Gestió del transport

Antonio Izquierdo Mateu

P08/C0088/00195

UOC
www.uoc.edu

Índex

Introducció 5

Objectius 6

1. El transport: funcions, transportistes i operadors 7

2. Tipus de transport 10
2.1. Transport per carretera 10
2.2. Transport per ferrocarril 12
2.3. Transport marítim 14
2.4. Transport aeri 17
2.5. Transport fluvial 20

3. Multimodalitat 21
3.1. Gestió multimodal 21
3.2. Plataformes logístiques 24

4. Gestió de rutes 31
4.1. Origen i destinació diferents 31
4.2. Coincidència dels punts d'origen i de destinació 33
4.3. Diversos punts d'origen i de destinació 37

5. Gestió de flotes 42
5.1. Assignació de mitjans de transport a les rutes 43
5.2. Jerarquització de mitjans de transport 46
5.3. Dimensionament i flexibilització de flotes 47
5.4. Administració econòmica de la flota 48

6. Seguiment i control del transport 52

7. Gestió estratègica del transport 55
7.1. Decisions sobre l'àmbit del servei 55
7.2. Decisions sobre qualitat i preu 57
7.3. Les cues i línies d'espera 60

Resum 63

Autoavaluació 65

Solucionari 67

Bibliografia..... 69

Introducció

Una de les formes clàssiques de descompondre la problemàtica de la logística consisteix a parcel·lar-la en dos grans àmbits o subsistemes:

- Subsistema de logística interna (producció i fluix intern de materials).
- Subsistema de logística externa (aprovisionament i distribució).

El **subsistema de logística externa** té com a objectiu sincronitzar la fabricació amb l'oferta i la demanda del mercat, amb la qual cosa s'optimitzen terminis de lliurament i volum d'estocs.

Aquest subsistema pot ser descompost, alhora, en diversos subsistemes:

- Subsistema de gestió de comandes.
- Subsistema de manutenció i emmagatzematge.
- Subsistema del transport.

La gestió del transport està condicionada per tres elements externs:

- Condicions geogràfiques.
- Infraestructures públiques.
- Impacte de la legislació.

Hem destinat aquest mòdul didàctic a l'estudi del subsistema del transport.

La gestió adequada d'aquest subsistema és una variable competitiva de gran importància, ja que està vinculada amb la qualitat del servei.

Però, a més, aquesta gestió influeix en el nivell d'estocs i en el cost dels productes (matèries primeres i productes acabats).

Objectius

1. Comprendre la finalitat específica de la funció del transport i el seu ampli espectre, tant pel que fa a modalitats com per la variació de tipus d'empreses i organitzacions que operen en el sector amb finalitats molt dispars.

2. Conèixer les característiques dels diferents tipus de transport, i també els avantatges i els inconvenients de cada un.

3. Conèixer les possibilitats i els criteris bàsics per a l'organització òptima de les rutes a l'hora d'assignar els mitjans de transport, i aprendre a manejar alguns dels mètodes i tècniques per a assolir aquesta optimització.

4. Aprendre a gestionar els criteris i tècniques bàsiques per a determinar la mida de la flota de transport, per a assignar aquesta a les diferents rutes i destinacions, i per a flexibilitzar aquesta mida.

5. Conèixer l'estructura dels costos de transport i saber aprofundir sobre ells –tant sobre els operatius com els d'estat aturat– i sobre el criteri objectiu que cal seguir per a adoptar una decisió tan important com elegir el moment òptim per a renovar els mitjans de transport d'una flota.

6. Tenir consciència de la importància i possibilitats dels sistemes informàtics i telemàtics en el transport, i en especial del sistema GPS.

7. Aprendre a reflexionar sobre les opcions estratègiques fonamentals: preu, qualitat, especialització o diversificació, i grau de subcontractació dels serveis oferts.

1. El transport: funcions, transportistes i operadors

Quan utilitzem la paraula transport, ens referim, unes vegades, a una activitat o funció i, unes altres vegades, a un sector econòmic.

Com a activitat o funció, el transport es pot definir com el conjunt d'accions encaminades al desplaçament d'una mercaderia o producte d'un lloc a un altre.

Com a sector, el del transport queda definit pel conjunt d'organitzacions (empreses, parts d'empreses o institucions) que desenvolupen activitats de transport, és a dir, que realitzen algun tipus d'accions encaminades al desplaçament d'una mercaderia o producte d'un lloc a un altre.

Com a funció, les diferents modalitats o maneres d'efectuar el transport s'han tipificat o classificat, tradicionalment, en les següents.

- transport per carretera,
- transport per ferrocarril,
- transport marítim,
- transport aeri, i
- transport fluvial.

A aquestes podríem afegir-hi les modalitats de transport per canonada i per cable.

Pel que fa a les organitzacions actuants (el sector del transport), convé classificar-les a partir de tres variables:

- Propietat o no dels mitjans de transport.
- Modalitat de transport a la qual es dediquen.
- Realització del transport, o només gestió d'aquest i realització d'activitats complementàries.

Les empreses de transport no solen ser propietàries de tots els mitjans de transport que utilitzen per a efectuar el transport, sinó que part dels mitjans (a vegades tots) els subcontracten a tercers –que en són propietaris. Aquestes empreses ofereixen l'execució de transport, i són contractades per altres empreses que necessiten transportar els seus productes. No per l'esmentada falta de mitjans propis deixem de considerar-les *empreses transportistes* o *operadors de transport*, és a dir, empreses que executen el transport.

Contingut complementari

La subcontractació del transport és la més comuna del procés logístic de les empreses.

Exemple

Hi ha unes empreses dedicades al transport marítim que es denominen *noliejadors disposadors*, que estableixen una ruta regular determinada amb vaixells noliejats però no propis.

El mateix ocorre amb moltes empreses especialitzades en transport terrestre, que exploten un trànsit regular de camions de càrregues completes entre dues ciutats (per exemple, Barcelona-Londres), sense ser propietàries dels camions.

D'altra banda, hi ha empreses que es dediquen al transport i que no es poden denominar pròpiament com a empreses transportistes ni com a operadors de transport perquè no executen el transport sinó que només el gestionen –el cas de les *agències de transport* intermediàries entre carregadors i transportistes–, o només realitzen algunes funcions –com les *empreses d'activitats complementàries*.

Exemple

Hi ha empreses que no contracten els carregadors com a empresa transportista, sinó que la tasca que executen és buscar la solució millor i més econòmica per a transportar una mercaderia. En aquest cas, aquestes empreses actuen com a assessores.

O hi ha empreses que contracten carregadors com a majoristes comercialitzadores. Com a conseqüència del volum de càrrega que "comercialitzen", aconsegueixen preus més baixos.

També hi ha empreses de *handling* aeri o estibadores portuàries. Són típiques les empreses del sector del transport que no són transportistes.

El mateix ocorre amb empreses que es dediquen a consolidar càrregues per a contenidors que s'han d'enviar per via aèria o marítima.

La frontera entre empresa transportista que no té mitjans de transport en propietat –sinó que els subcontracta– i empresa que gestiona transport però que no el realitza no és clara. Això és així perquè, en la realitat, no hi ha situacions pures, sinó mixtes. Les empreses, en general, tenen mitjans propis i, alhora, els subcontracten. D'altres gestionen el transport i, alhora, l'executen amb mitjans subcontractats. I unes altres fan d'intermediàries.

Contingut complementari

La incorporació de les noves tecnologies al sector ha alterat els criteris d'especialització i divisió del treball entre les empreses del sector.

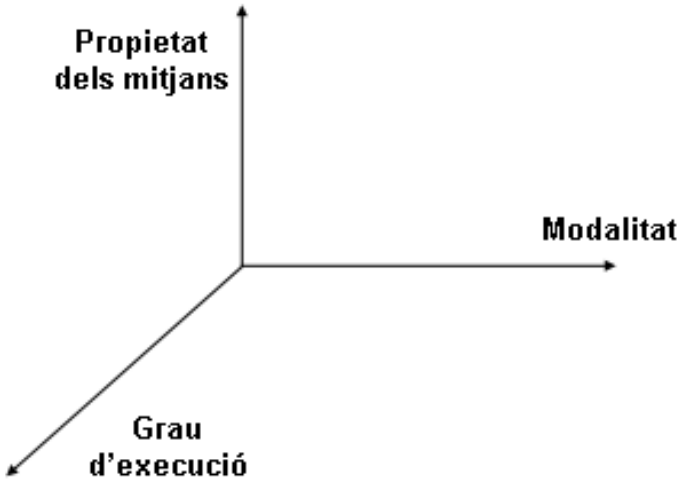
Exemple

Una agència de transport terrestre no és, per definició i des del punt de vista legal, una empresa de transport. Només consolida càrregues per a destinacions determinades. En general, però, té mitjans de transport propis i contracta i actua com a transportista.

Una empresa transitària internacional tampoc no és una empresa de transport. A aquestes empreses, els agrada que, per l'activitat que desenvolupen, se les denomini com a "arquitectes del transport", en el sentit que teòricament la seva missió fonamental és portar la mercaderia d'un punt a un altre combinant, si cal, maneres de transport diferents i

contractant diferents empreses per a aquest objectiu. Moltes d'aquestes, però, tenen alhora mitjans de transport propis i altres de subcontractats.

La combinació d'aquestes tres variables pot donar lloc a moltes classes d'empreses i institucions que es dediquen al transport:



2. Tipus de transport

2.1. Transport per carretera

És l'única forma que permet una comunicació directa sense transbordament intermedi.

La fase terminal de la distribució dels productes de gran consum es realitza sempre sota la forma de transport per carretera.

A Espanya, el transport per carretera constitueix el sistema hegemònic: representa un percentatge entorn del 75% de la totalitat del tràfic registrat.

Bibliografia

J. M.Castán Farrero; C. Cabañero Pisa; A. Núñez Carballosa (2000). *La logística en la empresa* (pàg. 133-151). Madrid. Pirámide.

Des del punt de vista del cost t/km transportat se situa en un punt intermedi entre el transport aeri que és alt o el ferroviari o marítim que és baix o mitjà baix.

A diferència d'altres maneres de transport, en què normalment s'utilitzen serveis estatals o d'empreses especialitzades, en el transport per carretera es pot emprar una petita flota pròpia i una flota subcontractada major, per la qual cosa la inversió pot ser modesta en termes relatius. L'estructura del sector està dominada per empreses petites i autopatrons, absorbeix un volum de mà d'obra molt important i genera un valor afegit considerable.

Els tipus de transport per carretera més freqüents es poden classificar a partir de diversos criteris:

- Segons la forma de contractació:
  - Transport propi, si les mercaderies transportades pertanyen a la mateixa empresa que les transporta.
  - Transport contractat, si les transporta una altra empresa (agència de transports) contractada perquè efectuï el transport.

Contingut complementari

En l'actualitat, es requereix una autorització per a actuar com a transportista o com a mitjancer (agència de transport o transitari internacional), per la qual cosa és necessari que l'autònom o directiu de l'empresa superi les proves d'homologació tècnica, econòmica i professional.

- Segons la propietat dels mitjans:
  - Transport amb vehicles propis.
  - Transport amb vehicles subcontractats.

- Segons l'àmbit geogràfic:
  - Transport local.
  - Transport comarcal.
  - Transport regional.

- Transport nacional.
- Transport internacional.

- Segons la classe de servei:
  - Servei regular, quan el transport s'ajusta a normes de rutes, horaris definits, dates preestablertes, etc.
  - Servei discrecional, si es realitza de forma esporàdica i atenent les necessitats puntuals.

- Segons el règim de càrrega:
  - Càrrega completa, quan la mercaderia que transporta el vehicle pertany a un únic contractant.
  - Càrrega fraccionada, quan la mercaderia que transporta el vehicle pertany a diversos contractants.

- Segons el tipus de càrrega:
  - Transport de líquids a granel.
  - Transport de sòlids a granel.
  - Transport de càrregues fraccionades.
  - Transport de càrregues unitítzades.
  - Transport de càrregues especials.

- Segons el tipus de vehicles:
  - Vehicles convencionals (rígids, articulats, plataformes, lones, tancats, etc.).
  - Vehicles frigorífics.
  - Vehicles compartimentats.
  - Vehicles cisterna o bóta.
  - Vehicles banyera.
  - Vehicles gòndola (per a càrregues pesades): grua, portavehicles, etc.

El transport terrestre té avantatges clars i inconvenients manifests. D'entre els avantatges podem citar que:

Contingut complementari

Per a una agència de transport que recull càrrega de diversos carregadors, l'agrupa fins a completar la capacitat d'un camió i contracta una empresa de transport perquè la transporti; el règim de càrrega és de "càrrega fraccionada". Per a l'empresa de transport, el règim de càrrega és de "càrrega completa".

- La infraestructura viària té caràcter universal.
- L'accessibilitat és fàcil.
- No són necessaris els transbordaments per al transport de porta a porta.
- Hi ha molta versatilitat (es pot emprar des d'un ciclomotor fins a un camió de gran tonatge).
- No requereix terminals de càrrega i descàrrega especialitzats.
- És molt apte per a trameses petites.

Contingut complementari

Per a una agència de transports és bàsic col·laborar amb la figura de l'agència corresponsal en destinació, pròpia o aliena, per a aconseguir càrregues de retorn. D'aquesta manera pot abaratir els nolis i coordinar els cobraments dels nolis en la destinació.

I entre els inconvenients podem esmentar:

- La capacitat limitada de les carreteres que causen congestions de trànsit.
- Els problemes mediambientals que origina.
- Les restriccions de seguretat a les carreteres que limiten el pes i les dimensions (40 peus de llarg i 8 peus d'ample) dels carregaments.

2.2. Transport per ferrocarril

La característica més destacada és la gran capacitat de transport, que li permet competir amb el transport marítim per al trasllat de grans càrregues. La seva utilització a Espanya és del 5% aproximadament.

El ferrocarril és un sistema relativament ràpid, amb una fiabilitat bona, a un cost relativament mitjà o baix.

L'accessibilitat és limitada, la qual cosa obliga en la majoria dels casos a efectuar transbordaments i connexions amb altres mitjans, cosa que allarga el temps de transport i el seu cost.

Fins fa poc, aquest mitjà de transport era de titularitat estatal pel que fa a les vies, la tracció i la gestió. Amb l'alliberament dels transports, ja és possible la gestió de *trens bloc* per operadors privats, amb vagons i tracció pròpia, i pagament d'un cànon per l'ús de les vies a l'empresa de propietat estatal (amb l'obtenció prèvia del *grafiat*, és a dir, l'autorització d'uns horaris i uns trajectes per a l'ús de les vies que són propietat de l'empresa estatal).

L'ample de via espanyol és diferent del de l'Europa occidental. Però aquest inconvenient ha estat mitigat, en part, des de la creació de TRANSFESA, que va idear un sistema de canvi d'eixos –si bé no per a tot tipus de vagons– a la frontera francoespanyola que permet el canvi de vies en pocs minuts.

Els tipus de transport per ferrocarril més freqüents es poden classificar, també, segons diversos criteris:

- Segons la forma de contractació:
  - Transport propi, si les mercaderies transportades pertanyen a la mateixa empresa que les transporta.
  - Transport contractat, si les transporta una altra empresa (agència de transports) que es contracta perquè efectuï el transport.

- Segons la propietat dels mitjans:
  - Transport amb material propi (tractores i vagons).
  - Transport amb material subcontractat.

- Segons l'àmbit geogràfic:
  - Transport nacional.
  - Transport internacional.

- Segons la classe de servei:
  - Servei regular, quan el transport s'ajusta a normes de rutes, horaris definits, dates preestablertes, etc.
  - Servei discrecional, si es realitza de forma esporàdica i atenent les necessitats puntuals.

- Segons el règim de càrrega:
  - Càrrega completa, quan la mercaderia que transporta el tren pertany a un únic contractant.
  - Càrrega fraccionada, quan la mercaderia que transporta el tren pertany a diversos contractants.

- Segons el tipus de càrrega:
  - Transport de líquids a granel.
  - Transport de sòlids a granel.
  - Transport de càrregues fraccionades.
  - Transport de càrregues unitizades.
  - Transport de càrregues especials.

