

# Rapport T 2.1.2 (part B)

**(Analyse coûts-avantages  
des scénarios de projets)**

La cooperazione al cuore del Mediterraneo

La coopération au cœur de la Méditerranée

# CONTENU

<b>Contenuti</b>	<b>1</b>
<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
<b>L'evoluzione degli investimenti nell'economia circolare</b>	<b>3</b>
<b>Scenari di riferimento</b>	<b>7</b>
Scenari 1A e 1B (ipotesi terrestre)	7
Scenario 2 (Ipotesi mista)	8
Scenario 3A e 3B (Ipotesi marittima)	8
La capacità globale di trattamento	9
L'assenza dello scenario 0	10
<b>Componenti del costo</b>	<b>12</b>
<b>Componenti del ricavo</b>	<b>14</b>
<b>La parte ambientale</b>	<b>15</b>
Il mercato delle emissioni	16
<b>Confronto degli scenari : analisi dei risultati</b>	<b>18</b>
<b>Analisi dei risultati</b>	<b>20</b>
<b>NPV e IRR degli scenari</b>	<b>21</b>

# INTRODUCTION

Il a été réalisé en collaboration avec l'équipe de recherche, sous la supervision du responsable scientifique Prof. Paolo Fadda et utilise les résultats obtenus au point T.2.2.1. "*Modèle de réseau de transport*", ainsi que ce qui a été analysé avec le service supplémentaire du projet appelé "*Identification d'un navire pour les activités de laboratoire, l'analyse et le traitement des déchets portuaires*".

Une analyse d'efficacité économique (analyse B/C) a été réalisée sur la base de l'étude des composantes de coût des différents scénarios de référence, avec l'application corollaire de certaines méthodes financières de comparaison des investissements (NPV et IRR), en poursuivant par une analyse de sensibilité (robustesse des solutions de conception évaluées). Le paradigme qui sous-tend l'ensemble du projet, et donc le présent travail, est celui de l'économie circulaire résultant du traitement innovant des plastiques.

Les estimations ont été réalisées sur la base de différents scénarios logistiques pour la distribution des déchets, dont certains passent par des installations situées dans les ports de la zone de coopération et d'autres sont traités en mer sur des navires équipés. Pour les différents scénarios, la solution de réseau la plus efficace a été étudiée. Les différentes options de distribution sont également évaluées en fonction de leurs coûts relatifs en matière d'énergie, de transport et d'environnement, qui sont également évalués économiquement sur la base des impacts générés par les polluants rejetés dans l'environnement tout au long de la chaîne logistique du processus.

# L'ÉVALUATION DES INVESTISSEMENTS DANS L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Un investissement, selon les principes de base de l'économie, est l'activité financière d'une entité économique visant à accroître les actifs en capital en acquérant ou en créant de nouvelles ressources économiques à utiliser dans le processus de production.

Dans le cadre du paradigme de l'économie circulaire, cependant, un investissement contribue à la durabilité des processus de production. L'économie circulaire est un modèle de production et de consommation qui implique le **partage, le prêt, la réutilisation, la réparation, le reconditionnement et le recyclage de matériaux et de produits existants**. Il s'agit d'un modèle dont le but ultime est de créer une valeur dite durable en minimisant l'utilisation des ressources (déchets) pour atteindre une efficacité de production maximale. Chaque sous-processus est conçu et construit dans le but de réutiliser chaque ressource de déchets en impliquant le plus grand nombre possible d'opérateurs et en maximisant les avantages économiques et durables à long terme.

Face à un problème d'analyse coût-bénéfice, il est nécessaire de choisir le meilleur investissement à financer et à développer à moyen et long terme. Comment comprendre si un projet va créer ou détruire de la valeur ? Comment choisir le "meilleur" ?

En général, plusieurs méthodologies peuvent être utilisées. Les principales sont :

- ✓ La méthode de la valeur actuelle nette (VAN) ;
- ✓ La méthode du taux de rendement interne (IRR).

La VAN est, en résumé, la différence entre la valeur actuelle des flux de trésorerie générés par l'investissement et l'engagement initial de ressources monétaires. La VAN d'un investissement est donc obtenue **en actualisant** tous les flux de trésorerie décrivant l'investissement au même moment, le moment initial ou moment zéro. La formule couramment utilisée est la suivante :

$$VAN = -I_0 + \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n}$$

Avec :

- ✓  $F$  = flux de trésorerie futurs générés par l'investissement ( $n$  périodes, mois ou années)
- ✓  $I$  = Investissement ou dépense initiale
- ✓  $r$  = taux d'actualisation

Grâce à la VAN, la **valeur générée par un investissement ou un projet** peut être mesurée de manière opérationnelle. Trois situations peuvent émerger de ces estimations :

- ✓ **NPV > 0** : de la valeur est produite (les entrées de trésorerie sont supérieures aux flux de trésorerie négatifs) ;
- ✓ **NPV = 0** : aucune valeur n'est produite ;
- ✓ **NPV < 0** : la valeur est détruite (les entrées de trésorerie sont inférieures aux flux de trésorerie négatifs).

