

Prospettive LCA nei sistemi elettrici

M. de Nigris

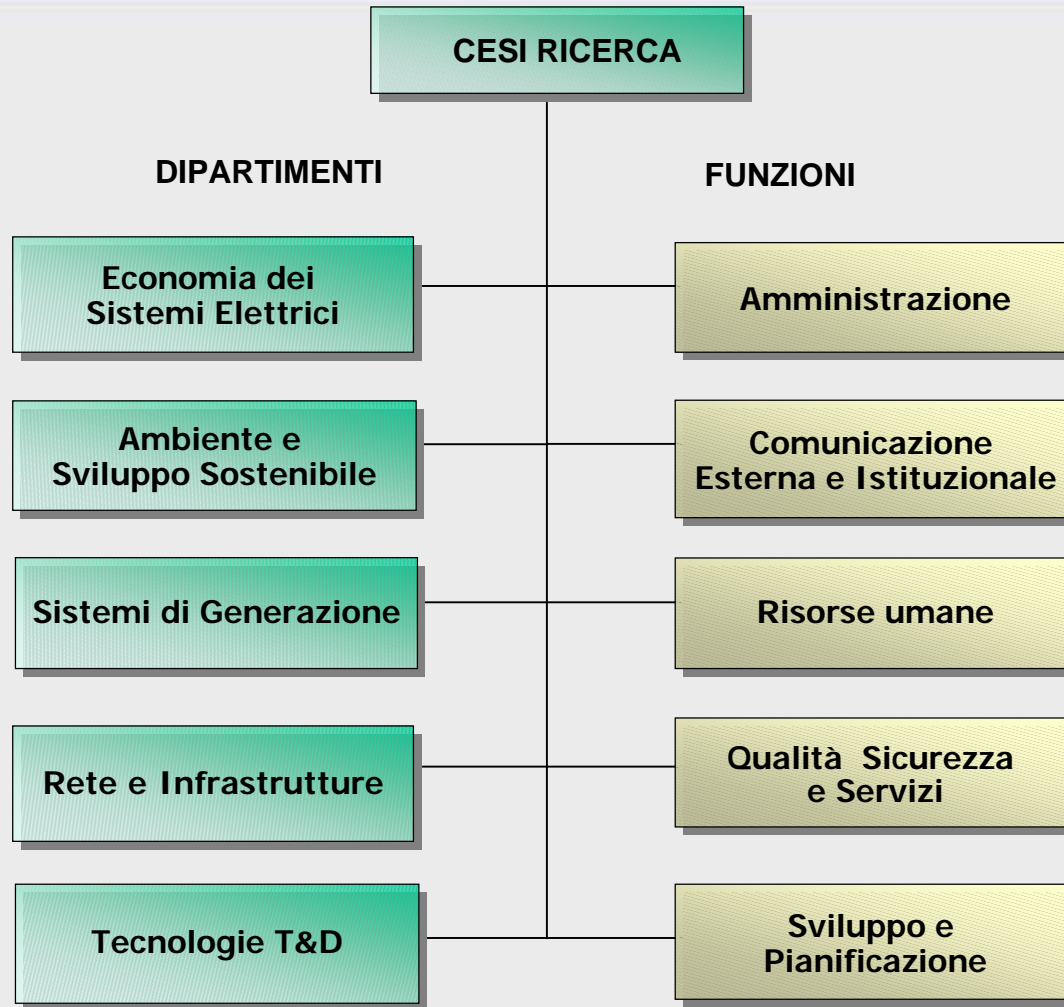
Dipartimento Tecnologie T&D

CESI RICERCA

CESI RICERCA in 2 parole

- **Missione:** ricerca finanziata a livello nazionale ed internazionale nel settore elettro-energetico
- **Competenza:** multidisciplinare, sul sistema elettrico, con orientamento applicativo e sperimentale
- **Forma societaria:** S.p.A con vincoli statutari sulla distribuzione degli utili
- **Proprietà:** capitale a maggioranza pubblica (ENEA 51%) con presenza privata (CESI 49%) rappresentativa del comparto elettro-energetico nazionale

