cities in Sicily, the results of the analysis show that MoS routes directed to Palermo usually serve the destinations of Palermo and Trapani; instead the routes directed to Catania usually serve all the other destinations in Sicily, which, although they are smaller cities, are in major number.

The only origin city in our survey for which all-road mode is convenient, considering generalized cost, for all destinations, is Cosenza: it is quite far from the closest boarding ports (Salerno or Napoli) and also it is not very far from the Messina Strait. However, for the origin cities of Bari, Brindisi, Cosenza, Taranto, Potenza, Foggia (the results, for the last three cities, are not reported in tab 3 for space reasons), regarding the destinations of Messina and Milazzo, all-road transport registers a generalized cost which is only slightly less than that of intermodal transport. Actually Messina and Milazzo are close to the Messina Strait, while the nearest MoS port (usually Napoli) is quite far from the origin cities.

8. Conclusions

Intermodal transport based on MoS is strongly supported by European policies as it is seen as a viable alternative to all-road transport. Actually road transport congestion is frequently very high: this causes the necessity to build new roads or motorways lanes, but the high level of urbanization makes it, often, impossible. High investments are required also for ports; these investments are necessary in order to keep Italy abreast with the development of maritime commerce, due to the worldwide development of the global economy. The environmental impact of MoS is better than that of road transport. In fact, despite the high fuel emissions related to maritime transport, especially regarding SO_2 , MoS incur in lower external costs than road transport. Moreover road transport registers a high accident rate: therefore the modal shift, of at least some part of freight transport, from road to MoS is desirable.

On the other hand, MoS show some disadvantages. Firstly, the target characteristics of MoS links: frequency, high speed, reliability, integration in the logistics chain, are not often achieved, specially because of the high transit times at ports. This situation is worsened by the current trend on MoS routes, that can be observed in the Italian MoS network [15]: increase in the number of port calls and decrease in the frequencies.

In Italy, despite its geographical advantage respect to the other European countries, MoS routes are not very developed as one could have expected. In particular, routes connecting ports in the mainland are only a few and, apart from

POLITICA E ECONOMIA

I risultati dell'analisi svolta mettono chiaramente in evidenza che gli itinerari scelti (di minimo costo generalizzato), nel caso del trasporto intermodale, sono fortemente influenzati dalla disponibilità di servizi di AdM. Per esempio, i mezzi pesanti che vengono dalle città origine della parte Nord-Orientale dell'Italia, ed aventi destinazione nella parte Nord-Occidentale della Sicilia (Palermo e Trapani), e che scelgono l'intermodale, incontrano alti costi perché devono imbarcarsi a Livorno o Civitavecchia. Mentre, se esistesse la rotta Ravenna-Palermo, questa sarebbe scelta per raggiungere le destinazioni di Palermo e Trapani. L'offerta di servizi di AdM dovrebbe essere incrementata con particolare riguardo al Nord Italia, che è fortemente lontano dalla Sicilia, e per il quale, perciò, il trasporto intermodale risulta naturalmente competitivo. Di conseguenza una AdM fra Ravenna e la Palermo appare, dai risultati dell'analisi condotta, necessaria, ma anche servizi di AdM partenti da Ancona, Venezia e Trieste sarebbero auspicabili per aumentare la competitività del trasporto intermodale.

Inoltre, gli itinerari scelti (di minimo costo generalizzato) dipendono molto anche dall'accessibilità dei porti italiani; ad esempio, per Ancona risulta conveniente Napoli come porto d'imbarco invece che Livorno o Civitavecchia, a causa della mancanza, a tutt'oggi, del collegamento tra il porto di Civitavecchia e la costa adriatica.

Il trasporto intermodale non accompagnato è risultato quello più conveniente per la maggior parte delle coppie O-D esaminate: considerando il costo generalizzato. Ma il trasporto intermodale accompagnato è risultato quello più conveniente per la maggior parte delle coppie O-D anche considerando il solo costo monetario. Tuttavia deve essere messo in evidenza che, generalmente, il trasporto intermodale, basato sulle AdM, ha un costo monetario minore, ma ha un tempo di viaggio maggiore, rispetto al trasporto "tutto strada". Il tempo di viaggio è particolarmente importante nel caso di merce deperibile e nel caso di produzione organizzata secondo il concetto del "just in time" (ossia, sostanzialmente, riduzione dei costi di magazzino). Nello studio si è cercato di tenere conto di ciò attraverso il valore monetario del tempo (value of time, VOT), determinando gli itinerari di minimo costo in termini di costo generalizzato. Il problema è che non c'è molto accordo, in letteratura, a proposito del VOT da assumere: questo dipende dalla tipologia di merce spedita e dalla tipologia della catena logistica in cui il trasporto merci è inserito. In effetti, se il valore monetario del tempo aumenta, l'alternativa "tutto strada" può diventare più conveniente anche in termini di costo generalizzato oltre che di tempo di viaggio.