D'un point de vue purement théorique, lorsque l'on compare deux investissements alternatifs, celui dont la VAN est la plus élevée est le choix financièrement optimal. Une complication opérationnelle de la VAN est le besoin préliminaire de connaître ou de choisir le taux d'actualisation ( $r$ ) auquel actualiser les flux de trésorerie.

Le calcul du taux de rendement interne (IRR), en revanche, n'est pas nécessaire : cette technique consiste à déterminer précisément la valeur du

taux d'actualisation qui égalise les sorties de fonds initiales avec les entrées de fonds. En pratique, la méthode IRR permet d'obtenir le taux d'actualisation qui rend la NPV égale à 0. La formule couramment utilisée est la suivante :

$$\sum_{t=0}^N \frac{FCO_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

L'investissement optimal entre deux projets éligibles sera celui dont le TRI est le plus élevé. En général, on peut aussi comparer le TRI avec le coût d'opportunité du capital :

- ✓ Si le coût d'opportunité du capital est supérieur ou égal au TRI, l'investissement n'est pas rentable ;
- ✓ si le coût d'opportunité du capital est inférieur au TRI, l'investissement est rentable.

En corollaire de ce qui vient d'être indiqué, quelques notions de mathématiques financières préparatoires au raisonnement sont rappelées :

- ✓ **La valeur actuelle (VA)** est un calcul financier qui mesure la valeur d'une somme d'argent future par rapport à la valeur actuelle.

$$VA = M \times \frac{1}{(1+r)^n}$$

Con:

M = Montante

$\frac{1}{(1+r)}$  = **tasso di attualizzazione** o di sconto

n = periodo temporale

- ✓ La **Montante** est l'équivalent monétaire futur d'une somme disponible aujourd'hui.

$$M = VA * (1 + r)^n$$

Con:

VA = valore attuale

(1 + r) = **coefficiente di capitalizzazione**

n = periodo temporale

- ✓ Le coût moyen pondéré du **capital** (WACC) est le meilleur investissement **non pris en** compte sur le marché. C'est une valeur importante qui nous permet de comprendre quel est l'investissement le plus rentable en tenant compte de la manifestation temporelle différente des différents projets.

# LES SCÉNARIOS DE RÉFÉRENCE

L'énorme effort méthodologique réalisé par l'équipe de recherche a été d'envisager les différentes hypothèses de réseaux de transport, susceptibles d'être modifiées, qui sont envisagées pour l'amélioration de la manutention des plastiques produits dans les zones portuaires de la zone transfrontalière.

La première hypothèse (scénario **1**) prévoit un réseau dans lequel le traitement des déchets a lieu à terre et le gaz produit est stocké dans des réservoirs spéciaux (l'"**hypothèse terrestre**"). La deuxième hypothèse (scénario **2**) prévoit que le traitement du plastique se fasse à terre, mais avec l'aide d'un navire qui collecte partiellement le plastique produit (en particulier celui de la Sardaigne) aussi bien dans les ports que dans les zones urbaines (**hypothèse dite mixte terre/mer**). La troisième hypothèse (**scénario 3**) prévoit l'utilisation d'un navire laboratoire qui, tout en faisant escale dans des ports de la zone transfrontalière, contient l'installation de gazéification à bord. Le gaz produit auto-propulse le navire et l'excédent de gaz est stocké dans des réservoirs, qui peuvent être situés dans la zone portuaire ou dans la zone adjacente, une fois le navire arrivé au port de destination (ce que l'on appelle l'**hypothèse maritime**).

Chaque scénario peut avoir différentes configurations en fonction des quantités manipulées et des distances parcourues (sur terre ou en mer), mais les principes qui sous-tendent les 3 scénarios parents sont les mêmes.

## Scénarios 1A et 1B (hypothèse terrestre)

**Le scénario 1A** prévoit que les broyeurs et les installations de traitement seront situés directement dans une zone adjacente au port, limitant ainsi au maximum le transport routier. Les villes où ils seront installés seront : Cagliari, Gênes, Livourne, Toulon. Les usines auront la capacité de traiter au minimum



les plastiques produits dans la zone portuaire et ceux collectés dans la zone urbaine pour la ville ou la zone territoriale où l'usine est installée.

**Le scénario 1B**, évidemment similaire au scénario 1A, diffère en ce que pour la Sardaigne, au lieu de considérer le traitement de la seule ville métropolitaine de Cagliari, on considère le traitement de tous les plastiques produits sur l'île. Les caractéristiques de Livourne, Gênes et Toulon restent inchangées par rapport au scénario 1A.