- Segons el tipus de vagons
  - Vagons convencionals (oberts o tancats).
  - Vagons frigorífics.
  - Vagons compartimentats.
  - Vagons cisterna.
  - Vagons tremuja.
  - Vagons portavehicles.

Contingut complementari

Alguns exemples actuals de serveis regulars de trens bloc realitzats per operadors privats són, entre d'altres, les línies:

- Barcelona-Lisboa,
- Barcelona-València,
- Barcelona –Rotterdam, i
- Barcelona- Madrid

El transport ferroviari té els següents avantatges principals:

- El cost és mitjà baix.

- És molt apte per a càrregues massives i de baix valor per densitat i volum, i per a llargues distàncies.
- La penetració és bona ja que les estacions estan situades en el centre de les principals zones econòmiques.
- L'efecte contaminant és escàs.

I com a inconvenients més notables:

- Accessibilitat limitada.
- Ample de via espanyol diferent que el d'Europa Occidental.
- Temps de lliurament de porta a porta lent.
- Exigència de terminals especialitzades.

2.3. Transport marítim

El transport marítim ha disminuït molt històricament. Resta pràcticament relegat al transport internacional o interinsular, ja que, encara que els costos per t/km són molt baixos, el sistema és en general lent i poc fiable a causa de les múltiples contingències del trànsit marítim (estat de la mar, congestions a les parades, etc.). Tanmateix, continua essent la manera ideal per al transport de gran volum i poc valor, com per exemple el carbó, els minerals, els cereals, els hidrocarburs, etc., i també productes de més valor transportats en contenidors ISO.

L'estandardització dels contenidors ha fet possible l'existència de vaixells que poden arribar a transportar fins a 18.000 contenidors de 20 peus (6 x 2,5 x 2,5 metres i capacitat per a unes 25 t), amb la qual cosa ha facilitat el tràfic internacional. El transport d'aquests contenidors a vegades s'efectua sobre plataformes semiremolcs per a ser recollits per tractores i portar-los fins a la seva destinació per carretera.

Les tècniques de manipulació de càrregues a les parades, especialment contenidoritzades, han millorat recentment de forma substancial, i faciliten les operacions d'estiba i desestiba, cosa que redunda en una major eficàcia, una disminució de costos i una reducció de l'estada dels vaixells als ports.

Representa aproximadament el 20% del tràfic interior espanyol.

Les modalitats de transport marítim són moltes:

- Segons la forma de contractació:
  - Transport propi, si les mercaderies transportades pertanyen a la mateixa empresa que les transporta.

– Transport contractat, si les transporta una altra empresa (agència de transports) que es contracta perquè efectuï el transport.

- Segons la condició contractual relativa a la càrrega i descàrrega de la mercaderia als ports:
  – Condicions *fios* (*free in-free out*), que significa que la responsabilitat d'aquestes operacions de càrrega i descàrrega són per compte del titular de la mercaderia.
  – Condicions *liner-terms*, que significa que les operacions d'estiba i desestiba, des de bodega del vaixell fins a l'extrem del vaixell o viceversa, són responsabilitat de l'armador, el cost del qual inclou en el noli.

Contingut complementari

Les agències de noliejaments són empreses que actuen com a *brokers* o mitjancers entre armadors, amb disponibilitat de vaixells en un moment i àrea determinats, i carregadors o empreses de transport marítim amb necessitat de vaixell.

- Segons la propietat dels mitjans:
  – Transport amb vaixells propis (l'armador és l'empresa que transporta).
  – Transport amb vaixells noliejats (l'empresa propietària de la mercaderia o l'empresa transportista contracta a un armador la disponibilitat del vaixell).

El noliejament, arrendament o xàrter d'un vaixell és un contracte entre el noliejant, navilier o armador, i el noliejador, usuari directe o no. Consisteix en el lloguer d'un vaixell, amb tripulació o no (*noliejament a casc nu*), per a un viatge, per a un viatge rodó (*round trip*), per a viatges successius, o per un període determinat (*time charter*). Es materialitza amb la corresponent *pòlissa de noliejament* en la qual es detallen les condicions del contracte (lloc i data de lliurament del vaixell, capacitat de càrrega, responsabilitat de la càrrega o descàrrega de la mercaderia, etc.).

- Segons l'àmbit geogràfic:
  – Transport de cabotatge.
  – Transport internacional.

- Segons la classe de servei:
  – Servei de línia regular, quan el transport s'ajusta a normes de rutes i dates aproximades preestablertes.
  – Servei discrecional, si es realitza de forma esporàdica i atenent les necessitats puntuals (en general es contracta per a càrregues massives i especials).

- Segons el règim de càrrega:
  – Càrrega completa o massiva, quan la mercaderia que transporta el vaixell o una bodega del vaixell pertany a un únic contractant o a uns quants.
  – Càrrega fraccionada, quan la mercaderia que transporta el vaixell o una bodega del vaixell pertany a diversos contractants.

- Segons el tipus de càrrega:
  – Transport de líquids a granel (químics, hidrocarburs, gas líquid, etc.).
  – Transport de sòlids a granel (cereals, minerals, etc.).
  – Transport de càrregues fraccionades (ferros i acers en planxes, barres o bobines, paper en bobines, etc.).

  - Transport de càrregues unitizades (en contenidors, en palets, en *big bags*, etc.).
  - Transport de càrregues especials.

- Segons el tipus de vaixell:
  - *Bulk carriers* (dissenyats especialment per a càrregues a granel, líquides o sòlides).
  - Vaixells portacontenidors.
  - Vaixells convencionals (amb bodegues i entrecobertes separadores).
  - Vaixells *roll-on, roll-off*, dissenyats per al transport de càrregues sobre mitjans rodadors per al transport terrestre (plataformes, semiremolcs), o per a vehicles (vagons, camions, maquinària per a obres públiques, etc.). Disposen d'una rampa situada normalment a la popa del vaixell.
  - *Car carriers*, amb pisos entrecobertes molt baixos, especials per a automòbils.

Contingut complementari

Tots els armadors designen una empresa perquè actuï com a agent o representant seu en un port. Aquestes empreses s'anomenen *consignataris de vaixells*. Són les encarregades de l'atenció i la cura del vaixell, de la seva tripulació als ports i del control de les operacions en aquests.

El transport marítim té com a principals avantatges:

- Té un cost t/km baix.
- És molt apte per a càrregues massives i de baix valor per densitat i volum i per a llargues distàncies.
- Té gran capacitat ja que hi ha vaixells amb fins 80.000 t de capacitat per a mercaderia general i fins 150.000 t per a mercaderia a granel (els grans petroliers).
- L'efecte contaminant és escàs.

I com a inconvenients més notables:

- És lent.
- La disponibilitat i seguretat del servei depenen molt de l'estat de la mar i altres factors no previsibles (situació del trànsit i clima laboral als ports, per exemple).
- Exigeix infraestructures molt costoses (ports artificials amb capacitat i calat suficient).
- Exigeix terminals molt especialitzades.

En l'actualitat les empreses especialitzades en l'estiba i desestiba de vaixells que exploten les terminals portuàries són empreses de capital intensiu que impliquen grans inversions en material, maquinària i magatzems.

Cal tenir en compte que per a manipular els contenidors dels vaixells són necessàries grues molt costoses (5 milions d'euros aproximadament per a poder operar els grans vaixells anomenats *postpanamax*), diversos *transtainers* (700.000 euros aproximadament), diversos *van carriers* (500.000 euros per unitat aproximadament), diversos elevadors pesats (al voltant de 300.000 euros), etc.

Actualment, als ports més desenvolupats les terminals portuàries estan molt especialitzades en un tipus de càrrega determinada, ja que la inversió que requereix cada tipus impedeix que siguin "multipropòsit".

Per a manipular mercaderies a granel també es necessiten inversions molt costoses en grues, "culleres", *pops*, cintes transportadores, *chuponas*, etc.

Encara que també molt costoses, les inversions necessàries per a operar amb vaixells de mercaderia general són menors –necessiten, a més de grues, pinces, plataformes transportadores, elevadors de diferents capacitats, etc. També són menors les inversions amb vaixells *roll-on/roll-off* (plataformes transportadores, tractores o *tug-masters*, etc.).

I aquesta especialització no és només per raó de la inversió, sinó també pels mètodes i tecnologia (informàtica i telemàtica) exigida, com és el cas de les terminals especialitzades en automòbils.

2.4. Transport aeri

Per la rapidesa i la fiabilitat, aquest tipus de transport és adequat per a productes d'alt valor i en aquells casos en què la urgència és crítica (per exemple, tramesa d'una peça de recanvi sense la qual no pot funcionar un motor o una cadena de muntatge, o tramesa de productes peribles).

És la manera més cara des del punt de vista del cost t/km, però la seva utilització és cada vegada més extensa a causa dels estalvis potencials derivats de les conseqüències d'una reposició ràpida del producte. Tanmateix, encara representa un percentatge molt baix respecte al total de les mercaderies transportades (inferior a l'1%).

El moviment de les mercaderies se sol realitzar mitjançant contenidors que permeten càrregues i descàrregues ràpides.

Les instal·lacions que componen el transport aeri són les vies aèries i els aeroports. Com que l'espai aeri és un recurs natural, no es requereix cap inversió substancial. No obstant això, els governs costegen gran part dels ajuts a la navegació per a guiar els avions en els seus vols (estacions de ràdio, balises indicadores, radar, torres de control, etc.) i defineixen rutes o vies al cel.

L'equip per al transport aeri està constituït, principalment, per l'avió i l'equip operatiu a terra. El cost elevat de l'avió comercial i la mercaderia relativament escassa que pot transportar són fets que no ha impulsat l'aparició d'avions específics per a transportar càrrega. No obstant això, ja hi ha aparells dissenyats per a una finalitat multiús que es poden utilitzar per a passatgers durant el dia i es converteixen en avió de càrrega per les nits (Boeing 727QC).

Boeing 727QC

Contingut complementari

Empreses de *handling*, amb material i magatzems adequats especialitzades en la càrrega i descàrrega de mercaderies als aeroports són contractades per les companyies aèries per a aquesta finalitat a cada aeroport.

Si tenim en compte que al temps del vol cal sumar el de les operacions a terra, i que aquestes són els components més lents de tot el procés del transport de porta a porta, el *temps de lliurament* es pot comparar a un bon transport per carretera o tren en les distàncies més curtes.

Els tipus de transport aeri més freqüents no són tan variats com els d'altres tipus de transport:

- Segons la forma de contractació:
  - Transport propi, si les mercaderies transportades pertanyen a la mateixa empresa que les transporta (casos rars).
  - Transport contractat, si les transporta una altra empresa (agència de transports) que es contracta perquè efectuï el transport.

- Segons la propietat dels mitjans:
  - Transport amb avions propis
  - Transport amb avions subcontractats.

- Segons l'àmbit geogràfic:
  - Transport nacional.
  - Transport internacional.

- Segons la classe de servei:
  - Servei de línia regular, quan el transport s'ajusta a normes de rutes, horaris definits, dates preestablertes, etc.

  - Servei xàrter, si es realitza de forma esporàdica i atenent les necessitats puntuals.

- Segons el règim de càrrega:
  - Càrrega completa, quan la mercaderia que transporta l'avió pertany a un únic contractant.
  - Càrrega fraccionada, quan la mercaderia que transporta l'avió pertany a diversos contractants.

- Segons el tipus d'avions:
  - Avions mixtos (passatgers i càrrega).
  - Avions multiús (de passatgers, convertibles per a càrrega).
  - Avions de càrrega.

Com a principals avantatges del transport aeri, esmentem els següents:

- La tramesa és ràpida.

- És molt apte per a productes peribles, càrregues urgents i d'elevat valor per densitat i volum i per a llargues distàncies.

- La fiabilitat és bona (no obstant això, el tràfic aeri és molt sensible a possibles problemes mecànics, condicions meteorològiques i congestió de trànsit).

- La qualitat comparativa és bona quant a pèrdues i danys a la càrrega, i exigeix menor empaquetament i protecció.

I com a inconvenients més notables:

- L'accessibilitat és limitada.

- El temps de lliurament de porta a porta és lent per a distàncies curtes.

- Exigeix grans terminals especialitzades.

- La penetració és dolenta, ja que els aeroports no estan situats en el centre de les principals zones econòmiques.

- Les possibilitats de connexió amb altres tipus de transport són dolentes.

- El cost t/km és elevat.

- Hi ha limitacions per a cert tipus de càrrega a causa de la mida i la resistència del pis de les bodegues, etc. Aquest aspecte es va solucionant amb els avions moderns i més grans.

Contingut complementari

Grans avions especials per a càrrega, com el Boeing 747 o el Lockheed 500, i amb capacitat d'entre 125 i 150 t, permeten superar alguns dels problemes del transport aeri a causa de les limitacions per a certes càrregues de pes i volum excessius.

Boeing 747

Lockheed 500

2.5. Transport fluvial

És un tipus de transport normalment complementari i amb molts aspectes comuns amb el transport marítim, especialment utilitzat per a mercaderies de gran volum, de baix valor i no peribles, i de baix cost t/km.

Contingut complementari

Hi ha una línia regular Lió-Barcelona amb vaixells adequats per a navegar pel Roine i per la Mediterrània sense solució de continuïtat.

Algunes zones importants del món (Europa central amb la connexió Rin-Danubi i la xarxa francobelga; els EUA amb els Gran Llacs i el riu Mississipí; la Xina amb el Yang-Tsé-Kiang; etc.) estan servides per vertaderes xarxes arterials per les quals circulen vaixells i barcasses dissenyades especialment segons les característiques de cada riu.

Exemple

El port fluvial de Toledo (Ohio) és un centre (*hub*) de tràfic de primer ordre localitzat en la intersecció de les majors rutes fluvials nord-americanes: el sistema dels Grans Llacs, el del riu Sant Llorenç i el dels rius Mississipí-Missouri.

El tràfic fluvial requereix l'existència, al llarg del riu, de zones industrials i agrícoles desenvolupades, i d'algun port important a la desembocadura.

A més dels canals naturals –la majoria– i els artificials, aquest tipus de transport requereix unes altres instal·lacions, com són els ports, les terminals i els diferents ajuts a la navegació.

Contingut complementari

Un remolcador que arrossegui fins a un màxim de 40 gavarres a 1.600 t per gavarra, equival a 100 trens de 16 vagons de càrrega.

L'equip usat per al transport fluvial és de dos tipus:

- Vaixells de poc calat dissenyats específicament per a manejar càrregues voluminoses (gra, minerals, etc.).

- Gavarres, mitjà avantatjós especialment pel seu petit calat (no pas més de 12 peus), que no podrien navegar en mar oberta. El transport en gavarres se sol realitzar amarrant-ne juntes unes quantes i emprant un remolcador per a traslladar-les. És possible amarrar entre 30 i 40 unitats a un sol remolcador.

3. Multimodalitat

3.1. Gestió multimodal

La recerca constant d'una economia major ha despertat l'interès per la idea de coordinar els serveis amb més d'un mitjà de transport. La característica més important de la coordinació és la llibertat en l'intercanvi d'equip entre els diferents mitjans.

El transport multimodal es defineix originalment com el transport de mercaderies per dos o més mitjans diferents de transport amb un mateix contracte de transport, des d'un lloc en què l'operador pren la mercaderia sota la seva custòdia, fins a un altre lloc en què la lliura. Posteriorment, aquesta mateixa denominació s'ha emprat per al mateix transport amb mitjans diferents en què la responsabilitat del transport se segmenta mitjançant contractes separats per a cada mitjà.

L'èxit recent d'aquesta multimodalitat de transport està estretament lligat al desenvolupament de recipients estandarditzats per a contenir càrregues, com els palets de mesures estàndard.

Exemple

L'anomenat palet europeu de 0,80 per 1,20, els contenidors (especialment els de 20 peus, de 2,4 per 2,4 per 6,00, i de 40 peus de 2,5 per 2,5 per 12), les caixes mòbils (caixes de camions sense el xassís del remolc), i les plataformes remolc i semiremolc (sense la tractora), són capaços de ser traslladats d'un mitjà de transport a un altre sense necessitat de fer cap manipulació de les mercaderies contingudes en aquests recipients portadors de la càrrega.