Organizzazione



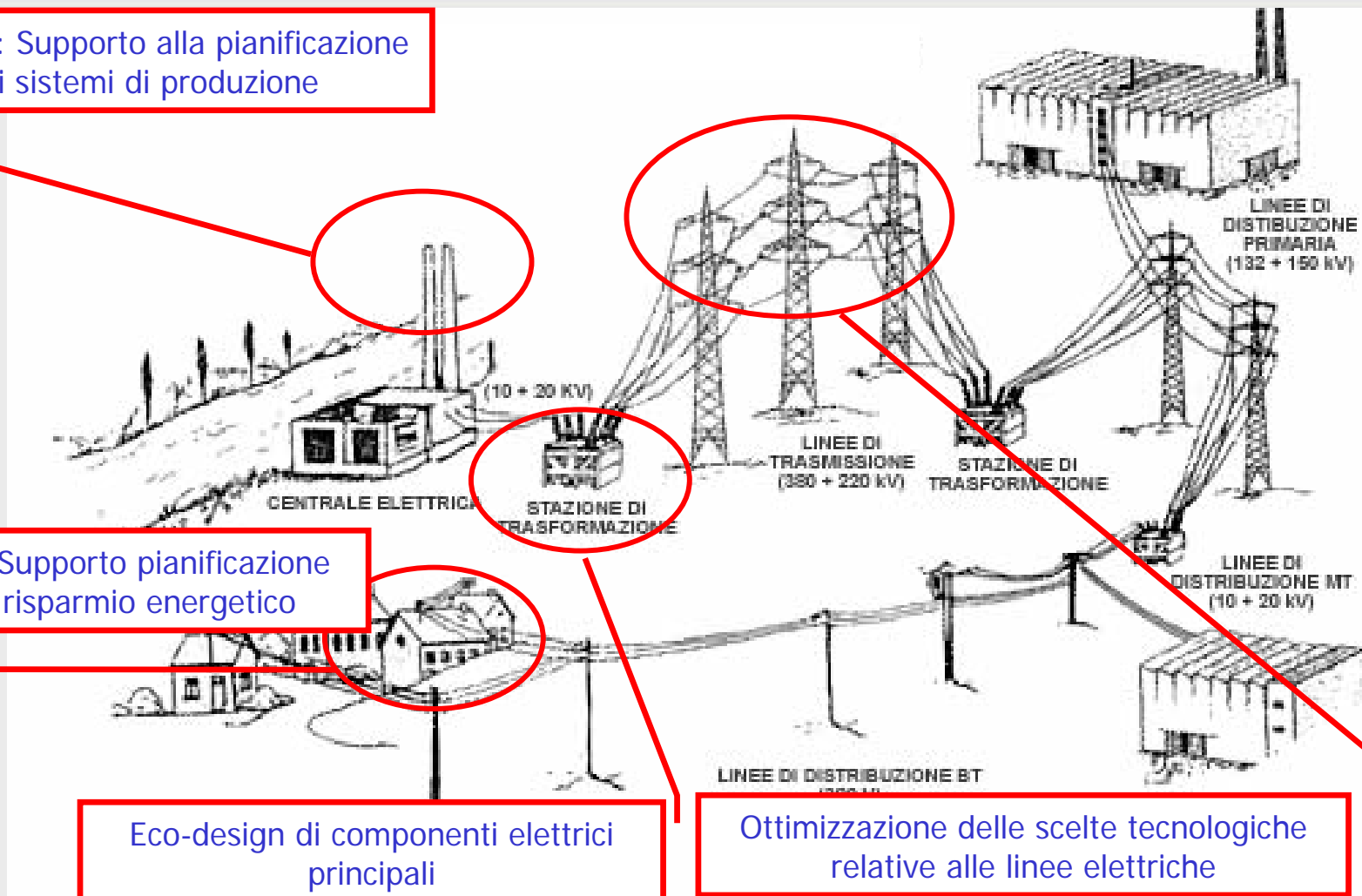
Studi LCA relativi al Sistema Elettrico

SESAMO: Supporto alla pianificazione dei sistemi di produzione

SERPENTE: Supporto pianificazione interventi risparmio energetico