Uno sviluppo futuro della presente ricerca potrebbe riguardare un'analisi di sensibilità della variazione dei costi generalizzati, e quindi degli itinerari di minimo costo, di ciascuna alternativa modale considerata (ossia: intermodale accompagnato, intermodale non accompagnato, "tutto strada" con un solo autista, "tutto strada" con due autisti, in base a differenti valori monetari del tempo di viaggio e in base ad una più approfondita analisi dei costi logistici lungo l'intera catena considerata.

the route Ravenna – Brindisi – Catania, are part of international routes: these few routes cannot be significant to analyze the competitiveness of MoS. Instead there are several routes connecting the Italian mainland and Sicily: therefore a survey has been performed on the competitiveness of the MoS between the Italian mainland and Sicily.

The results of the analysis show that the choice of the paths (of minimum generalized cost), in the intermodal transport, is strongly affected by the availability of MoS routes. For example, trucks coming from north eastern Italian origin cities, and having destination in the west part of Sicily (Palermo and Trapani), face a high cost because they have to reach Livorno or Civitavecchia to be boarded. Instead if a route from Ravenna to Palermo existed, it would be chosen to reach the destinations of Palermo and Trapani. The supply of MoS routes should be increased, specially regarding northern Italy, which is far from Sicily and thus intermodal transport is more competitive. A MoS route from Ravenna to Palermo is shown, by the performed analysis, to be necessary, but also MoS services departing from Ancona, Venezia and Trieste could be desirable to increase the competitiveness of intermodal transport.

Moreover, the chosen paths (of minimum generalized cost) highly depend also on the accessibility of Italian ports; for example, for the origin of Ancona, Napoli is a more convenient boarding port than Livorno or Civitavecchia, because the connection between Civitavecchia port and the Adriatic coast is still lacking.

Unaccompanied intermodal transport has resulted the most convenient mode, as it provides the lowest cost for the majority of the origin-destination pairs, as far as generalized cost is concerned. But generally unaccompanied intermodal transport has resulted the most convenient mode also if only monetary cost are considered. However it must be underlined that usually intermodal transport based on MoS registers lower monetary costs, but higher travel times than all-road transport. Travel time is particularly important for perishable goods and for just in time organized production and distribution (reduction of inventory costs). We tried to take account of that through the monetary value of travel time (value of time, VOT) in order to assess the best path in term of generalized costs. The problem is that there is much disagreement in literature about the VOT to assume: it depends on the type of freight shipped and on the type of logistics chain in which the transport is integrated. Actually, as the monetary value of travel time increases, the all-road alternative may result more convenient also in terms of generalized cost in addition to travel time.

A future work could be a sensitivity analysis of the variation of generalized costs, and therefore of shortest paths, of each alternative taken into account (intermodal accompanied transport, intermodal unaccompanied, all-road with only one driver, all-road with two drivers), under different monetary values of travel time and a much in depth analysis of logistics costs to be taken into account in the entire logistic chain.