### **Scénario 2 (hypothèse "mixte")**

Dans le scénario 2, toutes les installations de gazéification seront installées à terre et couvriront les ports de Cagliari, Livourne, Gênes et Toulon. Les usines auront la capacité de traiter au minimum les plastiques produits dans le port et ceux collectés dans la zone urbaine de la ville ou de la zone territoriale où l'usine est installée. En particulier, les mêmes conditions que pour le scénario 1A sont envisagées pour Livourne, Gênes et Toulon. En ce qui concerne la Sardaigne, on envisage l'installation d'une usine de gazéification dans le port de Cagliari avec une capacité de 1500 tonnes/semaine, suffisante pour traiter tous les plastiques portuaires et urbains collectés sur l'île. Le transport du point de collecte vers l'un des 6 broyeurs zonaux (situés près des ports principaux) se fera par la route. Le transfert ultérieur des broyeurs vers l'installation de gazéification au plasma (installée dans la zone portuaire de Cagliari) se fera plutôt par voie maritime, grâce à un navire qui fait le tour des ports, collecte les déchets broyés et les livre à l'installation de la capitale.

### **Scénario 3 A et 3B (hypothèse maritime)**

**Le scénario 3A** est certainement l'hypothèse la plus innovante du projet et prévoit que l'usine de gazéification sera installée à bord du **navire laboratoire**. Il est prévu que ce navire fasse escale dans les ports des villes

de Cagliari, Olbia, Bastia, Piombino, Livourne, La Spezia, Gênes, Savone et Toulon, en collectant non seulement les déchets d'origine portuaire, mais aussi les déchets urbains de la ville où est installée l'usine. Des broyeurs de capacité appropriée seront installés dans les ports des villes de Cagliari, Olbia, Bastia, Piombino, Livourne, La Spezia, Gênes, Savone et Toulon. Une fois broyé, le plastique sera acheminé par un dispositif d'aspiration directement vers le navire laboratoire sur lequel se trouve l'installation de gazéification. Le scénario 3B, quant à lui, prévoit l'installation de broyeurs dans 9 ports, augmentant ainsi la capacité globale traitée.

### **La capacité globale de traitement**

La capacité totale de traitement est ici exprimée en tonnes par semaine et correspond aux valeurs suivantes pour les différents scénarios :

- ✓ Scénario 1A : 1 250 tonnes/semaine
- ✓ Scénario 1B : 2 500 tonnes/semaine
- ✓ Scénario 2 : 2 500 tonnes/semaine
- ✓ Scénario 3A : 1 500 tonnes/semaine
- ✓ Scénario 3B : 2 000 tonnes/semaine

A première vue, le choix d'envisager des scénarios avec des capacités de traitement différentes et, donc, apparemment non comparables, peut sembler anormal. Comme prévu, l'évolution du projet a conduit à envisager des scénarios terrestres, maritimes et mixtes qui découlent de la nécessité de concevoir des solutions concrètes et rationnellement applicables pour les territoires de référence. La configuration des scénarios découle notamment

- ✓ de l'étude du territoire et de l'organisation des services maritimes ;
- ✓ la nécessité de comprendre comment, par l'adoption de différentes solutions, les coûts d'acheminement et de traitement varient en fonction de l'ampleur des bénéfices réalisables, afin de parvenir à l'optimum en

termes de coûts, d'émissions et de capacité traitable pour les territoires analysés.

Des scénarios avec une échelle identique ne pouvaient être envisagés sans tenir compte de l'inapplicabilité opérationnelle ultérieure. Par exemple, le scénario maritime a été conçu à un stade ultérieur et, comme il est logique, n'est pas mathématiquement extensible. Le dimensionnement en termes de capacité traitée est donc l'un des indicateurs de l'évaluation des scénarios proposés.

### L'absence du scénario 0

Une étude de cette nature doit comporter, outre les scénarios de conception (des plus simples comme les scénarios 1 et 2 aux plus innovants comme le scénario 3), l'option "zéro", c'est-à-dire l'état actuel du système de traitement, également appelé **scénario 0**. La principale limite de cette étude réside dans le fait que les données et les connaissances nécessaires à l'élaboration de cette option de conception (scénario zéro) n'étaient pas disponibles, malgré la présence de partenaires institutionnels ayant un rôle réglementaire dans ce secteur des déchets. En effet, il s'agit d'un secteur où la transparence et la coopération en matière de partage des données et des informations sont insuffisantes. En particulier, à titre d'exemple mais non limitatif, il convient de noter qu'aucune information n'est mise à disposition sur :

- ✓ l'emplacement des usines de transformation des matières plastiques ;
- ✓ les bassins de référence territoriaux de chaque usine ;
- ✓ les coûts de traitement et de livraison pour les zones territoriales/urbaines ;
- ✓ les émissions atmosphériques des plantes ;
- ✓ les kilomètres parcourus sur les routes et les véhicules utilisés ;
- ✓ la quantité, la qualité et le coût des ressources humaines employées ;

- ✓ le niveau technologique des installations.

Dans le monde des données ouvertes et du développement durable, il devrait s'agir de sujets ouverts pour les praticiens, sans obstacles au développement d'études et de recherches tels que

Il ressort de ce qui précède que les solutions (scénarios) proposées ne peuvent être évaluées en termes absolus puisque le scénario de départ 0 n'est pas connu. Même le scénario le moins avantageux des cinq analysés ici pourrait être un choix optimal à l'heure actuelle car, en premier lieu, il est plus réalisable et bien plus avantageux, tant en termes économique-financiers qu'en termes d'impact environnemental, que le *statu quo*.