Els contenidors i caixes mòbils, que poden estar precintats, permeten el trànsit duaner de forma ràpida per diversos països. El transport de càrrega en contenidors evita el maneig costós de petites unitats en els punts de transferència entre mitjans, i ofereix la possibilitat del servei de porta a porta si es combina el transport d'un mitjà (vaixell, tren o avió) amb el transport per carretera.

Contingut complementari

És molt important que un transitari internacional tingui coneixements de la infraestructura del transport nacional i internacional per a conèixer-ne les característiques i limitacions (estructura, accessibilitat, peatges, centres de comunicació, velocitats, horaris, limitacions de càrrega, calats, etc.).

El transport multimodal està íntimament lligat a la història de la contenidoritzacció, fins al punt que els mitjans de transport són dissenyats i adequats als contenidors a fi de millorar la capacitat de transport d'aquests mitjans i de reduir el cost del transport.

L'"invent" del contenidor va suposar una revolució en els sistemes de transport, quan el 26 d'abril de 1956, va salpar de Port Newark (Nova Jersey) un vaixell Ideal X amb 58 contenidors transportats per Malcom P. McLean, transportista de carretera nord-americà. Es concebia una cadena integrada, inicialment terrestre i marítima. A causa de l'èxit d'aquesta primera operació, les empreses van començar a desenvolupar i invertir en nous mitjans concebuts per a aquesta nova unitat de càrrega, en nous equips de manipulació d'aquestes, en terminals portuàries i interiors especialitzades i en sistemes de seguiment i control amb mitjans informàtics.

Els enormes avantatges de la contenidoritzacció són, entre d'altres, els següents:

- Reducció dels temps de càrrega i descàrrega (fins al 70%).
- Reducció de les manipulacions amb les mercaderies (també fins al 70%).
- Escurçament dels terminis de transport.
- Reducció dels costos de transport.
- Simplificació documental.
- Reducció de controls i inspeccions gràcies al precinte.
- Millor seguiment del control de la mercaderia, gràcies a la possibilitat d'informatitzacció.
- Reducció dels robatoris i danys.

Tots aquests avantatges tenen sentit si la unitat de càrrega (el contenidor) conserva la integritat durant la major part de l'itinerari del transport i no es produeix *ruptura de la càrrega*.

L'èxit del transport multimodal no hauria estat possible sense els avenços informàtics i telemàtics, com l'intercanvi electrònic de dades (EDI) que ha permès una reducció important del volum d'informació en paper.

En el cas del transport multimodal, l'EDI permet:

- identificar automàticament un contenidor (per mitjà de codi de barres), ubicar-lo i localitzar-lo en una terminal o en un *depot*;

- que els vaixells puguin transmetre a les terminals portuàries dades de posició i estiba dels contenidors a bord per a una descàrrega més ràpida;

- controlar a distància la temperatura dels contenidors frigorífics;

- que les terminals preparin i assignin l'equip de manipulació necessari per a la descàrrega amb anticipació, i

- canalitzar la documentació.

Contingut complementari

L'exigència creixent de la normativa sociolaboral del transport per carretera (implantació del tacògraf digital, directiva de la CE sobre la regulació dels temps de treball, etc.) promou la multimodalitat.

Hi ha cinc combinacions de serveis coordinats multimodals: tren-camió, tren-vaixell, tren-avió, camió-vaixell, camió-avió, si bé no totes tenen la mateixa acceptació. Les més utilitzades –i gairebé de manera exclusiva– són les combinacions tren-camió, i vaixell-camió.

Exemple

La companyia Sea Train Lines, per a evitar un *transit time* de 30 dies per a transportar mercaderia des de Tòquio fins a Nova York a través del Canal de Panamà, va iniciar el 1971 un servei multimodal. Combinava transport marítim amb carretera i ferrocarril des dels ports de la costa oest, i amb això reduïa la durada del transport entre 7 i 10 dies.

TECO és un servei de RENFE que ofereix una xarxa de transport integrat bimodal tren-carretera, per ferrocarril entre estacions condicionades per a la transferència de contenidors entre els dos tipus de transport, i transport per carretera des d'aquestes estacions fins als punts de destinació o des dels punts d'origen.

Tren TECO

La naviliera Grimaldi Group ha establert una línia amb un vaixell tipus *ro-ro* per al transport de fins a 1.700 metres lineals de "càrrega rodada" –la qual cosa suposa 110 vehicles tipus tràiler i 100 turismes aproximadament– entre Barcelona i Roma (18 hores de navegació) amb tres sortides per setmana. Aquest és un exemple de l'anomenat *short sea shipping* pel qual aposta la CE com a element de sostenibilitat i per a alleujar alguna de les carreteres europees totalment saturada.

Un altre exemple de les anomenades *autopistes del mar* és la línia combinada de passatgers i càrrega rodadora entre Gènova i Barcelona. Aquesta línia accepta remolcs no acompanyats per a ser arrossegats per tractores des del vaixell fins a la seva destinació i també tràilers acompanyats amb conductor a qui s'ofereix una cabina per al descans durant el transport per mar.

La companyia naviliera Sealand ha estat una companyia especialitzada en el trànsit marítim de contenidors sobre plataformes rodadores amb vaixells convencionals, és a dir, carregats aquests conjunts mitjançant grues (no rodant). Tan bon punt el conjunt és descarregat al port, és enganxat per una tractora per al transport terrestre fins a la destinació.

El *short sea shipping* (SSS) és molt recomanable ja que, malgrat els seus defectes (més lent que la carretera i menys àgil), soluciona la crisi prevista del transport mitjançant la seva racionalització en un entorn de desenvolupament sostenible. És a dir, elimina la congestió de les infraestructures actuals amb mitjans molt més nets i ecològics i amb un cost menor.

3.2. Plataformes logístiques

L'objectiu de reduir els *transit times* s'ha convertit en un objectiu bàsic a l'hora de competir entre tipus de transport i entre empreses i operadors de transport.

Per a la reducció dels *transit times* és necessari, no només que hi hagi formes de transport cada vegada més ràpides (augmentar la velocitat dels trens, la dels vaixells, i de la circulació per carretera), sinó també:

- Reduir els temps per a la càrrega, descàrrega i lliurament de les mercaderies.
- Reduir els temps necessaris per al canvi de forma de transport en els casos de transport multimodal.
- Tot això, sense menyscabar –és a dir, millorant-la– la qualitat dels lliuraments (eliminació d'errors, informació precisa i exacta, etc.).

Amb l'objectiu de reduir el temps per a la manipulació de la mercaderia a l'inici del transport i al final, i per a la transferència de la mercaderia entre tipus de transport diferents, i amb l'objectiu d'accelerar i millorar la qualitat dels lliuraments, s'han creat una sèrie d'infraestructures denominades *plataformes logístiques*.

Aquesta reducció de temps coincideix, alhora, en una reducció de costos causada, en general, per la subcontractació d'activitats a empreses que operen en aquestes plataformes logístiques, com a conseqüència de la seva especialització i de les economies d'escala, ja que operen amb grans volums gràcies a la consolidació de productes diferents.

Les plataformes logístiques són centres, amb una àrea més o menys extensa, dins dels quals s'ubiquen diferents empreses amb activitats logístiques molt concretes i especialitzades:

- Contractació de transports.
- Emmagatzematge de mercaderies.
- *Cross-docking*, és a dir, consolidació de mercaderies per a una destinació determinada.
- *Picking* o preparació de comandes.
- Operacions anomenades *de valor afegit*: muntatges, acabats, personalització dels productes, etc.
- Transferència de mercaderies entre mitjans de transport de maneres diferents.

Gràcies al fet de compartir espai comú, en aquests centres es produeixen sinergies.

Hi ha varietats diferents de plataformes logístiques. Els tipus més comuns són:

- Zones d'activitats logístiques (ZAL).
- Centres integrats de mercaderies (CIM).
- Ports secs.
- Zones franques.

Zones d'activitats logístiques (ZAL)

Les ZAL són punts de connexió i articulació de xarxes de transport de diferents tipus, on se situen serveis logístics molt variats: emmagatzematge i estocatge, preparació de comandes, controls de qualitat, manipulacions industrials, embalatge, gestió d'informació, etc.

També es desenvolupen en la mateixa àrea serveis complementaris com ara els bancaris, d'hoteleria i restauració, de lloguer de maquinària per a manutenció, de reparacions per a la maquinària, de comunicacions per fibra òptica, servei de pàrquing i servei d'estació per a camions, etc.

Aquesta multiplicitat de serveis és el que diferencia les ZAL d'un altre tipus de plataformes logístiques.

Un dels principals objectius de les ZAL és oferir uns serveis a les PIME que no tindrien a l'abast d'una altra manera.

Al costat dels ports de primer ordre –o gairebé, a tots– (Rotterdam, Hamburg, Anvers, Felixtown, Barcelona, València, etc.), s'estan creant plataformes ZAL, especialment si estan a prop d'un aeroport.

Centres integrats de mercaderies (CIM)

Són plataformes logístiques localitzades a prop de les grans ciutats amb nivells de producció i consum elevats i amb una bona connexió a la xarxa general de carreteres.

La seva finalitat fonamental és l'intercanvi unimodal, de camió gran a camió petit, amb la qual cosa eviten la circulació de camions pesants dins de les ciutats. Per tant, podem dir que manquen d'una de les característiques d'una vertadera plataforma logística: l'intercanvi multimodal. No obstant això, n'hi ha algunes que tenen aquesta qualitat, ja que el ferrocarril arriba fins al recinte.

En aquests centres s'efectua la *ruptura de la càrrega* amb serveis logístics complementaris, com el servei d'informació i contractació de càrregues, d'atenció al conductor, pàrquing, servei d'estació, *picking*, etc. Tota aquesta comunitat de serveis en un espai concret redunda en sinergies i estalvi de costos.

Exemple

Són exemples de centres integrats de mercaderies els de Garonor i Sogaris, a prop de París; el Centre de Transports de Madrid i el CIM del Vallès, a prop de Barcelona.

El grup immobiliari INBISA invertirà 9,6 milions d'euros en un parc logístic de 35.853 metres quadrats a la localitat catalana de Brafim (Tarragona), que es preveu que sigui operatiu al final del 2004. Tindrà una superfície construïda de 51.511 metres quadrats i disposarà de 35 molls de càrrega i d'un espai d'aparcament per a 216 vehicles. La ubicació d'aquesta plataforma afavoreix la distribució a tota la península de les mercaderies que arribin per carretera des d'Europa, i també per a aquelles mercaderies que entrin pels ports espanyols de la Mediterrània, com València, Barcelona i Tarragona.

Ports secs

Aquesta denominació procedeix del fet que aquestes plataformes logístiques poden ser considerades com una àrea d'extensió d'un port situada en l'interior, unida amb aquest per trens complets *non stop*.

Puerto Seco de Azuqueca de Henares (Madrid)

Són, per tant, plataformes bimodals la principal finalitat de les quals és l'estocatge de contenidors i la transferència tren-camió d'aquests.

Situades en punts estratègics com a centres de comunicació per al transport terrestre, en aquestes plataformes s'efectua, a més, consolidació i desconsolidació de contenidors, per la qual cosa es realitzen ruptures de càrregues.
En aquests ports secs es concentren empreses especialitzades a oferir els serveis logístics necessaris per a aquesta bimodalitat tren-carretera: càrrega i descàrrega de contenidors a vagons i a camions amb maquinària adequada, magatzems, servei d'informació, servei de contractació, etc.

Contingut complementari

El port sec de Palència de Venta de Baños està llanguint esperant que els ports asturians de Gijón i Avilés decideixin si portaran o no a la pràctica la seva vella idea de canalitzar-hi les seves mercaderies. El port de Santander està pensant a utilitzar aquesta instal·lació.

Exemple

Un exemple de port sec és el Port Sec de Coslada, a prop de Madrid, amb un moviment anual previst per al 2004 de 20.000 TEU aproximadament (un TEU equival a un contenidor de 20 peus, i un de quaranta peus són dos TEU). El corredor ferroviari amb València significa el 50% aproximadament d'aquest tràfic. El corredor amb Algesires representa el 20% aproximadament. Amb Barcelona el 18%, i amb Bilbao el 9%.

L'anomenat Port Sec Santander-Ebre, situat a prop de Saragossa i promogut per l'Autoritat Portuària de Santander, n'és un altre exemple.

I com a exemple –no d'una realitat, sinó d'un projecte que demostra la inquietud actual per a promocionar aquest tipus de plataformes logístiques– hi ha el propòsit de crear un port sec a Salamanca pels ports d'Aveiro i Leixoes (Porto), per a canalitzar les mercaderies procedents d'aquestes localitats portugueses. Es tracta d'una àrea de 40 hectàrees enclavada dins de les 140 hectàrees de la Zona d'Activitats Logístiques de Salamanca (ZALDESA).

Zones franques

Són àrees amb avantatges duaners i fiscals per a tràfics d'importació-exportació amb països no comunitaris.

L'exempció temporal del pagament d'impostos i drets aranzelaris provoca la concentració en aquestes àrees d'empreses d'emmagatzematge i de transformació de mercaderies; de tràfic de transport per carretera; d'accés del ferrocarril, i d'oferta de serveis logístics complementaris. Tot això les converteix en vertaderes plataformes logístiques, encara que manquen, a vegades, dels avantatges d'una terminal intermodal.

Altres plataformes logístiques

Amb els quatre tipus de plataformes logístiques que hem esmentat, no s'esgota la capacitat d'imaginar sistemes i combinacions per a concentrar en espais concrets activitats logístiques variades i terminals d'intercanvi modal.

Un port és una plataforma logística complexíssima que concentra dues maneres de transport (el marítim i el de carretera) i, en la majoria de casos, fins a tres (el transport ferroviari, també). Es comprèn aquesta complexitat si tenim en compte que s'hi concentren empreses d'índole molt diversa especialitzades en activitats logístiques i complementàries com ara:

- Estiba i desestiba, i càrrega i descàrrega de camions i vagons.
- Manipulació de mercaderia.
- Emmagatzematge (convencional i frigorífic).
- Dipòsit, custòdia i reparació de contenidors.
- Elaboració de processos de valor afegit.
- Consignataris i agents marítims.
- Transitaris internacionals.
- Empreses i agències de transport.
- Empreses de remolcadors.
- Agències de duana.
- Empreses de lloguer de materials i maquinària especialitzada (grues, elevadors, etc.).
- Empreses d'embalatges.
- Empreses de subministraments a vaixells.
- Drassanes i tallers de reparació de vaixells, camions i maquinària.
- Empreses de supervisió i control.
- Bars, restaurants, hotels i agències de viatges.
- Empreses de salvament, de busseig, de recollida de residus, de neteja de bodegues i cisternes, etc.

Així mateix, un aeroport és una plataforma logística d'intercanvi modal avió-carretera on es realitzen activitats tan variades com les que es fan en un port.

Activitats logístiques multipropòsit i multimodal en ports i aeroports

Una terminal de contenidors, com l'explotada per l'empresa TCB S. A. al port de Barcelona, a més d'estar especialitzada en la càrrega i descàrrega de contenidors entre vaixells i camions, gestiona l'emmagatzematge i la custòdia dels contenidors; informa de la situació, estat i ubicació dels contenidors en temps real; repara els contenidors avariats; carrega i descarrega contenidors en els vagons; disposa d'elements de tracció per a desplaçar vagons i trens sencers dins la terminal, i consolida i desconsolida mercaderies en contenidors.

Contingut complementari

El *short sea shipping* (SSS) obligarà que els ports que estan situats a les anomenades *autopistes del mar* esdevinguin plataformes logístiques molt àgils i eficaces.

Autoterminal S. A., terminal especialitzada en automòbils al port de Barcelona, a més de carregar i descarregar vehicles en vaixells, vagons i camions, gestiona l'emmagatzematge i la custòdia dels vehicles; informa de la situació, estat i ubicació d'aquests en temps real; repara els vehicles avariats; efectua per delegació de les empreses automobilistes el PDI (*predelivery inspection*), desprotecció i desparafinament dels vehicles importats per tal de deixar-los llestos per a lliurar-los als particulars pels concessionaris; munta accessoris, o personalitza vehicles segons els països de destinació per instrucció dels fabricants de les cadenes de muntatge –de les quals surten sense diferenciacions accessòries. En definitiva, efectua, a més, moltes activitats de valor afegit.