POLITICA E ECONOMIA

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Commissione Europea, 1999, *"The Development of Short Sea Shipping in Europe: a dynamic alternative in a Sustainable Transport Chain"*, Second two-yearly progress report, p. 39.
- [2] Parlamento Europeo, 2004, *"Decision No 884/2004/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 amending Decision No 1692/96/EC on Community guide-lines for the development of the trans-European transport network"*, Official Journal of European Union L 167.
- [3] APERTE X.G., BAIRDA.J., 2013, *"Motorways of the sea policy in Europe"*, Maritime Policy & Management, vol 40, no.1,10-26.
- [4] Commissione Europea, 2001, *"European Transport Policy for 2010: Time to Decide"*, White Paper, adopted by the Commission, 12 September 2001. Brussels.
- [5] Commissione Europea, Direktorat per Mobilità e Trasporto, 2015, *"EU Transport in figures. Statistical pocketbook 2015"*, <http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/doc/2015/pocketbook2015.pdf>
- [6] MARTINEZ DE OSES F.X., CASTELLIS I SANABRA M., 2009, *"Sustainability of Motorways of the Sea and Fast Ships"*, International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation 3(1): 51-54.
- [7] BLACK I., SEATON R., RICCI A., ENI R., 2003, *"RECORDIT (Real Cost Reduction of Door-to-Door Intermodal Transport)"*, Final Report: Actions to Promote Intermodal Transport.
- [8] DALLA CHIARA B., PELLICELLI M., 2011, *"On the cost of road-rail combined transport / Sul costo del trasporto combinato strada rotaia"*, Ingegneria Ferroviaria 66(11), pp. 951-965.
- [9] MANGONE A., RICCI S., 2014, *"Modeling of port - freight village systems and loading units' tracking functions / Modellazione dei sistemi porto-interporto e delle funzioni di tracciabilità delle unità di carico"*, Ingegneria Ferroviaria 69(1), pp. 7-37.
- [10] LUPI M., DANESI A., FARINA A., PRATELLI A., 2012, *"Il trasporto marittimo di container in Italia. Studio sulle rotte Deep e Short Sea shipping in partenza dai principali porti italiani e sulle quote modali ferroviarie / Maritime container transport in Italy. Study on Deep and Short Sea Shipping routes departing from the main Italian ports and on rail modal share"*, Ingegneria Ferroviaria, 67 (5), May 2012, pp. 409-444. ISSN: 0020-0956.
- [11] NG A.K.Y., 2009, *"Competitiveness of short sea shipping and the role of port: the case of North Europe"*, Maritime Policy & Management 36(4): 337-352.
- [12] FUSCO P.M., SAURÌ S., LAGO A., 2012, *"Potential freight distribution improvements using motorways of the sea"*, Journal of Transport Geography 24: 1-11.
- [13] PAIXÃO A.C., MARLOW P.B., 2002, *"Strengths and weaknesses of short sea shipping"*, Marine Policy 26(3): 167-178.
- [14] MEDDA F., TRUJILLO L., 2010, *"Short-sea shipping: an analysis of its determinants"*, Maritime Policy & Management 37(3): 285-303.
- [15] LUPI M., FARINA A., 2014, *"The development of the Italian Motorways of the Sea network in the years 2008-2012"*, Proceedings of the International Conference on Transport Infrastructure, ICTI 2014, 22-25 aprile 2014, Pisa, pp. 765-775.
- [16] LUPI M., FARINA A., PRATELLI A., GAZZARRI A., 2015, *"Evoluzione della rete italiana delle autostrade del mare"*, REPOT, Rivista di Economia e Politica dei Trasporti, anno 2015, no. 1. ISSN: 2282-6599.
- [17] FEO M., ESPINO R., GARCIA L., 2011, *"A stated preference analysis of Spanish freight forwarders modal choice on the south-west Europe Motorway of the Sea"*, Transport Policy, 18: 60-67.
- [18] GHOBRIAL A., KANAFANI A., 1995, *"Future of airline hubbed networks: some policy implications"*, Journal of Transportation Engineering, 121(2), pp. 124-134.
- [19] Parlamento Europeo, 2006, *"Regulation (EC) No 561/2006 of the European Parliament and the Council of 15 March 2006 on the harmonisation of certain social legislation relating to road transport"*, Official Journal of European Union L102.
- [20] ROSSI D., RUBINO S., 2009, *"Autostrade del Mare: modellazione ed analisi della competitività rispetto al trasporto stradale"*, Tesi di Laurea specialistica, Università di Genova.
- [21] Francardi L., 2011, *"Le autostrade del mare tra l'Italia e la Spagna: una scelta economica ed ecologica"*, Tesi di Laurea, Università di Pisa, Polo Universitario Sistemi Logistici.
- [22] Il Sole 24 Ore, 2011, *"Lordo, netto e costo del lavoro - CCNL Trasporto, logistica e spedizione merci"*, Il Sole 24 Ore, n. 9 del 25 febbraio 2011, pp. 92-93.
- [23] Job System, 2008, *"Autotrasportatori - Circolare del 20 maggio 2008"*, <http://www.job-system.it/admin/areacomune/circolari/files/Autotrasportatori.pdf>
- [24] Trasporto Europa, 2015, *"Aumenta l'indennità trasferta degli autisti"*, Online, pubblicato il 14/01/2015, <http://www.trasportoeuropa.it/index.php/home/archivio/53-autisti/11960-aumenta-lindennita-trasferta-degli-autisti>.