# COMPOSANTES DU COÛT

Vous trouverez ci-dessous une liste des éléments de coût qui ont émergé et ont été analysés au cours des différents brainstormings avec l'équipe de recherche.

## Coût de la collecte

Dans tous les scénarios, le coût de la collecte est omis, car il est identique et se produit de la même manière quel que soit le type d'élimination traité dans les différents scénarios.

## Coût du transport et sécurité routière

Sur la base des différents scénarios, les kilomètres parcourus pour la livraison ont été calculés et la consommation moyenne a été rapportée pour les moyens de transport standard utilisés.

## Installations de prétraitement : Broyeurs

Outre le coût d'achat (appelé amortissement de l'installation), les coûts de personnel nécessaires, la consommation d'énergie (et son coût), les coûts de maintenance annuels et les coûts de transport maritime ont été estimés (scénarios 2 et 3 uniquement).

## Gazéificateur

Outre le coût de l'installation (appelé amortissement de l'installation), les coûts d'exploitation du personnel, la consommation d'énergie et les consommables, les coûts d'entretien annuels et les frais généraux ont été estimés, y compris les charges financières.

## Navire à propulsion électrique

Outre le coût de mise en œuvre (appelé amortissement du navire), les coûts du personnel du navire, la consommation d'énergie, les coûts d'entretien annuels et les frais généraux, y compris les charges financières, ont été estimés. Dans les scénarios avec transport par voie maritime, les coûts du gazogène sont ajoutés aux coûts du navire.

# COMPOSANTES DU REVENU

Vous trouverez ci-dessous une liste des éléments de revenus qui ont émergé et ont été analysés lors des différents brainstormings avec l'équipe de recherche.

## **Droits d'entrée**

Il s'agit des recettes provenant du service offert aux opérateurs pour l'élimination des plastiques

## **Revenus des métaux récupérés, des agrégats de déchets et de l'électricité produite**

Il s'agit du revenu obtenu par la revente des déchets du cycle de production. C'est l'élément principal de l'économie, avec l'utilisation de l'électricité comme force motrice au lieu de la propulsion entièrement diesel.

## **Revenus des certificats blancs**

Ce type de recettes est également considéré comme

# LE VOLET ENVIRONNEMENTAL

Un élément de coût clé inclus dans l'analyse est l'impact environnemental estimé. En particulier, l'impact sur l'environnement a été ventilé selon les composantes suivantes :

- ✓ coût environnemental dû au transport routier (Quantité émise dans l'atmosphère de CO<sub>2</sub>) ;
- ✓ coût environnemental dû au transport routier (Quantité émise dans l'atmosphère de NO<sub>x</sub>) ;
- ✓ coût environnemental dû au transport routier (quantité émise dans l'atmosphère de SO<sub>2</sub>) ;
- ✓ coût environnemental dû au transport maritime (quantité émise de CO<sub>2</sub>) ;
- ✓ coût environnemental dû au transport maritime (quantité de NO<sub>x</sub> émise) ;
- ✓ coût environnemental dû au transport maritime (quantité émise de SO<sub>x</sub>).

La quantité d'émissions en tonnes a été estimée pour chaque scénario.

Pour la valorisation économique-financière de l'impact environnemental, il existe de nombreux points de réflexion dans la littérature. Il s'agit assurément d'un sujet novateur, riche en contributions. D'un point de vue économique rationnel, l'intention ici n'est pas d'exagérer la valeur, mais pas non plus de sous-estimer son importance. En termes d'économie circulaire et de développement durable, il est certainement à prendre en compte, sous peine d'obtenir des estimations incohérentes. La comparaison d'un scénario très polluant, voire plus polluant, avec des scénarios plus durables ne peut être une simple évaluation économique-financière.

Nous utiliserons ici le **coût que l'Europe attribue à l'impact environnemental dans le Green Deal européen**, un sujet certainement



nouveau qui sera développé par les projets de développement vert financés par le PNR. Il s'agit du coût que les entreprises paient ou devront payer en fonction de la pollution qu'elles produisent. **Actuellement, le coût est d'environ 100 euros par tonne d'émissions.**

En corollaire, la section suivante résume brièvement la manière dont le marché des émissions est réglementé.

L'évaluation selon le Green Deal européen sous-estime le phénomène. À moyen et long terme, la pollution critique l'ensemble du secteur socio-sanitaire d'une région et affecte les dépenses de santé de l'État et des familles. En outre, le respect des seuils de pollution d'ici 2030 entraînera dans les années à venir des innovations technologiques pour les entreprises privées et publiques, dont le coût est certainement considérable et ne peut être estimé à l'heure actuelle. Cependant, il serait trompeur ici d'inclure des valeurs laissées à la subjectivité de l'analyste qui rendraient les estimations très instables. La réduction des émissions polluantes est toutefois un chiffre pertinent à prendre en compte dans l'analyse des différents scénarios. Dans les choix des décideurs politiques, cette évaluation aura plus de poids à l'avenir. Il est en effet "moins" important de pondérer les "sommés d'argent" dépensés à court terme en faveur de solutions écologiquement durables qui sont préférables à moyen et long terme.