Centres Logístics Aeroportuaris S. A. (CLASA), societat participada al cent per cent per l'ens públic AENA (Aeroports Espanyols), construeix, gestiona i promociona centres de càrrega de la xarxa aeroportuària d'AENA i les seves instal·lacions logístiques i intermodals. En el Centre de Càrrega Aèria de Madrid-Barajas hi ha operant més de 200 empreses en règim de concessió. Al de Barcelona-El Prat, n'hi ha 130 aproximadament. Aquestes empreses subministren serveis molt necessaris i variats, demanats actualment pel tràfic aeri i pel transport per carretera, amb magatzems moderns i amb tecnologia d'avantguarda (maquinària, instal·lacions i sistemes d'informació).

4. Gestió de rutes

El cost de transport sol representar entre una tercera i dues terceres parts del total dels costos logístics. D'altra banda, la quantitat de temps en què les mercaderies estan en trànsit implica una inversió en capital circulant, cosa que suposa una càrrega financera notable. És lògic, doncs, que hi hagi el propòsit primordial de tractar de reduir els costos i el temps emprats en el transport, decidint i seleccionant les rutes òptimes quan hi ha diverses rutes alternatives.

Hi ha diversos tipus de problemes a l'hora de decidir la ruta que convingui que segueixin els mitjans de transport d'una flota. Hem seleccionat els següents **problemes més freqüents** per a aportar alguns mètodes amb què resoldre'ls:

a) Elegir la ruta òptima que passi per una sèrie de nodes, des d'un punt d'origen a un de destinació diferent d'aquell.

b) Elegir la ruta òptima que passi per una sèrie de nodes quan els punts d'origen i de destinació coincideixen.

c) Elegir les rutes òptimes en el cas que hi hagi diversos punts d'origen en els quals hi ha flota de transport i càrrega, i diversos punts de destinació als quals transportar les mercaderies.

4.1. Origen i destinació diferents

Hi ha diverses tècniques per a solucionar aquest tipus de problemes, entre les quals podem citar la *programació dinàmica*, la *programació lineal*, o els algoritmes especialitzats.

Bibliografia

R. H. Ballou (1991). *Logística Empresarial. Control y planificación* (pàg. 479-482). Madrid: Díaz de Santos, S. A.

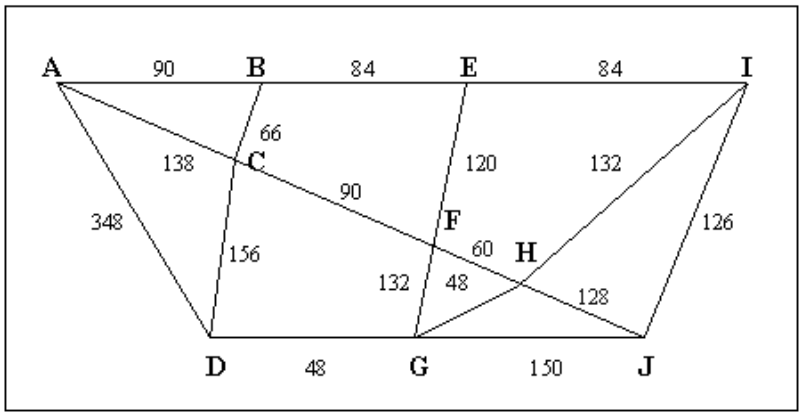
Un mètode generalment conegut, no matemàtic, és l'anomenat *mètode de la matriu*. Aquest mètode necessita retenir gran quantitat d'informació durant els càlculs, per la qual cosa no és particularment eficient en problemes d'una mida gran.

Encara que es denomina *mètode de la matriu* perquè per a la seva resolució s'acostumen a disposar les dades i conclusions en forma de matriu, nosaltres l'exposarem en "prosa" i de manera comentada.

Suposem que el problema és el representat per la figura següent:

Les xifres entre els nodes representen valors de distàncies, temps o costos segons quin sigui el criteri que s'utilitzi per a optimitzar (el temps o, a vegades, el seu valor analògic, la distància, o el cost). Per tant, per a referir-nos a aquestes xifres emprarem la paraula *valor*.

El problema consisteix a buscar l'enllaç més curt, breu o econòmic, des d'A fins a J. L'algoritme de solució és el següent:



- El primer node A s'identifica com a node resolt, ja que és l'origen.

- El node que produeix el valor mínim des d'A és el B, amb un valor de 90. Aquest node esdevé node resolt.

- El següent node no resolt, que produeix el valor mínim des d'A, és el C. El valor d'A a C és de 138, i passant per B és de 156 (90 + 66). De moment, la ruta òptima és l'A-C.

- El següent node no resolt que produeix el valor mínim des d'A és l'E, el valor del qual, des d'A, és de 174 (90 + 84). La ruta òptima, de moment, és l'A-B-E.

- Resolt el node E, el node no resolt que produeix el valor mínim des d'A és l'F, amb un valor des d'A, com a mínim, de 228 (138 + 90). De moment, la ruta elegida seria l'A-C-F.

- El node no resolt que produeix el valor mínim des d'A és l'I, amb un valor mínim des d'A de 258 (174 + 84). El node D dóna un valor de 294 des d'A, el node G com a mínim de 342 i el node H produeix el valor com a mínim de 288 d'A. La ruta òptima, de moment, és l'A-B-E-I.

- El node no resolt de valor mínim des d'A és l'H (228 + 60 = 288). La ruta òptima, de moment, seria l'A-C-F-H, ja que no hi ha cap node no resolt que disti d'A menys de 288.

- De les formes no resoltes, ni el D, ni el G ni l'H no donen un valor des d'A menor que l'I.

- El node que queda al final –i per tant és obligat– és el J. La ruta òptima és l'A-B-E-I-J, que dóna un valor des d'A (258 + 126 =384).

4.2. Coincidència dels punts d'origen i de destinació

Aquesta situació és tan comuna com el cas d'establir la ruta de lliurament òptim des dels magatzems a les tendes minoristes, o l'elecció de la ruta dels autobusos escolars, del repartiment de diaris i de la recollida d'escombraries.

L'objectiu, igual que en el cas anterior, és minimitzar el temps, la distància o el cost total del recorregut. Aquest problema és conegut com *el problema del viatjant*.

Hi ha diversos mètodes per a avaluar les diferents rutes alternatives i seleccionar l'òptima o una gairebé igual a aquesta.

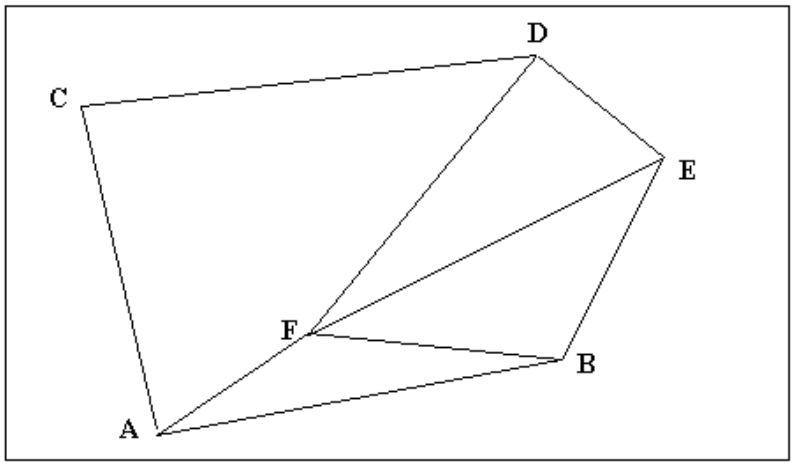
Bibliografia

E. A. Arbones Malisani (1990). *Logística empresarial* (pàg. 114-117). Barcelona: Marcombo S. A.

Entre aquests mètodes podem esmentar l'heurístic, el gràfic, l'aproximat i l'exacte. A l'hora de decidir quin mètode elegir s'ha de valorar tant l'eficiència del mètode com la qualitat de la solució obtinguda. Els procediments exactes garanteixen una solució òptima, però a canvi d'un temps de càlcul considerable. Al contrari, els procediments aproximats solen oferir solucions bones o properes a l'òptima, amb un temps de càlcul bastant reduït.

El mètode per a la resolució del problema que proposem aquí és un procediment iteratiu.

Suposem una xarxa de, per exemple, aeroports, com la que indica la següent figura, i que desitgem trobar la ruta més favorable (menys distant, més econòmica o més breu) que vinculi tots els nodes.



En primer lloc, hem de construir una matriu amb els valors dels recorreguts entre nodes. Als recorreguts entre nodes amb nodes intermedis col·loquem una X. Per exemple, la distància entre A i B és directa i el seu valor és 6, però la distància entre A i D és indirecta, ja que s'ha de passar pel node intermedi. En aquest cas a la matriu s'anota com a valor una X (vegeu la figura 4.3).

	A	B	C	D	E	F
A	0	6	7	X	X	1
B	6	0	X	X	6	2
C	7	X	0	8	X	X
D	X	X	8	0	2	7
E	X	6	X	2	0	4
F	1	2	X	7	4	0

El procediment consisteix a assajar totes les rutes possibles partint de cada node de la xarxa.

Considerem, primerament, com a punt de partida, el node A. Un primer tram podria ser el tram AB, el valor del qual és 6, però ens hem de preguntar si hi ha algun tram menor que vinculi A amb B. Per a respondre a aquesta qüestió hem d'assajar totes les combinacions.

- Anàlisi de la ruta AB

AA + AB = 0 + 6	D'A a A i d'A a B
AB + BB = 6 + 0	D'A a B i de B a B
AC + CB = 7 + X	D'A a C i de C a B
AE + EB = X + 6	D'A a E i d'A a B

AF + FB = 1 + 2 = 3	D'A a F i d'F a B

El valor menor és el 3, passant pel node F. Introduïm aquest valor en una segona matriu (figura 4.4).

- Anàlisi de la ruta AC

AA + AC = 0 + 7 = 7	D'A a A i d'A a C
AB + BC = 6 + X	D'A a B i de B a C
AC + CC = 7 + 0 = 7	D'A a C i de C a C
AD + DC = X + 8	D'A a D i de D a C
AE + EF = X + X	D'A a E i d'E a F
AF + FC = 1 + X	D'A a F i d'F a C

Escollim el valor menor, 7, i l'introduïm a la segona matriu.

- Anàlisi de la ruta AD

AA + AD = 0 + X = X	D'A a A i d'A a D
AB + BD = 6 + X	D'A a B i de B a D
AC + CD = 7 + 8 = 15	D'A a C i de C a D
AD + DD = X + 0 = X	D'A a D i de D a D
AE + ED = X + 2	D'A a E i d'E a D
AF + FD = 1 + 7 = 8	D'A a F i d'F a D

Escollim el valor menor, 8, passant per F, i l'introduïm a la segona matriu.

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
A	0	3F	7	8F	5F	1
B	3	0	13A	8E	6	2
C	7	13A	0	8	10D	8A
D	8F	8E	8	0	2	6E
E	5F	6	10D	2	0	4
F	1	2	8A	6E	4	0

La repetició del procediment amb tots els nodes considerats com a punt de partida ens permetrà completar la matriu segona.

Partint de la segona matriu, es repeteixen les valoracions de les rutes de cada parell de nodes, per exemple:

- Anàlisi de la ruta BC

BA + AC = 3 + 7 = 10	De B a A i d'A a C
BB + BC = 0 + 13 A = 13 A	De B a B i de B a C
BC + CC = 13 A + 0 = 13 A	De B a C i de C a C
BD + DC = 8 E + 8 E = 16 E	De B a D i de D a C
BE + EC = 6 + 10 D = 16 D	De B a E i d'E a C
BF + FC = 2 + 8 A = 10 A	D'A a F i d'F a D

I obtindrem la tercera i última matriu (vegeu la figura següent).

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
A	0	3F	7	7FE	5F	1
B	3F	0	10	8E	6	2
C	7	10AF	0	8	10D	8A
D	7EF	8E	8	0	2	6E
E	5F	6	10D	2	0	4
F	1	2	8A	6E	4	0

Que ens dóna la solució al problema plantejat. Elegim la combinació de nodes que presenten menors valors en aquesta matriu de la següent manera: el valor menor és la ruta d'A a F (valor 1); el següent, partint d'F, és la ruta FB (valor 2, ja que la ruta FA amb valor 1 ja està elegida); el següent, partint de B, és la ruta BE amb valor 6 (no podem elegir la BF, ja que el node F ja ha estat assolit anteriorment). La següent ruta amb menor valor partint d'E és ED amb valor 2; i la següent, partint de D, és DC amb valor 8.

La ruta elegida és, per tant: A-F-B-E-D-C-A

És evident que aquest mètode és molt reiteratiu i llarg quan el nombre de nodes d'una xarxa és molt gran.

4.3. Diversos punts d'origen i de destinació

Quan hi ha diversos punts d'origen de transport a múltiples punts de destinació, a més de trobar les millors rutes, també cal resoldre el problema de l'assignació de destinacions a cada punt d'origen. És el cas de poder assignar més d'un venedor o magatzem per a servir el mateix producte a més d'un client.

Bibliografia

E. A. Arbones Malisani (1990). *Logística empresarial* (pàg. 97-114). Barcelona: Marcombo S. A.

Aquest problema va ser resolt per primera vegada per F. L. Hitchcock, abans de veure que es tractava d'un problema general d'assignacions de recursos a diferents fins. El cas particular dels problemes anomenats *de programació lineal* han estat resolts mitjançant el mètode del símplex pel matemàtic G. B. Dantzig.

El que confereix interès especial al mètode que exposarem tot seguit és la possibilitat de resoldre'l d'una forma senzilla, sense necessitat de tenir uns coneixements matemàtics especials, gràcies a Dantzig. Aquest mètode es denomina *steeping stone* –és una mica així com imaginar que intentem creuar un rierol i només ho podem fer posant, a cada pas, un peu sobre cada llosa disponible.

Suposem que tenim tres centres de distribució (plataformes petrolíferes a l'Orient mitjà, per exemple), X, Y i Z; i tres punts de consum (refineries a Europa), A, B i C. Cada recorregut marítim de X a A, X a B, X a C, Y a A, Y a B, etc.; té un cost diferent. En X, Y i Z, hi ha unes disponibilitats (de productes, de recursos, o de mitjans) determinades. I en A, B i C, hi ha unes necessitats de consum (absorció de càrrega o capacitat de compra) limitades i específiques.

En primer lloc s'ha de construir el que es diu la *matriu de transport* com segueix: situant en l'extrem superior esquerre de cada casella el cost de transport de cada origen a cada destinació (vegeu la figura següent):

	Destinacions			
Orígens	**A**	**B**	**C**	**Disponibilitats**
X	3	4	3	30
Y	5	4	5	60
Z	4	6	5	110
Necessitats	50	70	80	200

El mètode prescriu que es comenci per assignar a la casella de l'extrem superior esquerre de la matriu la major quantitat de disponibilitats –que serà la quantitat que resulti menor de les disponibilitats d'X i les necessitats d'A– (vegeu la figura següent).

	Destinacions			
Orígens	**A**	**B**	**C**	**Disponibilitats**
X	3	4	3	~~30~~
Y	5	4	5	60
Z	4	6	5	110
Necessitats	~~50~~	70	80	200

Amb la qual cosa, les disponibilitats d'X són nul·les, i queden 20 unitats per a emplenar A.

A continuació s'ha d'assignar la major quantitat a la següent casella, XB. Però ja no és possible perquè d'X ja no poden provenir recursos. El mateix ocorre amb la casella XC.

Per tant, s'ha de continuar amb la casella AY, a la qual s'assignarà el màxim que es pugui, que és 20, amb la qual cosa ja estaran cobertes totes les necessitats d'A, i quedaran, només, 40 unitats de disponibilitats d'Y (figura 4.8).

Com que hem assignat la major quantitat de disponibilitats a la casella següent, YB, es consumeixen totes les disponibilitats d'Y, i faltaran 30 unitats per a cobrir les necessitats de B. Tot seguit, i considerant que no podem assignar cap quantitat a les caselles YC i ZA, s'assignaran a la casella ZB, com a màxim, les 30 unitats possibles, i podem assignar a la casella ZC les 80 unitats que Z necessita procedents de C (vegeu la figura següent).