## **Le marché des émissions**

L'arme la plus immédiate dont dispose l'UE pour s'attaquer aux émissions polluantes est le **marché du** système d'échange de quotas d'émission (ETS). En soi, ce n'est pas nouveau : le marché européen a été lancé en 2005, mais l'objectif est de le renforcer et de l'étendre.

Actuellement, il fonctionne de manière très simple : on fixe un prix aux émissions, on le fait payer aux entreprises polluantes et, de cette manière,

elles compensent leurs externalités négatives (c'est-à-dire les effets néfastes qui n'affectent pas directement et uniquement l'entreprise) et les intègrent dans leur propre processus décisionnel. **Si une activité économique est contrainte de payer un coût proportionnel à son impact environnemental**, elle aura **tendance à le réduire**. L'ETS est un marché où les gens achètent et vendent. Les entreprises qui ont besoin de plus de permis de polluer que leur allocation gratuite doivent les acheter, tandis que celles qui parviennent à réduire leur impact peuvent les vendre et réaliser un bénéfice. Les propositions de la Commission européenne consistent à réduire la quantité de permis négociables, ce qui diminue l'offre, et à élargir les secteurs économiques qui sont obligés de les utiliser (transport et consommation domestique par exemple), ce qui augmente la demande. Les deux choix auront tendance à augmenter le prix des permis. C'est la raison de l'augmentation actuelle des prix de l'énergie et des matières premières dans les productions très polluantes.

# COMPARAISON DES SCÉNARIOS : ANALYSE DES RÉSULTATS

Le **tableau 1** montre les résultats économiques pour les cinq scénarios projetés sans l'évaluation économique des impacts environnementaux. Le **tableau 2** montre les mêmes résultats avec l'ajout de l'évaluation économique simplifiée des impacts environnementaux liés aux émissions polluantes. Le **tableau 3**, quant à lui, est un résumé et une comparaison.

**Tableau 1 - Estimations économiques des scénarios de référence (sans évaluation économique de l'impact environnemental)**