	Destinacions			
Orígens	**A**	**B**	**C**	**Disponibilitats**
X	3 30	4	3	~~30~~
Y	5 20	4 40	5	~~60~~ ~~40~~
Z	4	6 10	5 80	~~110~~ ~~80~~
Necessitats	~~50~~ ~~20~~	~~70~~ ~~30~~	~~80~~	200

Aquesta primera assignació rep el nom de *solució bàsica*. Però aquesta solució no és, necessàriament, la que ocasiona un cost menor.

Es tracta ara de veure què succeiria si es modifica la primera solució bàsica, canviant d'assignació una unitat assignada.

Per això, primer s'assagen les repercussions en el cost si s'incrementa l'assignació de la primera casella en blanc (la XB) en una unitat. El que ocorreria és que el cost augmentaria en 4 - 3 + 5 - 4 = 2, en haver de restar una unitat de la casella XA i, com a conseqüència, haver-ne de sumar una a la casella JA i restar-ne una a la YB (vegeu la figura següent):

	Destinacions			
Orígens	**A**	**B**	**C**	**Disponibilitats**
X	3 30	4	3	30
Y	5 20	4 40	5	60
Z	4	6 30	5 80	110
Necessitats	50	70	80	200

Per tant, aquesta modificació no interessa a la solució bàsica, i s'ha de procedir a assajar amb una nova casella en blanc, com és la XC, cosa que produeix una alteració en els costos de 3 - 3 + 5 - 4 + 6 - 5 = 2 (vegeu la figura següent); modificació que, per tant, no interessa.

Es continua amb el procés i resulta que també produeix un increment dels costos el fet d'assignar una unitat a la casella YC, però en canvi, l'assignació d'una a la casella ZA produeix la següent disminució en els costos: 4 - 5 + 4 - 6 = - 3.

	Destinacions			
Orígens	**A**	**B**	**C**	**Disponibilitats**
X	3 30	4	3	30
Y	5 20	4 40	5	60
Z	4	6 30	5 80	110
Necessitats	50	70	80	200

Convé, doncs, modificar la primera solució bàsica en la major quantitat possible (determinada per la menor de les quantitats inscrites en les caselles d'on s'han de restar unitats com a conseqüència de l'increment de l'assignació a la casella ZA, en aquest cas, 20 unitats).

La segona solució bàsica seria, per tant, la següent (figura 4.11).

	Destinacions			
Orígens	**A**	**B**	**C**	**Disponibilitats**
X	3 30	4	3	30
Y	5	4 60	5	60
Z	4 20	6 10	5 80	110
Necessitats	50	70	80	200

Figura 4.11

Assolida la segona solució bàsica, es reitera el procediment.

Un augment en una unitat a la casella XB produeix una variació en els costos de 4 - 3 + 4 - 6 = - 1: a la casella XC una variació de 3 - 3 + 4 - 5 = -1; a la casella JA una de 5 - 4 + 6 - 4 = 3, i a la casella YC una de 5 - 4 + 6 - 5 = 2. S'han de menysprear aquestes dues últimes possibilitats, ja que encaririen el cost del transport.

Les dues primeres possibilitats, amb el mateix estalvi unitari, no són, malgrat això, equivalents en estalvi de costos totals, ja que mentre que la primera només permet un desplaçament de 10 unitats, la segona en permet variar 30. Serà aquesta, doncs, la modificació que cal introduir, de la qual obtenim la tercera solució bàsica (figura 4.12)

	Destinacions			
Orígens	**A**	**B**	**C**	**Disponibilitats**
X	3	4	3 30	30
Y	5	4 60	5	60
Z	4 50	6 10	5 50	110
Necessitats	50	70	80	200

Figura 4.12

Aquesta és la solució definitiva, ja que qualsevol modificació no produeix disminució dels costos.

(Assignació en la casella XA, 3 - 4 + 6 - 4 = 1)
(Assignació en la casella XB, 4 - 4 + 5 - 3 = 2)
(Assignació en la casella JA, 5 - 4 + 6 - 4 = 3)
(Assignació en la casella YC, 5 - 4 + 6 - 5 = 2)

S'ha de tenir en compte que en cada assaig d'una casella buida no es pot tenir en compte cap altra casella buida més per a introduir correccions, de manera que les addicions i sostraccions solament es poden fer en caselles en què

prèviament s'hagi inscrit alguna quantitat –d'aquí, el símil de l'encreuament d'un rierol posant a cada pas un peu sobre una llosa disposada amb aquella finalitat (casella plena).

Finalment, convé advertir que, en el cas que la suma de disponibilitats no sigui igual a la de necessitats, es recorre a la ficció de considerar orígens o destinacions imaginàries (una nova fila o columna) a què s'atribueixen les quantitats que falten o sobren perquè es produeixi la igualtat. Així complim el requisit formal.

5. Gestió de flotes

Per a gestionar eficaçment i eficientment una flota de transport és necessari resoldre tres tipus de problemes:

- Utilitzar eficientment la flota, elegint la ruta òptima d'entre diverses alternatives i minimitzant infrautilitzacions i inactivitats.

- Minimitzar la flota necessària per a unes necessitats determinades.

- Optimitzar els costos de possessió i ús de la flota, la qual cosa implica sanejar costos i efectuar les amortitzacions adequades i les reposicions en el moment òptim.

El primer d'aquests problemes ha estat àmpliament tractat en l'epígraf anterior quan ens hem referit a alguns mètodes i tècniques per a la solució d'algunes de les variants més freqüents d'aquest tipus de problemes.

La inactivitat d'un mitjà de transport es pot imputar a tres motius:

- Manteniment preventiu.

- Avaries i reparacions.

- Falta de càrrega, a causa d'estacionalitat i irregularitats en el flux de la demanda de transport.

Cal afegir-hi la necessitat d'evitar retorns de buit. D'aquí la importància que tenen els *centres de contractació de càrrega* de retorn per a camions que han descarregat en la destinació, o les *agències de noliejaments* per a posar en contacte els carregadors amb els vaixells que hi ha a prop de la càrrega.

Contingut complementari

L'anomenat *imbalanç*, és a dir, el desequilibri entre les possibilitats de càrrega en l'anada i de càrrega en el retorn encareix enormement el cost del transport. Ocorre, en moltes ocasions, que els preus que algunes empreses de transport ofereixen per a càrregues de retorn, i a fi de no tornar de buit, són molt econòmics.

Per a afrontar el segon tipus de problemes és necessari:

a) Assignar els mitjans mínims per a finalitats, rutes o combinacions d'aquestes, elegint la solució òptima dins de les diverses alternatives.

b) Jerarquitzar rutes i mitjans de transport segons la capacitat de càrrega.

c) Flexibilitzar la mida de la flota de transport al compàs de les necessitats, subcontractant-ne alguna part.

5.1. Assignació de mitjans de transport a les rutes

En el *problema del viatjant* tractat en l'epígraf anterior, se suposava que la capacitat de l'element de transport era suficient perquè se servissin tots els punts del recorregut, però quan el temps per a recórrer tota la ruta és molt alt, o la càrrega que s'ha de transportar excedeix la capacitat de l'element de transport, hi ha dues possibilitats:

- Una solució és que el mateix element de transport faci el recorregut diverses vegades.
- Una altra solució és, si hi ha una limitació de temps, disposar de més d'un vehicle (camió, vagó, vaixell o avió), i assignar una part de la ruta a cada un d'ells.

L'elecció d'una alternativa o de l'altra dependrà, en el cas que no hi hagi limitació temporal, de si els costos per quilòmetre o milla recorreguts són baixos respecte als costos de possessió de la flota.

Si s'opta per dividir una ruta en diverses parts per a assignar-les als diversos vehicles, les possibilitats i combinacions per a efectuar aquesta divisió són moltes.

S'han formulat diversos mètodes per a solucionar problemes d'aquest tipus. Donat un nombre fix de vehicles, hem de dissenyar una seqüenciació que doni lloc a rutes de cost mínim. D'entre aquests mètodes exposarem tot seguit l'anomenat *mètode de l'estalvi*.

Bibliografia

E. A. Arbones Malisani (1990). *Logística empresarial* (pàg. 119-122). Barcelona: Marcombo S. A.

Per a observar la racionalitat del mètode, imaginem un punt d'origen O i dos de destinació, A i B, les distàncies dels quals respecte a O són, respectivament, *a* i *b*, i la distància entre ells és *x*.

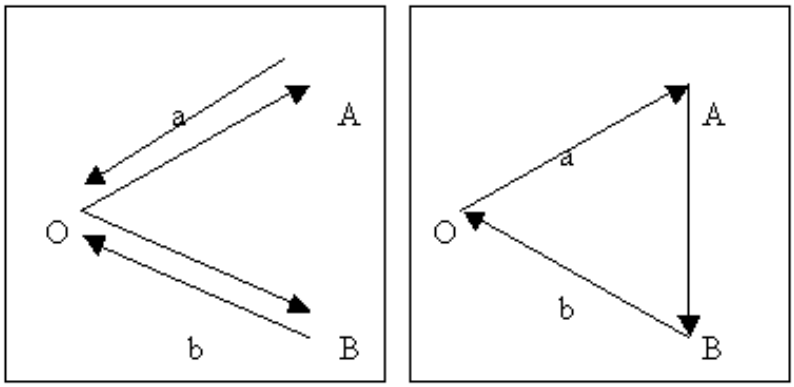


Figura 5.1

Si les rutes són O-A-O, i O-B-O, el recorregut val 2 a + 2 b. En canvi, si la ruta és O-A-B-O, val a + x + b. L'estalvi és de 2 a + 2 b - (a + x + b) = a + b - x.(figura 5.1).

Per tant, de forma general, es pot dir que l'estalvi en recórrer el camí AB és la suma de les distàncies a l'origen de cada punt menys la distància que separa aquests punts.

Com a exemple per a aplicar aquesta regla, suposem que volem organitzar una ruta, des d'un magatzem o una plataforma logística, per a atendre 10 punts de descàrrega o de consum.

Exemple

L'empresa de logística LOGIC+TRANS rep la càrrega al seu magatzem situat a Barberà del Vallès, província de Barcelona, i ha de repartir-la a diversos punts situats a la província (Rubí, Pallejà, Sant Joan Despí, Montgat, Sant Celoni, Sabadell i Montcada, etc.).

Les distàncies entre els punts de descàrrega amb el punt d'origen i entre ells s'expressa a la matriu de la figura 5.2.

	O	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
O	0										
A	78	0									
B	40	114	0								
C	104	150	118	0							
D	110	72	124	206	0						
E	130	132	126	232	70	0					
F	106	160	70	184	140	100	0				
G	120	100	156	164	172	226	204	0			
H	72	158	100	54	158	194	168	66	0		
I	92	170	68	98	192	186	106	180	116	0	
J	128	60	154	210	50	120	184	152	158	220	0

Figura 5.2

Calculem l'estalvi de cada parell de punts de descàrrega, i disposem aquests càlculs en la matriu representada en la figura 5.3

Així, l'estalvi del parell AB, per a anar d'O a A i a B, en comptes d'anar d'O a A i tornar a O i després d'O a A i tornar a O, és 78 + 40 - 114 = 4. I l'estalvi del parell IA és 78 + 92 - 170 = 0.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0									
B	4	0								
C	32	26	0							
D	116	26	8	0						
E	76	44	2	170	0					
F	24	76	26	76	136	0				
G	98	4	100	58	24	22	0			
H	52	12	132	24	8	10	126	0		
I	0	64	98	10	36	92	38	48	0	
J	146	14	22	188	96	50	96	42	0	0

Figura 5.3

Situem la xarxa de punts de descàrrega en un plànol i entre parèntesi indiquem la quantitat que s'ha de descarregar en cada un d'ells (figura 5.4).

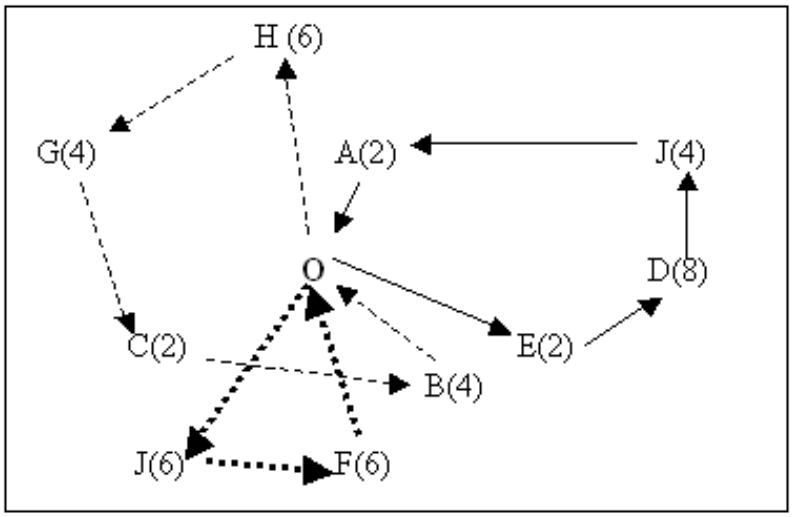


Figura 5.4

Resulta que, com a restricció, cada vehicle només pot transportar 16 unitats de càrrega com a màxim.

El procediment comença per seleccionar les rutes amb major estalvi i que no excedeixin la càrrega de les 16 unitats.

Vista la taula, el camí DJ és el que ofereix major estalvi (188); per tant, la ruta O-D-J-O, amb una càrrega total de 8 + 4 = 12, és una ruta que cal elegir. La següent en capacitat d'estalvi és la ruta ED (170). La ruta formada pels punts O-E-D-J-O, amb una càrrega de 2 + 8 + 4 = 14 és, per tant, una ruta òptima

que convé triar. El següent estalvi, l'ofereix el camí JA (146) i, per tant, la ruta O-E-D-J-A-O, amb una càrrega de 2 + 8 + 4 + 2 = 16, és òptima i ja no es pot allargar perquè el vehicle queda complet de càrrega.

Continuant amb el mateix procediment, eliminant els punts ja integrats a la ruta anterior, podem establir les altres rutes factibles, O-H-C-G-B-O i O-I-F-O.

5.2. Jerarquització de mitjans de transport

Per a minimitzar la flota necessària per a unes necessitats determinades, també cal aconseguir allò que denominem *jerarquitzar rutes i mitjans de transport segons capacitat de càrrega*, és a dir, organitzar i distribuir les rutes i els mitjans destinats en categories com *grans rutes* o *rutes de llarga distància*, d'una banda, i *rodalies* o *rutes de proximitat*, d'una altra banda.

Es dóna el fet que, per les limitacions de tràfic i la capacitat de certes carreteres, ports, aeroports, terminals i plataformes logístiques, alguns vehicles i elements de transport superiors a certa mida no poden accedir a aquestes infraestructures, amb la qual cosa s'ha de traslladar la càrrega d'aquests vehicles a uns altres de mida més petita, ajustada a la càrrega. D'altra banda, no convé que els elements de transport de port i mida considerable efectuïn un nombre excessiude parades, cosa que significa costos d'inactivitat tan grans com més gran i costós és el vehicle de càrrega.

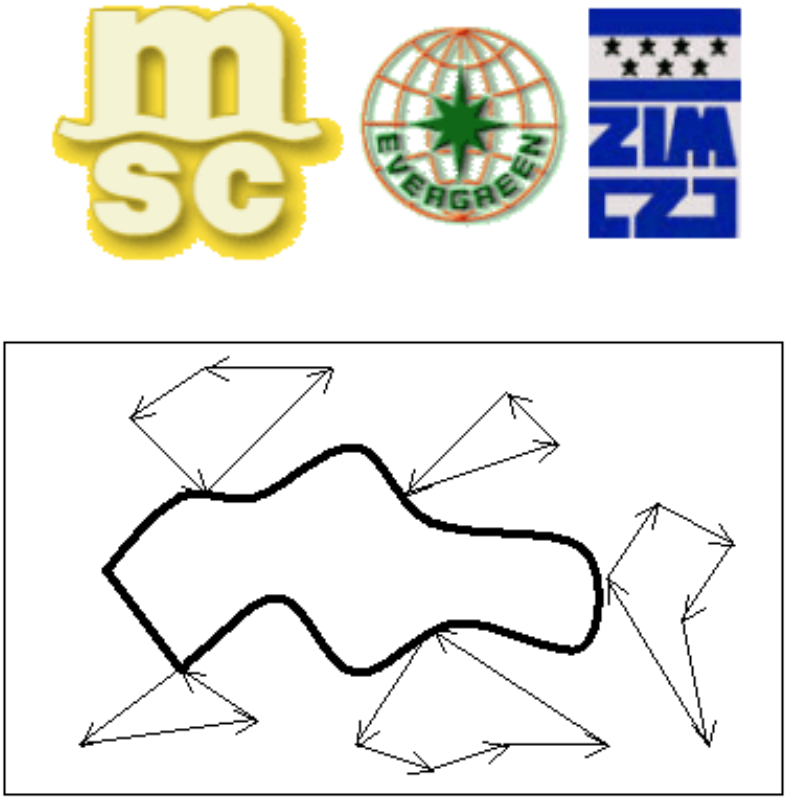
Per això, en determinades circumstàncies, s'han d'organitzar rutes principals i rutes d'aproximació. A les primeres se'ls assignaran els mitjans de mida més gran, i a les segones els de mida més petita, tal com representem esquemàticament a la figura de l'exemple següent.