Componenti di costo (annui)	Scenario 1A (terrestre)	Scenario 1B (terrestre)	Scenario 2 (misto)	Scenario 3A (marittimo)	Scenario 3B (marittimo)
<b>Capacità di trattamento complessiva (tonn/sett)</b>	<b>1.250</b>	<b>2.500</b>	<b>2.500</b>	<b>1.500</b>	<b>2.000</b>
Costo di raccolta	trascurabile	trascurabile	trascurabile	trascurabile	trascurabile
Costo trasporto stradale annuo	5.385.640,00 €	24.724.596,00 €	15.620.800,00 €	2.803.372,00 €	8.118.084,00 €
Costo di sicurezza stradale annuo	104.566,94 €	468.099,56 €	291.979,21 €	52.399,99 €	151.740,69 €
<b>Trituratore</b>					
Ammortamento annuale impianto	900.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.350.000,00 €	1.650.000,00 €
Costo personale impianto annuo	1.560.000,00 €	2.600.000,00 €	2.600.000,00 €	2.340.000,00 €	2.860.000,00 €
Costo energia impianto annuo	1.038.322,80 €	1.730.538,00 €	1.730.538,00 €	1.557.484,20 €	1.903.591,80 €
Costo manutenzione impianto annuo	45.000,00 €	75.000,00 €	75.000,00 €	67.500,00 €	82.500,00 €
Costo annuo di trasporto marittimo	- €	- €	2.522.832,00 €	3.442.296,00 €	3.946.020,00 €
<b>Gassificatore</b>					
Ammortamento annuale gassificatore	2.475.000,00 €	4.904.400,00 €	4.904.400,00 €	390.000,00 €	520.000,00 €
Costo personale gassificatore annuo	1.950.000,00 €	2.730.000,00 €	2.730.000,00 €	1.170.000,00 €	1.560.000,00 €
Costo manutenzione gassificatore annuo	1.725.500,00 €	3.427.480,00 €	3.427.480,00 €	1.035.000,00 €	1.380.000,00 €
Costo annuo energia e materiali di consumo	1.084.600,00 €	2.154.416,00 €	2.154.416,00 €	450.000,00 €	600.000,00 €
Sese generali e oneri finanziari	1.041.600,00 €	1.951.709,00 €	1.851.709,00 €	360.000,00 €	480.000,00 €
<b>Natante</b>					
Costi operativi natante	- €	- €	500.000,00 €	300.000,00 €	400.000,00 €
Costo assicurazione natante	- €	- €	500.000,00 €	300.000,00 €	400.000,00 €
Personale navigante	- €	- €	3.500.000,00 €	2.100.000,00 €	2.800.000,00 €
Ammortamento e oneri finanziari	- €	- €	4.350.000,00 €	2.610.000,00 €	3.480.000,00 €
Manutenzioni	- €	- €	1.125.000,00 €	675.000,00 €	900.000,00 €
Costi carburanti	- €	- €	2.240.000,00 €	1.344.000,00 €	1.792.000,00 €
Costo marine operation	- €	- €	1.000.000,00 €	600.000,00 €	800.000,00 €
<b>Costo impatto ambientale</b>					
<b>Totale costo annuo</b>	<b>17.310.229,74 €</b>	<b>46.266.238,56 €</b>	<b>52.624.154,21 €</b>	<b>22.947.052,19 €</b>	<b>33.823.936,49 €</b>
<b>Componenti di ricavo (annui)</b>					
Tariffa di ingresso	3.450.000,00 €	7.880.000,00 €	7.880.000,00 €		
Ricavi da metalli recuperati	380.000,00 €	912.000,00 €	912.000,00 €		
Ricavi da inerti di risulta	320.000,00 €	768.000,00 €	768.000,00 €		
Ricavi da energia elettrica prodotta	2.770.000,00 €	6.648.000,00 €	6.648.000,00 €		
Ricavi da certificati bianchi	1.380.000,00 €	3.312.000,00 €	3.312.000,00 €		
<b>Ricavi totali</b>	<b>8.300.000,00 €</b>	<b>19.520.000,00 €</b>	<b>19.520.000,00 €</b>	<b>11.034.000,00 €</b>	<b>14.712.000,00 €</b>
<b>Capacità di trattamento complessiva annua (in tonnellate)</b>	<b>65.000</b>	<b>130.000</b>	<b>130.000</b>	<b>78.000</b>	<b>104.000</b>
<b>Totale costo a tonnellata</b>	<b>266,31 €</b>	<b>355,89 €</b>	<b>404,80 €</b>	<b>294,19 €</b>	<b>325,23 €</b>
<b>Totale ricavo a tonnellata</b>	<b>127,69 €</b>	<b>150,15 €</b>	<b>150,15 €</b>	<b>141,46 €</b>	<b>141,46 €</b>
<b>Totale netto annuo (Ricavi-costi)</b>	<b>- 9.010.229,74 €</b>	<b>- 26.746.238,56 €</b>	<b>- 33.104.154,21 €</b>	<b>- 11.913.052,19 €</b>	<b>- 19.111.936,49 €</b>
<b>Totale netto a tonnellata (Ricavi-costi)</b>	<b>- 138,62 €</b>	<b>- 205,74 €</b>	<b>- 254,65 €</b>	<b>- 152,73 €</b>	<b>- 183,77 €</b>

**Tableau 2 - Estimations économiques des scénarios de référence (avec évaluation économique de l'impact environnemental)**

Componenti di costo (annui)		Scenario 1A (terrestre)	Scenario 1B (terrestre)	Scenario 2 (misto)	Scenario 3A (marittimo)	Scenario 3B (marittimo)
<b>Capacità di trattamento complessiva (tonn/sett)</b>		<b>1.250</b>	<b>2.500</b>	<b>2.500</b>	<b>1.500</b>	<b>2.000</b>
Costo di raccolta		trascurabile	trascurabile	trascurabile	trascurabile	trascurabile
Costo trasporto stradale annuo		5.385.640,00 €	24.724.596,00 €	15.620.800,00 €	2.803.372,00 €	8.118.084,00 €
Costo di sicurezza stradale annuo		104.566,94 €	468.099,56 €	291.979,21 €	52.399,99 €	151.740,69 €
Trituratore	Ammortamento annuale impianto	900.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.350.000,00 €	1.650.000,00 €
	Costo personale impianto annuo	1.560.000,00 €	2.600.000,00 €	2.600.000,00 €	2.340.000,00 €	2.860.000,00 €
	Costo energia impianto annuo	1.038.322,80 €	1.730.538,00 €	1.730.538,00 €	1.557.484,20 €	1.903.591,80 €
	Costo manutenzione impianto annuo	45.000,00 €	75.000,00 €	75.000,00 €	67.500,00 €	82.500,00 €
	Costo annuo di trasporto marittimo	- €	- €	2.522.832,00 €	3.442.296,00 €	3.946.020,00 €
Gassificatore	Ammortamento annuale gassificatore	2.475.000,00 €	4.904.400,00 €	4.904.400,00 €	390.000,00 €	520.000,00 €
	Costo personale gassificatore annuo	1.950.000,00 €	2.730.000,00 €	2.730.000,00 €	1.170.000,00 €	1.560.000,00 €
	Costo manutenzione gassificatore annuo	1.725.500,00 €	3.427.480,00 €	3.427.480,00 €	1.035.000,00 €	1.380.000,00 €
	Costo annuo energia e materiali di consumo	1.084.600,00 €	2.154.416,00 €	2.154.416,00 €	450.000,00 €	600.000,00 €
	Sese generali e oneri finanziari	1.041.600,00 €	1.951.709,00 €	1.851.709,00 €	360.000,00 €	480.000,00 €
Natante	Costi operativi natante	- €	- €	500.000,00 €	300.000,00 €	400.000,00 €
	Costo assicurazione natante	- €	- €	500.000,00 €	300.000,00 €	400.000,00 €
	Personale navigante	- €	- €	3.500.000,00 €	2.100.000,00 €	2.800.000,00 €
	Ammortamento e oneri finanziari	- €	- €	4.350.000,00 €	2.610.000,00 €	3.480.000,00 €
	Manutenzioni	- €	- €	1.125.000,00 €	675.000,00 €	900.000,00 €
	Costi carburanti	- €	- €	2.240.000,00 €	1.344.000,00 €	1.792.000,00 €
	Costo marine operation	- €	- €	1.000.000,00 €	600.000,00 €	800.000,00 €
<b>Costo impatto ambientale</b>	<b>197.244,05 €</b>	<b>882.967,96 €</b>	<b>562.799,40 €</b>	<b>120.831,35 €</b>	<b>311.085,36 €</b>	
<b>Totale costo annuo</b>	<b>17.507.473,79 €</b>	<b>47.149.206,52 €</b>	<b>53.186.953,61 €</b>	<b>23.067.883,55 €</b>	<b>34.135.021,85 €</b>	
<b>Componenti di ricavo (annui)</b>						
Tariffa di ingresso		3.450.000,00 €	7.880.000,00 €	7.880.000,00 €		
Ricavi da metalli recuperati		380.000,00 €	912.000,00 €	912.000,00 €		
Ricavi da inerti di risulta		320.000,00 €	768.000,00 €	768.000,00 €		
Ricavi da energia elettrica prodotta		2.770.000,00 €	6.648.000,00 €	6.648.000,00 €		
Ricavi da certificati bianchi		1.380.000,00 €	3.312.000,00 €	3.312.000,00 €		
<b>Ricavi totali</b>		<b>8.300.000,00 €</b>	<b>19.520.000,00 €</b>	<b>19.520.000,00 €</b>	<b>11.034.000,00 €</b>	<b>14.712.000,00 €</b>
<b>Capacità di trattamento complessiva annua (in tonnellate)</b>		<b>65.000</b>	<b>130.000</b>	<b>130.000</b>	<b>78.000</b>	<b>104.000</b>
<b>Totale costo a tonnellata</b>		<b>269,35 €</b>	<b>362,69 €</b>	<b>409,13 €</b>	<b>295,74 €</b>	<b>328,22 €</b>
<b>Totale ricavo a tonnellata</b>		<b>127,69 €</b>	<b>150,15 €</b>	<b>150,15 €</b>	<b>141,46 €</b>	<b>141,46 €</b>
<b>Totale netto annuo (Ricavi-costi)</b>		<b>- 9.207.473,79 €</b>	<b>- 27.629.206,52 €</b>	<b>- 33.666.953,61 €</b>	<b>- 12.033.883,55 €</b>	<b>- 19.423.021,85 €</b>
<b>Totale netto a tonnellata (Ricavi-costi)</b>		<b>- 141,65 €</b>	<b>- 212,53 €</b>	<b>- 258,98 €</b>	<b>- 154,28 €</b>	<b>- 186,76 €</b>

**Tableau 3 - Comparaison sommaire**

Scenario	Capacità (tonn/sett.)	Capacità annua	Emissioni		Senza la componente ambientale		Con la componente ambientale		
			Tot.	A Tonnellata	Annuale	a Tonn	Annuale	A Tonnellata	
Terrestre	1A	1.250	65.000	1.972,44	1,58	9.010.229,74 €	138,62 €	9.207.473,79 €	141,65 €
	1B	2.500	130.000	8.829,68	3,53	26.746.238,56 €	205,74 €	27.629.206,52 €	212,53 €
Misto	2	2.500	130.000	5.627,99	2,25	33.104.154,21 €	254,65 €	33.666.953,61 €	258,98 €
Marittimo	3A	1.500	78.000	1.208,31	0,81	11.913.052,19 €	152,73 €	12.033.883,55 €	154,28 €
	3B	2.000	104.000	3.110,85	1,56	19.111.936,49 €	183,77 €	19.423.021,85 €	186,76 €

## Analyse des résultats

L'analyse des émissions penche en faveur des scénarios 3A et 3B, par rapport aux scénarios 2 et 1A. Il est important de souligner qu'en termes de comparaison, les scénarios 1B, 2 et 3B sont ceux dont la taille est la plus proche des besoins actuels pour la livraison et le traitement global des plastiques dans l'espace de coopération. Les scénarios 1A et 3A, bien que préférables du point de vue de l'impact sur l'environnement et des coûts, sont moins appropriés aux besoins réels de la zone, mais utiles pour évaluer les performances de l'installation lorsque le volume de déchets traités change. C'est précisément pour cette raison que les trois premiers sont étendus aux réseaux des scénarios terrestres et maritimes. L'évaluation des scénarios 1A et 1B serait plus intéressante en présence du scénario 0 afin de disposer d'un cadre de comparaison significatif.