Exemple

Les grans companyies navilieres com ara Evergreen Maritime Lines, Maersk Sealand, Mediterranean Shipping Co., Zim Integrated Shipping Services, i d'altres, efectuen rutes al voltant del món amb els seus grans vaixells portacontenidors *postpanamax*, escalant només en alguns grans ports (Singapur, Honk Kong, Rotterdam, Anvers, Nova York-Nova Jersey, Algesires, etc.), que utilitzen com a ports *hub*. Des d'aquests ports, i amb vaixells *feeder* de menor capacitat, efectuen rutes secundàries entre ports menors.

A la Mediterrània són ports *hub* d'aquestes característiques, principalment, Algesires i Gioia Tauro (sud d'Itàlia), si bé algunes línies utilitzen com a tals els ports de València, Barcelona, Marsella o Gènova.

En transport aeri, les companyies aèries de càrrega també utilitzen alguns grans aeroports (Frankfurt, París, Londres, etc.) com a *hub* per a aquesta finalitat, si bé les rutes d'aproximació no les solen efectuar amb avió sinó per carretera.



5.3. Dimensionament i flexibilització de flotes

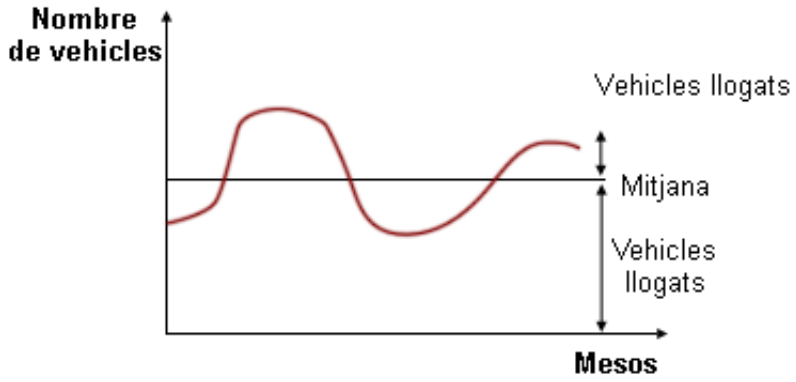
Una vegada coneixem les rutes i l'assignació dels mitjans de transport necessaris per a cobrir la demanda habitual de transport, la següent qüestió rellevant és saber quina part de la flota convé que sigui de propietat i quina part convé que sigui llogada o subcontractada.

La resposta ha de ser, lògicament, la següent:

> Quan el cost de subcontractació dels mitjans de transport aliens sigui inferior a les despeses fixes que generarien aquests vehicles propis més les despeses variables dels vehicles esmentats durant el temps en què estan en ruta, resulta més econòmic utilitzar flota aliena en substitució de la flota pròpia.

El primer que cal fer és avaluar els fluxos de necessitats de càrrega transportada i les oscil·lacions d'aquest volum durant el període previst. Per tal de no sobredimensionar en excés la flota, es pren un valor intermedi entre el màxim i la mitjana calculada.

Si dimensionem la flota sobre la base d'una mitjana, com que la demanda està subjecta a estacionalitats i irregularitats, trobarem períodes de temps en què estem suportant una infrautilització de la flota, mentre que en altres períodes haurem de recórrer a tercers per a cobrir el servei per falta de mitjans de transport (figura següent).



És clar que si es dimensiona la flota pròpia a un nivell mínim, aquesta estarà sempre ocupada i n'aconseguirem el rendiment màxim i, per tant, els mínims costos per unitat transportada. Però si es dimensiona a un nivell entorn del nivell previst del volum mitjà de càrrega, hi haurà períodes de temps en què la flota estaria desocupada parcialment (amb poca càrrega o amb mitjans de transport aturats), la qual cosa, òbviament, repercutirà en els costos.

Si el període de planificació i control és setmanal, i anomenem F els costos fixos per setmana de la flota pròpia, V els variables setmanals, C el cost mitjà setmanal del lloguer de la flota equivalent, i S el nombre de setmanes de lloguer; el lloguer de mitjans de transport no és rendible si:

$C \times S > 52\,F + S \times V$; d'on $C \times S - S \times V > 52F$

$S\,(C - V) > 52F$; $S > 52\,F / (C - V)$

Contingut complementari

És a dir, llogar vehicles no és recomanable quan el nombre de setmanes de lloguer és major que el cost fix anual d'un vehicle propi equivalent, dividit per la diferència entre els costos setmanals del lloguer i els costos variables del vehicle propi.

Gairebé totes les empreses de transport utilitzen flotes mixtes amb una part en propietat i una altra part llogada o subcontractada.

5.4. Administració econòmica de la flota

Del que hem exposat en els epígrafs anteriors, haureu observat que tant per a elegir la manera de transport, com per a gestionar eficientment les rutes i flotes, és essencial conèixer els costos del transport, com ho és, també, per a optimitzar aquests costos.

Hem de classificar els costos de transport en dos grans grups:

a) Costos d'ús (operatius o costos de transport pròpiament dits) relacionats amb la distància recorreguda (són del tipus dels anomenats *costos variables*).

b) Costos de possessió (o costos d'estat aturat), relacionats amb el temps (i que són del tipus dels anomenats *costos fixos*).

Dins de l'apartat dels costos d'ús podem esmentar:

- Cost del combustible.
- Manteniment.
- Reparacions.
- Dietes i incentius.
- Taxes i cànons.

I dins del capítol dels costos de possessió, s'han d'incloure:

- Retribucions fixes a conductors, pilots i tripulació.
- Impostos.
- Assegurances.
- Costos d'oportunitat de la inversió (interessos).
- Amortitzacions.
- Despeses generals (costos de direcció i administració).

L'amortització té una doble finalitat:

- Per una part, permet periodificar el consum derivat de la inversió.
- Per un altre, permet crear un fons per a afrontar en el seu moment la substitució del mitjà de transport al final de la seva vida útil.

L'amortització és, doncs, un càlcul per a fraccionar, entre els successius períodes en què es divideix la vida útil d'un mitjà de transport, el cost d'aquest element. En teoria i des del punt de vista estrictament financer, quan un mitjà de transport és amortitzat s'hauria de renovar.

L'amortització, que és un component important dins de l'estructura d'uns costos de transport, depèn, per tant, de la durada de la vida útil. Aquesta vida útil determina el moment de la renovació.

L'elecció del moment de la renovació no hauria de ser conseqüència d'una decisió emocional exempta de fonament de càlcul, sinó tot el contrari.

Hi ha diversos models de càlcul per a ajudar a resoldre aquest tipus de decisió, alguns dels quals ofereixen interès només des del punt de vista teòric.

Simplificant el tema, es pot dir que el moment òptim per a la renovació serà aquell en què el cost net de la unitat de transport vella (cost d'adquisició, menys el valor residual o venal, més els costos de funcionament i manteniment), sigui superior al d'un vehicle nou amb funcionalitat comparativa igual (les mateixes prestacions, o anàlogues, actualitzades en comparació amb els que posseeixen els competidors) i el mateix grau d'ús.

Contingut complementari

Hi ha diversos models de càlcul per a ajudar a resoldre la decisió del moment de la renovació o substitució d'un mitjà de transport, alguns dels quals ofereixen interès només des del punt de vista teòric.

Perquè el càlcul sigui homogeni, s'hauran de referir totes les dades a un moment determinat, capitalitzant-les o actualitzant-les matemàticament.

Si denominem:

- Iv i In, els costos de compra de les unitats vella i nova respectivament,
- VRv i VRn, els seus valors residuals,
- CFv i CFn, els seus costos anuals de funcionament,
- r, la taxa d'interès de capitalització i actualització, i
- p i m, els anys de vida de l'equip vell i nou respectivament,

el moment lògic per a la renovació i substitució de la unitat vella es produeix quan,

$$\left[Iv\,(1+r)^{p} - VRv + \sum_{i=1}^{i=p} CFvi\,(1+r)^{i} \right] / \; p >$$

$$\left[In - VRn\,(1+r)^{-m} + \sum_{i=1}^{i=m} CFni\,(1+r)^{-i} \right] / \; m$$

6. Seguiment i control del transport

Una gestió òptima de rutes i flotes de transport, sovint molt variades, i el seguiment permanent de les càrregues (tot això amb la finalitat d'abaratir els costos, agilitar el servei i facilitar el coneixement permanent de la situació de les càrregues als propietaris d'aquestes) no es podrien aconseguir avui sense l'ajuda dels sistemes informàtics i telemàtics més moderns.

Aquests sistemes permeten processar i transmetre, amb la rapidesa exigible i necessària (entre carregadors, transportistes i operadors de transport), ordres de transport, contractes de noliejament, documentació de despatx duaner, manifests de càrrega, facturacions, estadístiques i moltes altres informacions.

Paga la pena esmentar, d'una manera especial, una de les tecnologies més útils de l'actualitat, especialment en el sector del transport: l'anomenat *sistema de posicionament global* (GPS).

Aquesta tecnologia existeix des de 1967 i va ser desenvolupada amb finalitats militars pels Estats Units, però fins a l'any 1978 no es va implantar el sistema NAVSTAR (*NAVigation Satellite Timing And Ranning*). A grans trets, consisteix en una xarxa de 24 satèl·lits capaç de donar una cobertura total des de l'espai cap a tota la superfície terrestre.

Contingut complementari

El sistema GPS és fruit de la integració de tres tecnologies preexistents:

- la comunicació via satèl·lit,
- les comunicacions sense fil, i
- la cartografia digital.

Algunes de les aplicacions del GPS són:

- Els serveis de transport, que utilitzen el GPS per a realitzar un seguiment de la seva flota i accelerar els lliuraments.
- Les companyies navilieres, que equipen els vaixells de càrrega amb GPS per a la navegació, per a registrar i controlar els moviments de les embarcacions.
- Utilitzant la tecnologia GPS per a elaborar els plans de vol, les línies aèries estalvien milions de dòlars. Els GPS es poden utilitzar per a l'aterratge instrumental, tant en aeroports grans com petits, i fan possible la creació de nous sistemes de navegació aèria.
- Als automòbils s'estan instal·lant GPS perquè els conductors puguin saber on són i, alhora, rebre indicacions de direcció. Al Japó, 500.000 automòbils ja incorporen un sistema de navegació basat en GPS.

Però qui són els clients potencials d'aquest sistema? En principi, tot element susceptible de desplaçar-se per terra, mar o aire i dotat d'una font d'alimentació. Així la introducció comercial es va iniciar en els sectors de transport de mercaderies (especialment l'internacional), transport de passatgers urbans i interurbans, serveis al ciutadà (policies, bombers, assistències sanitàries d'urgència, unitats de neteja, etc.), maquinària de manteniment de carreteres, sistemes de recuperació de vehicles o vehicles robats, etc. Actualment, s'empra per a la localització de persones, començant per certs col·lectius en què s'han identificat riscos específics, com ara muntanyencs, malalts d'Alzheimer, invidents, persones maltractades, etc.

Sense entrar en detalls específics de les prestacions i característiques del sistema, podem citar les següents:

- Localització d'un o més mòbils des d'un centre de control (amb diverses informacions com temps, distàncies recorregudes, superació de velocitats, temps d'aturada, temps sense parar, entrades o sortides per punts o zones geogràfiques que es determinin, desviació de rutes, etc.).

- Emmagatzematge d'informacions en el mateix equip d'a bord per a l'anàlisi posterior.

- Control del vehicle o maquinària, per mitjà de sensors analògics i digitals.

- Tractament d'aquests valors (emmagatzematge, generació d'alarmes, etc.).

- Utilització de qualsevol mitjà de comunicació disponible (GSM, ràdio, *trunking*, satèl·lit, etc.).

- Integració en la informàtica del client, per a la utilització de les bases de dades d'aquest.

- Relació client-servidor, dedicant un ordinador a comunicacions i base de dades i un nombre indefinit d'ordinadors en xarxa.

- Accés al sistema a través d'Internet, amb diferents tipus de funcions disponibles segons el tipus d'usuari.

Malgrat aquesta relació interessant de prestacions, el grau de penetració d'aquests productes en el mercat ha estat molt petit fins al moment actual.

Exemple

Un responsable de tràfic o especialista en manteniment dels equips de fred controla la temperatura d'un remolc frigorífic, a 4.000 km de distància. Modifica els valors del termòstat i diagnostica una possible avaria en el funcionament del motor frigorífic. Aquest és un exemple senzill de com es pot contribuir a millorar la gestió d'un sector, on es passa d'una situació en què el conductor mateix del camió no té informació ni capacitat d'actuació sobre l'equip de fred i el responsable de manteniment del fred de l'empresa únicament pot tenir accés a la informació quan el camió torna a base al cap

d'una setmana, a un nou escenari en què, tant els responsables de tràfic de l'empresa de transport com l'especialista en manteniment del fred, tenen informació en temps real sobre l'estat de l'equip de fred del camió.

Hi ha diverses companyies que desenvolupen el maquinari i el programari necessari per a la utilització del sistema. Pel que fa al programari, el cost oscil·la entre el 1.700.000 euros (20 vehicles) i els 5.700.000 (més de 300 vehicles). El maquinari necessari en els vehicles consta d'un equip de radiofreqüència en VHF, UHF o *trunking* MÒDEM connectat a la ràdio i una antena per a emissió i recepció, el cost total del qual –per unitat equipada– és del voltant dels 65.0000/75.000 euros.

Contingut complementari

Els costos relativament elevats dels components per vehicle mòbil motiva que els usuaris potencials ajornin la seva decisió d'adquirir el sistema en espera d'una reducció de preus, ja que aquesta és una constant en el món del maquinari de consum a gran escala, però que no es dóna en la fabricació a petita escala, com és aquest cas.

7. Gestió estratègica del transport

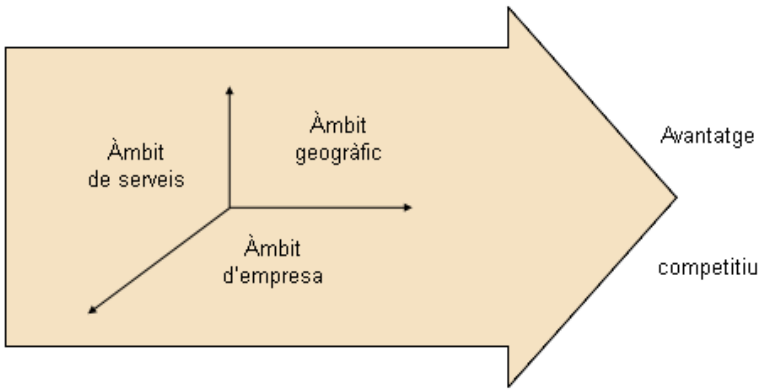
7.1. Decisions sobre l'àmbit del servei

Una gran decisió estratègica que ha de prendre l'empresa és definir com s'ha d'estructurar l'empresa partint de tres dimensions:

- L'àmbit de serveis, és a dir, si l'empresa pretén especialitzar-se i concentrar-se en una petita gamma de serveis dels que es poden englobar dins de l'activitat del transport, o diversificar-se en diversos serveis.
- L'àmbit geogràfic, això és, si l'empresa pretén limitar-se a l'àmbit local o pretén incloure un abast major.
- L'àmbit empresarial, és a dir, quins serveis es produiran internament i quins es subcontractaran a proveïdors externs.

Bibliografia

J. C. Jarillo (1995). *Dirección estratégica* (2a. ed., pàg. 46-49). Madrid: Mc Graw-Hill.



I tot això, per a obtenir un avantatge competitiu.

Les decisions sobre **l'àmbit de serveis** variaran, òbviament, si es tracta d'una empresa en què el transport és una fase de la cadena de valor interna o es tracta d'una empresa l'activitat de la qual és la del transport per a altres empreses.

Exemple de diversificació de serveis en una empresa en què el transport és una fase de la cadena de valor interna.

L'empresa Aceros y Laminados S. A., fabricant d'acers en vareta, barra i planxa, té el seu departament de transport dividit en dues seccions: terrestre i marítim. La secció responsable del transport marítim ha desenvolupat una unitat de noliejaments per a la contractació de vaixells en espera de càrrega, per a no dependre de les empreses especialitzades en aquest tipus d'activitat. La secció responsable dels transports terrestres (tren i carrete-

ra) ha desenvolupat una potent unitat de manteniment per a la flota pròpia de camions que, a més, ofereix el servei a flotes d'altres empreses.

Exemple de diversificació de serveis en una empresa en què la distribució física és la seva activitat principal al servei d'altres empreses clients.

L'empresa Evergreen, una de les empreses més importants del món en transport marítim i aeri, ha creat la seva pròpia agència de càrrega i de consignacions a molts dels ports on escalen els seus vaixells. En alguns d'aquests ports, té una empresa estibadora pròpia, i també la seva empresa de transports terrestres.

Tant l'especialització com la diversificació de serveis tenen els seus avantatges i inconvenients. Podem citar, entre els avantatges de l'especialització:

- Imatge de domini d'una activitat específica.
- Concentració de recursos.

I entre els de la diversificació:

- Oferta de serveis complets.
- Possibilitat de compartir costos.
- Reducció de riscos.

La decisió respecte a **l'àmbit geogràfic** pot repercutir en el fet d'aconseguir o no un avantatge competitiu. Evidentment, no és el mateix un abast relativament local, que un abast molt extens.

Exemple

A part de les empreses de transport terrestre, totes d'abast geogràfic bastant limitat, hi ha empreses navilieres i aèries que s'especialitzen en àrees concretes i que es doten de material adequat per a aquestes àrees i no adequat per a activitats de major abast. Per exemple, tots els vaixells d'una naviliera com Fast Line, són del tipus *ro-ro* i de mida mitjana, adequats per al transport per la Mediterrània, però no per a un transport transoceànic.

Entre els avantatges de la circumscripció a un àmbit geogràfic limitat, podríem esmentar:

- Domini i coneixement de les circumstàncies locals especials.
- Concentració de recursos.
- Especialització.

I entre els de la dedicació a un àmbit geogràfic extens:

- Oferta de serveis complets.
- Economies d'escala.

- Imatge de considerable capacitat.

- Reducció de riscs.

La decisió sobre el que denominem **àmbit empresarial**, és a dir, el grau de subcontractació o no de serveis relacionats amb el transport (agències de càrrega, agències de noliejaments, representació i consignació, agències de duana, empreses de *handling* i estibadores, magatzems de consolidació de càrregues, transport per altres maneres diferents de la manera en què l'empresa s'especialitza, etc.) i la seva relació amb la possibilitat d'obtenir avantatges competitius sostenibles es pot expressar resumidament de la manera següent.

Contingut complementari

Les possibilitats d'opcions estratègiques són enormes, per la qual cosa la creativitat per a la imaginació i el disseny és molt important

- Avantatges de la subcontractació:
  - Concentració en un aspecte (*core activity*) de la cadena de valor afegit de l'empresa.
  - Ús de tots els recursos en un punt concret de la cadena de valor.
  - Augment de la flexibilitat operativa.
- Inconvenients de la subcontractació:
  - Disminució del control de tota la cadena de valor afegit.
  - Poca possibilitat de compartir costos entre una àmplia gamma d'activitats.

El disseny de l'orientació estratègica és un procés, ja que cal efectuar formulacions sobre els tres aspectes simultàniament i tenir en compte que, a vegades, hi ha possibilitats d'incompatibilitat entre les decisions. Per exemple, una diversificació i la voluntat d'oferir serveis complets requereix, sovint, un àmbit geogràfic no gaire extens.

7.2. Decisions sobre qualitat i preu

La gran decisió estratègica que ha de prendre tota empresa és quin tipus d'avantatge competitiu vol obtenir, si un lideratge en costos i preus o si un lideratge en qualitat i servei al client.

Generalment una empresa ha de decidir entre un avantatge competitiu o l'altre. La raó és que les mesures que cal prendre per a obtenir un avantatge competitiu en costos són incompatibles, freqüentment, amb una estratègia d'alta qualitat i viceversa. A vegades, pretendre ambdós avantatges competitius és una recepta segura per a no obtenir-ne cap.

Una empresa té avantatge competitiu en costos quan té uns costos inferiors als dels seus competidors per a un nivell de servei semblant en qualitat.

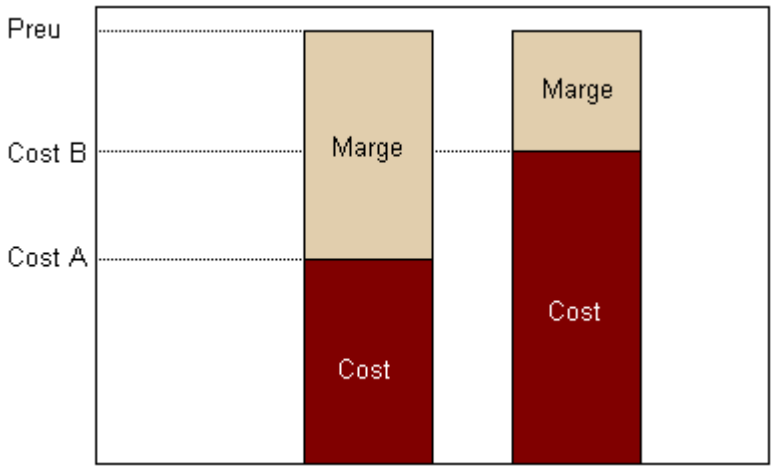
Com mostrem a la figura següent, l'empresa A té uns costos unitaris inferiors als de l'empresa B per a un tipus de servei i nivell similar. Com a conseqüència de l'avantatge competitiu en costos de l'empresa A respecte a la B, la rendibilitat d'aquella és superior a aquesta perquè el seu marge és superior.

Bibliografia

J. E. Navas López; L. A. Guerras Martín (1998).*La dirección estratégica de la empresa. Teoría y aplicaciones* (2a. ed., pàg. 223-253)). Madrid: Civitas GPS.

Com mostrem a la figura següent, l'empresa A té uns costos unitaris inferiors als de l'empresa B per a un tipus de servei i nivell similar. Com a conseqüència de l'avantatge competitiu en costos de l'empresa A respecte a la B, la rendibilitat d'aquella és superior a aquesta perquè el seu marge és superior.

L'avantatge en costos permetria a l'empresa A abaixar els seus preus fins a anul·lar el marge de l'empresa B, sense que desapareguin els seus beneficis.

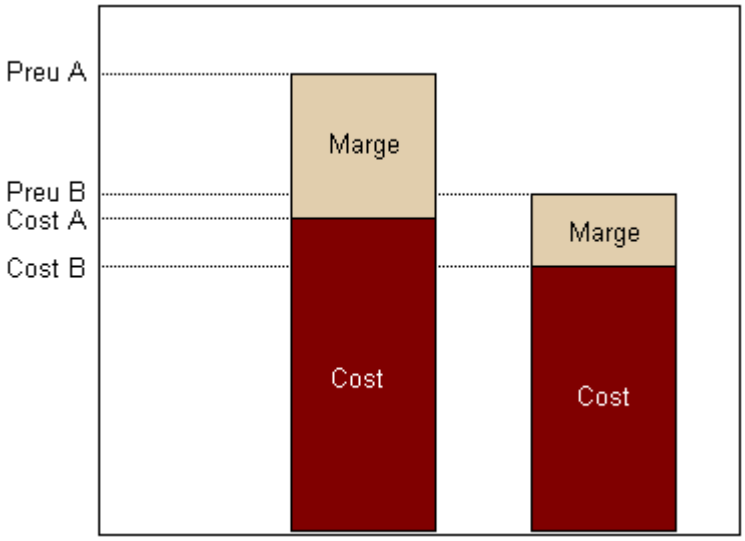


L'estratègia de lideratge en costos és recomanable, en general, en el sector del transport perquè:

- La competència en preus és una força competitiva dominant.
- Hi ha poques maneres d'aconseguir distingir-se en qualitat de servei.
- En general, els costos de canvi de transportista per a un carregador són baixos.

Una empresa té avantatge competitiu en qualitat i servei al client quan el servei que ofereix és percebut com a únic en el mercat per la seva diferenciació.

D'aquesta manera, els clients estan disposats a pagar més per obtenir un servei específic d'una empresa determinada.



Contingut complementari

Una empresa crea valor per als seus clients per sobre dels seus competidors quan ofereix un servei que el client valora d'una manera especial fins al punt d'estar disposat a pagar més per aquest valor afegit. El fet que aquest valor, o part d'ell, es pugui quedar en l'empresa depèn de la circumstància que l'empresa sigui l'única capaç de proporcionar-lo d'una manera sostenible.

Com hem mostrat en la figura anterior, l'empresa A ofereix un servei diferenciat, és a dir, apreciat de forma especial pels clients per la qualitat i nivell de servei. Com a conseqüència de l'avantatge competitiu en nivell de servei, l'empresa A pot cobrar un preu superior al de l'empresa B, encara que els seus costos siguin superiors a causa del millor nivell de qualitat i servei. La rendibilitat d'aquella és superior a aquesta perquè el seu marge és superior.

L'estratègia de lideratge en nivell de servei és recomanable, a vegades, en el sector del transport, quan:

- És particularment important per al client la qualitat del servei.
- És possible millorar el servei mitjançant tecnologia complexa.
- Pocs competidors elegeixen aquesta estratègia de servei.
- Hi ha dificultats d'imitació.
- Hi ha un bon coneixement de les necessitats de cada client i un esforç per a mantenir i ampliar aquest coneixement.

L'adopció d'aquesta estratègia no implica oblidar-se dels costos, si bé amb aquesta estratègia aquests ja no són l'objectiu fonamental. Aquesta estratègia produeix lleialtat dels clients i menor sensibilitat al preu. Aquesta estratègia suposa costos una mica elevats i caldrà tenir en compte que hi haurà clients que no estiguin disposats a pagar l'increment de preu.

7.3. Les cues i línies d'espera

Generalment, la capacitat que té un transportista per a donar un servei de qualitat als clients depèn, fonamentalment, de dos factors:

- Del tractament que dóna a les ordres de transport que rep.
- De la saturació dels mitjans de transport de què disposa o pot disposar.

Pel que fa a la forma de processar les ordres de càrrega, hi ha diverses possibilitats, amb repercussió diferent en els costos, i que afecten la qualitat de servei:

- La comanda es tracta en l'ordre en què es rep.
- La comanda es tracta d'acord amb una prioritat establerta segons els clients.
- Se serveixen primer les comandes més urgents.
- Les comandes més petites es tracten primer.
- Les ordres de transport s'atenen a partir d'un volum o pes determinat. Si no assoleixen aquesta mida, s'espera a agrupar-les amb unes altres per a la mateixa destinació o el mateix client, per tal d'estalviar costos i mitjans de transport.
- Etc.

El més freqüent és que no s'estableixi cap tipus de regles formals per a controlar el tractament de les ordres de càrrega, però això és perjudicial, ja que ocasiona, com a conseqüència d'aquesta absència, grans retards en els períodes de més feina.

Per que fa a la limitació en la capacitat de càrrega que tota empresa de transport té o pot tenir en determinats moments, i que causen demores i temps d'espera als clients, cal tenir en compte que la podem eliminar augmentant els mitjans de transport a disposició de l'empresa transportista, però:

- Si s'incrementen aquests mitjans, s'incrementa la inversió i els costos de transport, tanmateix es disminueixen els costos derivats de les conseqüències negatives de les demores als clients.

- Si no es redueixen les esperes, fins i tot en moments en què sigui possible perquè ha disminuït la demanda de transport, passarà el contrari.

A fi de minimitzar els efectes negatius de les esperes, s'ha establert un model analític que permet avaluar les diverses variables controlables que caracteritzen cada situació d'espera i disminuir, així, els inconvenients i els costos que se'n derivin. Aquest model analític es fonamenta en un tractament matemàtic de caràcter estocàstic que es denomina *teoria de les cues i línies d'espera*.

Una situació de línia d'espera és un sistema compost d'una zona d'espera amb un nombre d'elements en aquesta situació, i d'una o diverses zones de servei (exemple: una cua i una o diverses finestretes per a atendre les persones de la cua).

Les variables que tenen influència sobre els temps d'espera i, per tant, el nombre d'elements d'una cua, són les taxes d'arribada dels elements al sistema (valor que s'ha de tenir en compte amb una probabilitat determinada però, com a tal, presumpta), les taxes de rendiment de les parades o instal·lacions de servei i el nombre de parades o canals de servei.

Exemples de línies d'espera

Sistema	Elements que arriben	Línia d'espera	Servei
Port	Vaixells	Vaixells fondejats	Atracada en molls lliures
Terminal marítima	Camions per a carregar i descarregar contenidors	Cua de camions aturats	Equips amb maquinària per a càrrega i descàrrega de camions
Aeroport	Avions	Avions per a aterrar	Pista lliure
Empresa de transport	Ordres de transport	Mercaderia emmagatzemada	Mitjans de transport

El mètode, que no desenvoluparem matemàticament aquí, consisteix a calcular:

- D'una banda, el nombre mitjà d'elements de la cua, tenint en compte una estimació del nombre d'elements que arriben per unitat de temps, i el nombre de serveis que cada canal o unitat de servei pot realitzar de mitjana durant el mateix període de temps.

- De l'altra, el nombre d'elements de la cua en el cas que s'augmentin els canals o unitats de servei en una unitat.

- Valorar el cost o trencament inherent a la formació de la línia d'espera en el cas d'*n* número de canals i el cas d'*n* canals, i la diferència.

- Valorar el cost de cada unitat de servei addicional.

- Calcular el nombre d'unitats de serveis que minimitzen el cost, suma d'ambdós conceptes (el d'espera i el de funcionament de les unitats de servei).

L'aplicació del mètode no és senzilla, ja que, a més de la complexitat matemàtica (hi ha paquets informàtics que faciliten la resolució), és necessari enfrontar-se a moltes dificultats, com ara, el coneixement o possibilitat d'estimació de les lleis d'arribada dels elements que han de constituir la línia d'espera, els temps de durada dels serveis, l'estimació de costos d'aquesta espera, etc.

Bibliografia

E. A. Arbones Malisani (1990). *Logística Empresarial* (pàg. 145-157). Barcelona: Marcombo S. A.

Resum

Hem iniciat aquest mòdul didàctic amb l'aclariment convenient què és i què significa la funció del transport i el seu ampli espectre, tant pel que fa a modalitats com per la variació de tipus d'empreses i organitzacions que operen en el sector amb finalitats molt dispars. Per això hem intentat precisar els límits i l'abast del tema estudiat.

En l'apartat 2, hem entrat plenament en l'estudi de les diferents modalitats principals de transport: el transport per carretera, el transport per ferrocarril, el marítim, l'aeri i el fluvial. Hem aprofundit en les característiques de cada una d'aquestes modalitats, de les seves submodalitats o varietats, i dels pros i els contres de cada una.

I com una modalitat més, hem dedicat l'apartat 3 a estudiar la *multimodalitat*, entesa com el transport de mercaderies per dos o més mitjans de transport diferents amb un mateix contracte de transport, des del lloc on l'operador pren la mercaderia sota la seva custòdia, fins al lloc on és lliurada. Hem atès el "fenomen" de la contenidorització com a fet dinamitzador de la multimodalitat; hem previst les diferents combinacions de maneres de transport, i els avantatges del transport multimodal.