D'un point de vue strictement économique, le scénario 3B est moins lourd que les scénarios 1B et 2, et est également le plus efficace en termes d'impact environnemental par rapport aux autres scénarios alternatifs.

Il est important de faire quelques considérations sur les coûts du transport routier des déchets. Un coût de transport routier par kilomètre est estimé. Cela signifie qu'en termes d'économie d'entreprise, il est considéré comme un coût purement variable. Il n'a pas été possible de prendre en compte l'élément de coût "structurel" dû à la gestion du parc automobile et à l'incidence du véhicule, qui n'est pas toujours utilisable à pleine charge et à pleine capacité. Il en va de même pour la gestion des imprévus (entretien, accidents, zones de forte congestion du trafic, etc.) et l'usure et la congestion accrues du réseau routier. Cela conduit à la sous-estimation du coût du transport terrestre, qui est difficile à estimer au niveau de l'avant-projet. Pour la composante maritime, en revanche, l'évaluation semble être prudente puisque chaque type de composant lié au navire et aux machines à bord a été pris en compte.

Cependant, l'augmentation des coûts liés aux arrêts temporaires des navires ne peut pas non plus être estimée dans ce cas.

L'estimation des scénarios 1A et 1B, et partiellement du scénario 2, est fortement influencée par les coûts d'utilisation du transport routier par rapport aux scénarios 3A et 3B.

## NPV et IRR des scénarios

Enfin, comme mentionné dans l'introduction, nous présentons les élaborations résultant de l'application d'une analyse financière utilisant les méthodologies NPV et IRR. En particulier, le **tableau 4** montre les résultats des estimations qui nous permettent d'obtenir la VAN aujourd'hui (capital à financer) pour un investissement sur 20 ans, ce qui se traduit par un TRI égal à 0. En pratique, nous répondons à la question suivante : quel est le capital nécessaire pour obtenir un investissement qui équivaut à des flux de trésorerie positifs et négatifs sur 20 ans ?

Dans le **tableau 5**, d'autre part, le TRI des investissements est montré en utilisant comme investissement initial celui dérivé du **tableau 4** (Hypothèses 1 à 5) et une sixième hypothèse utilisant la moyenne. Il s'agit d'un outil qui permet une évaluation financière des différents scénarios dans l'hypothèse d'un calcul aseptique des résultats, sans tenir compte des évaluations qualitatives liées aux réductions de l'impact environnemental.

**Tableau 4 - VAN nécessaire pour obtenir un TRI de 0 %.**

ScENARIO		Capitale finanziario	Capacità annua (in tonn)	Capacità (in tonn) dell'intero arco temporale (20 anni)	Capitale finanziario pro- quota (per tonn)
Terrestre	<b>1A</b>	115.200.000,00 €	65.000	1.300.000	88,62 €
	<b>1B</b>	434.400.000,00 €	130.000	2.600.000	167,08 €
Misto	<b>2</b>	539.500.000,00 €	130.000	2.600.000	207,50 €
Marittimo	<b>3A</b>	431.800.000,00 €	78.000	1.560.000	276,79 €
	<b>3B</b>	641.000.000,00 €	104.000	2.080.000	308,17 €

**Tableau 5 - Capital financier nécessaire pour atteindre un TRI de 0 %.**

	ScENARIO	Ipotesi 1	Ipotesi 2	Ipotesi 3	Ipotesi 4	Ipotesi 5	Ipotesi 6	
		VAN ScENARIO 1A	VAN ScENARIO 1B	VAN ScENARIO 2	VAN ScENARIO 3A	VAN ScENARIO 3B	VAN Medio	
	Capitale	115.200.000,00 €	434.400.000	539.500.000	431.800.000,00 €	641.000.000,00 €	432.380.000	
TIR dell'investimento	Terrestre	<b>1A</b>	0,00%	-11,19%	-12,64%	-11,15%	-13,75%	-11,16%
		<b>1B</b>	29,93%	0,00%	-2,30%	0,06%	-3,96%	0,05%
	Misto	<b>2</b>	11411,90%	3,02%	0,00%	3,12%	-2,05%	3,10%
	Marittimo	<b>3A</b>	50,47%	-0,08%	-2,53%	0,00%	-4,27%	-0,02%
		<b>3B</b>	294,76%	5,43%	2,19%	5,53%	0,00%	5,51%

D'un point de vue financier, les considérations de commodité (économique) qui sont apparues dans la section précédente réapparaissent également. Ces précisions sont utiles aux décideurs politiques pour comprendre l'ampleur en termes absolus des valeurs monétaires impliquées dans ce phénomène. La nature des investissements dans ce secteur représente des chiffres à six chiffres. Les choix politiques en matière d'élimination et de réduction des émissions engageront les budgets des organismes publics pour les vingt prochaines années. Telle est la dimension financière du phénomène.