En aquest mateix apartat 3, hem estudiat un dels elements indispensables per a una operativa multimodal òptima: les *plataformes logístiques*, necessàries per a aconseguir els objectius de reducció de temps en la manipulació de la mercaderia en iniciar-se i finalitzar el transport; per a transferir-les entre modalitats de transport, i per a accelerar i millorar la qualitat dels lliuraments. Hem analitzat la finalitat de les principals variants d'aquestes plataformes: les ZAL, els CIM, els ports secs i les zones duaneres.

Però sigui com sigui, efectuar un transport significa dissenyar, establir i organitzar una ruta o unes rutes. En l'apartat 4, raonàvem que no totes les combinacions de diverses rutes recorregudes per un mateix mitjà de transport o una mateixa flota són indiferents quant a costos, distàncies i temps. En aquest capítol, hem presentat una bateria curta de tècniques, però creiem que serà suficient per a aconseguir optimitzar l'organització de rutes segons les situacions: origen i destinació iguals, origen diferent de la destinació, o diversos orígens i diverses destinacions.

Per a gestionar el transport eficaçment i eficientment, no n'hi ha prou d'optimitzar el disseny de les rutes. És necessari, a més, optimitzar la gestió dels mitjans de transport emprats per a efectuar aquestes rutes. Això implica resoldre una sèrie de problemes com ara assignar els mitjans de transport a les rutes; jerarquitzar els mitjans de transport, de manera que cada mitjà sigui

l'adequat a la importància de la ruta quant a extensió i intensitat de càrrega; dimensionar la mida de la flota segons les necessitats, i administrar econòmicament la flota per a minimitzar els costos. Hem dedicat l'apartat 5 a aquests objectius.

Una gestió òptima de rutes i flotes de transport, sovint molt variades, i el seguiment permanent de les càrregues (amb la finalitat d'abaratir els costos, agilitar el servei i facilitar el coneixement permanent de la situació de les càrregues als propietaris d'aquestes) no es podria aconseguir sense l'ajuda dels sistemes informàtics i telemàtics més moderns. Una de les tecnologies que té molta utilitat actualment, especialment en el sector del transport, que hem exposat en l'apartat 6, és l'anomenat *sistema de posicionament global* (GPS).

Finalment, en l'últim capítol, hem plantejat la necessitat que l'empresa de transports no només ha de resoldre els problemes tàctics que se li presenten (elegir la modalitat més convenient, dissenyar la ruta òptima, dedicar els mitjans de transport adequats en cada ocasió, etc.), sinó que sobretot ha d'optar per una orientació estratègica, pronunciant-se pel que s'ha definit com l'àmbit del servei (especialització o diversificació d'activitats) i l'àmbit de l'empresa (subcontractació). També ha de definir el seu argument competitiu bàsic (qualitat o preu). Hem aportat criteris per a fer la tria.

Autoavaluació

1. Per què diríeu que una agència de transport sense vehicles, una empresa de *handling* o una estibadora portuària es poden considerar empreses del sector del transport?

2. Per què creieu que el sector de les empreses de transport per carretera és tan atomitzat, és a dir, per què l'estructura del sector està dominada per empreses petites i autopatrons?

3. Qualifiqueu amb bo, regular i dolent cada un dels tipus de transport següents: carretera, ferrocarril, marítim i aeri, en relació amb aquestes tres característiques: accessibilitat, cost i rapidesa.

4. Relacioneu, segons el vostre criteri, quins són els avantatges principals del transport marítim i els inconvenients principals del transport aeri.

5. Com definiríeu el transport multimodal?

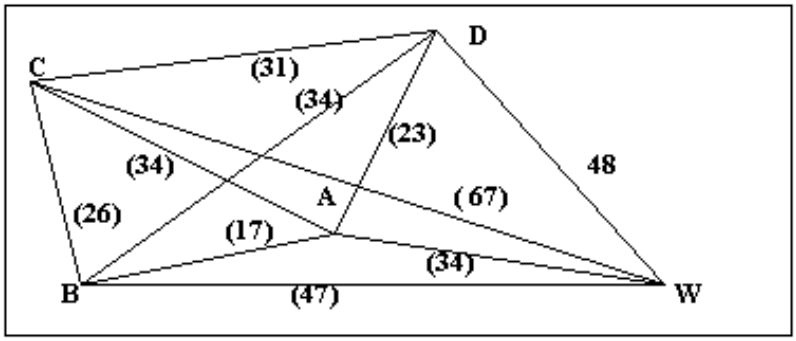
6. Quins diríeu que són els avantatges principals de la contenidorització?

7. Enumereu activitats que s'hagin de desenvolupar en una plataforma logística perquè pugui ser considerada com a tal.

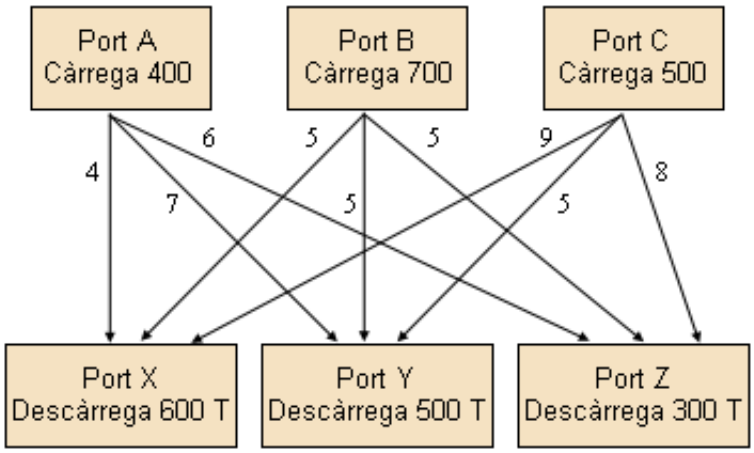
8. Com definiríeu una ZAL? I un port sec?

9. Per què creieu que les autoritats de la UE estan promovent l'anomenat *short sea shipping* i les denominades *autopistes del mar*?

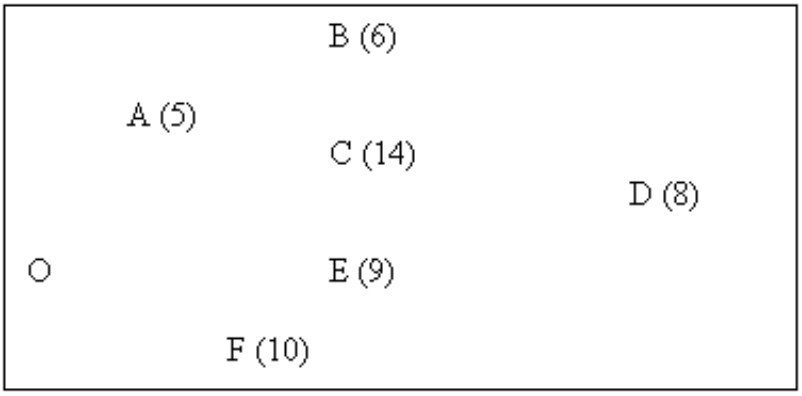
10. Busqueu, amb el mètode iteratiu que hem exposat en l'epígraf 4.2, la ruta que minimitza el temps en el cas d'una xarxa com la que indiquem en l'esquema següent (composta per cinc aeroports, les distàncies dels quals entre ells expressem entre parèntesis).



11. Una empresa naviliera té ordre de carregar 1.700 t de lingots de coure de tres ports i transportar-los a tres ports de destinació. Els costos per tona entre els llocs d'origen i els de destinació, i també les quantitats que s'han de carregar a cada port d'origen i a descarregar en cada un dels de destinació, s'expressen en l'esquema següent. Calculeu, pel mètode anomenat *stepping stone*, les quantitats que cal transportar des de cada punt d'origen a cada un dels de destinació, de manera que es minimitzi el cost total.



12. Dissenyeu les rutes, utilitzant el mètode de l'estalvi, per a distribuir 52 t amb dos vehicles de 26 t de capacitat màxima de càrrega als següents 6 punts, la quantitat de descàrrega dels quals s'expressa entre parèntesis.



y les distancies entre nòduls son:

	A	B	C	D	E
A					
B	15				
C	14	16			
D	60	61	46		
E	32	36	21	46	
F	48	58	42	65	24

13. Quan creieu que no és recomanable llogar un mitjà de transport tenint en compte el cost setmanal del lloguer d'aquest i l'estructura dels costos fixos i variables si aquest mitjà fos propi.

14. Tant l'especialització com la diversificació d'activitats poden donar lloc a un avantatge competitiu. Enumereu alguns dels avantatges que té l'especialització, i algunes dels que té una diversificació.

15. Quina és la finalitat del mètode matemàtic denominat *teoria de les cues*?

Solucionari

1. Perquè el sector queda definit pel conjunt d'organitzacions (empreses, parts d'empreses o institucions) que desenvolupen activitats de transport, és a dir, que realitzen qualsevol tipus d'accions encaminades al desplaçament d'una mercaderia o producte d'un lloc a un altre.

2. A diferència d'altres tipus de transport, en les quals normalment s'utilitzen serveis estatals o d'empreses especialitzades, en el transport per carretera es pot emprar una petita flota pròpia i una major flota subcontractada, per la qual cosa la inversió pot ser modesta en termes relatius. L'estructura del sector està dominada per empreses petites i autopatrons, absorbeix un volum important de mà d'obra i genera un valor afegit important.

3.

	Accessibilitat	Cost	Rapidesa
Carretera	Bona	Regular	Bona
Tren	Dolenta	Baix	Regular
Vaixell	Dolenta	Baix	Dolenta
Avió	Dolenta	Alt	Bona

4. Principals avantatges del transport marítim:
- Cost t/km baix.
- Molt apte per a càrregues massives i de baix valor per densitat i volum i per a llargues distàncies.
- Capacitat gran, ja que hi ha vaixells que tenen una capacitat de fins a 80.000 t per a mercaderia general i de fins a 150.000 t per a mercaderies a granel (els grans petroliers).
- Efecte contaminant escàs.

I els principals inconvenients del transport aeri:
- Accessibilitat limitada.
- Temps de lliurament porta a porta lent per a distàncies curtes.
- Exigència de grans terminals especialitzades.
- Mala penetració, ja que els aeroports no estan situats en el centre de les principals zones econòmiques.
- Mala connexió amb altres modalitats de transport.
- Cost t/km elevat.
- Limitacions per a cert tipus de càrrega a causa de la mida de les cambres, la resistència del pis de les bodegues, etc., aspecte que es va solucionant amb els avions moderns i més grans.

5. El transport multimodal es defineix originalment com el transport de mercaderies per dos o més mitjans de transport diferents amb un mateix contracte de transport, des d'un lloc on l'operador pren la mercaderia sota la seva custòdia, fins a un altre lloc on és lliurada. Posteriorment, aquesta mateixa denominació s'ha emprat per a definir un mateix transport amb mitjans diferents en què la responsabilitat del transport se segmenta mitjançant contractes separats per a cada mitjà.

6. Els enormes avantatges de la contenidorització són, entre d'altres, els següents:
- Reducció dels temps de càrrega i descàrrega (fins en un 70%).
- Reducció de les manipulacions amb les mercaderies (també fins en un 70%).
- Escurçament dels terminis de transport.
- Reducció dels costos de transport.
- Simplificació documental.
- Reducció de controls a inspeccions gràcies al precintat.
- Millor seguiment del control de la mercaderia, gràcies a la possibilitat d'informatització.
- Reducció dels robatoris i danys.

7. Les plataformes logístiques són centres, amb una àrea més o menys extensa, dins dels quals s'ubiquen diferents empreses amb activitats logístiques variades molt concretes i especialitzades:
- Contractació de transports.
- Emmagatzematge de mercaderies.
- *Cross-docking*, és a dir, consolidació de mercaderies per a una destinació determinada.
- *Picking* o preparació de comandes.
- Operacions denominades de valor afegit: muntatges, acabats, personalització dels productes, etc.
- Transferència de mercaderies entre mitjans de transport de maneres diferents.

8. Les ZAL són punts de connexió i articulació de xarxes de transport de diferents tipus, on se situen serveis logístics molt variats: emmagatzematge i estocatge, preparació de comandes, controls de qualitat, manipulacions industrials, embalatge, gestió d'informació, etc.

Un port sec es pot descriure com una àrea d'extensió d'un port situada en l'interior, unida amb aquest per trens complets *non stop*.

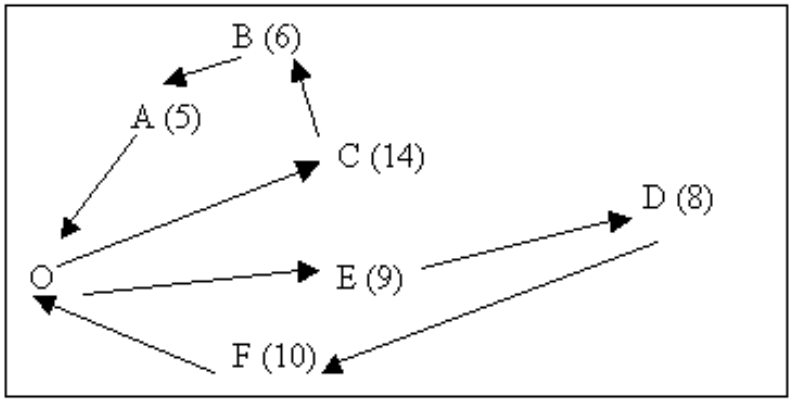
9. Perquè malgrat els seus defectes (més lent que la carretera i menys àgil) soluciona la crisi prevista del transport mitjançant la seva racionalització en un entorn de desenvolupament sostenible, ja que elimina la congestió de les actuals infraestructures, els mitjans són molt més nets i ecològics i el cost és menor.

10. La ruta òptima és W -> B -> C -> D -> A -> W

11.

1ª solució	2ª solució
D'A a X, 400 tons. D'A a Y, 0 tons D'A a Z, 0 tons. De B a X, 200 tons. De B a Y, 200 tons. De B a Z, 300 tons. De C a X, 0 tons. De C a Y, 300 tons. De C a Z, 0 tons.	D'A a X, 400 tons. D'A a Y, 0 tons D'A a Z, 0 tons. De B a X, 200 tons. De B a Y, 0 tons. De B a Z, 300 tons. De C a X, 0 tons. De C a Y, 500 tons. De C a Z, 0 tons.

12.



13. Llogar vehicles no és recomanable quan el nombre de setmanes de lloguer és major que el cost fix anual d'un vehicle propi equivalent, dividit per la diferència entre els costos setmanals del lloguer i els costos variables del vehicle propi.

14. Entre els avantatges de l'especialització, es pot citar:
- Imatge de domini d'una activitat específica.
- Concentració de recursos.

I entre les de la diversificació:
- Oferta de serveis complets.
- Possibilitat de compartir costos.
- Reducció de riscs.

15. A fi de reduir els efectes negatius de les esperes, compatibilitzar-la amb una disminució dels costos derivats d'una elevada capacitat de servei i minimitzar els costos conjunts, s'ha establert un model analític que permet avaluar les diverses variables controlables que caracteritzen cada situació d'espera. Aquest model analític es fonamenta en un tractament matemàtic de caràcter estocàstic que es denomina *teoria de les cues i línies d'espera*.

Bibliografia

AECOC (1993). *Manual de logística para la distribución comercial*. Madrid: AECOC.

Anaya Tejero, J. J. (1998). *La gestión operativa de la empresa*. Madrid: ESIC.

Arbones Malisani, E. A. (1990). *Logística empresarial*. Barcelona: Marcombo S. A.

Ballou, R. H. (1991). *Logística empresarial. Control y planificación*. Madrid: Díaz de Santos S. A.

Castán Farrero, J. M.; Cabañero Pisa, C.; Núñez Carballosa, A. (2000). *La logística en la empresa*. Madrid: Piràmide.

Daganzo, C. F. (1996). *Logistic Systems Análisis*. Berlín: Springer.

Jarillo, J. C. (1995). *Dirección estratégica* (2a. ed.). Madrid: McGraw-Hill.

Navas Lopez, J. E.; Guerras Martín, L. A. (1998). *La dirección estratégica de la empresa. Teoría y aplicaciones* (2a. ed.). Madrid: Civitas.