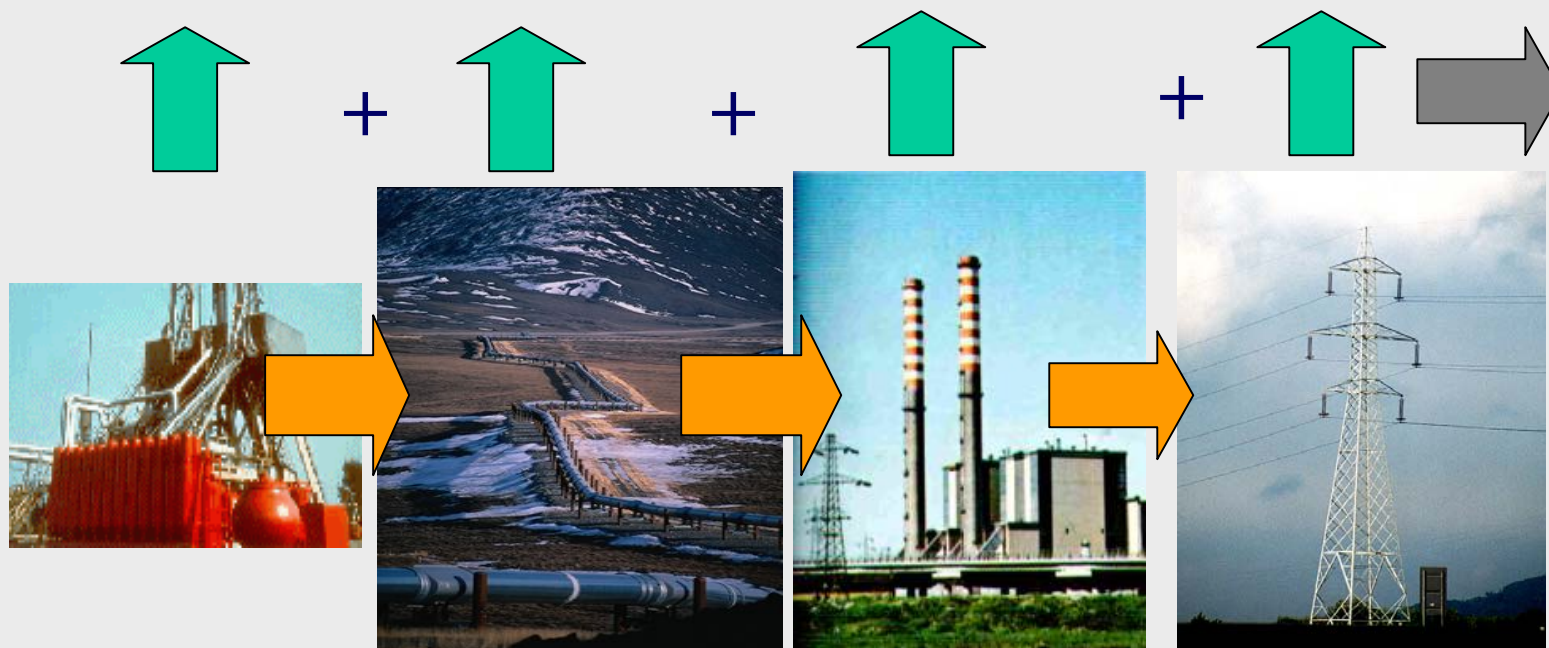
Eco-design di componenti elettrici principali

Ottimizzazione delle scelte tecnologiche relative alle linee elettriche



Studi LCA relativi al Sistema Elettrico: drivers

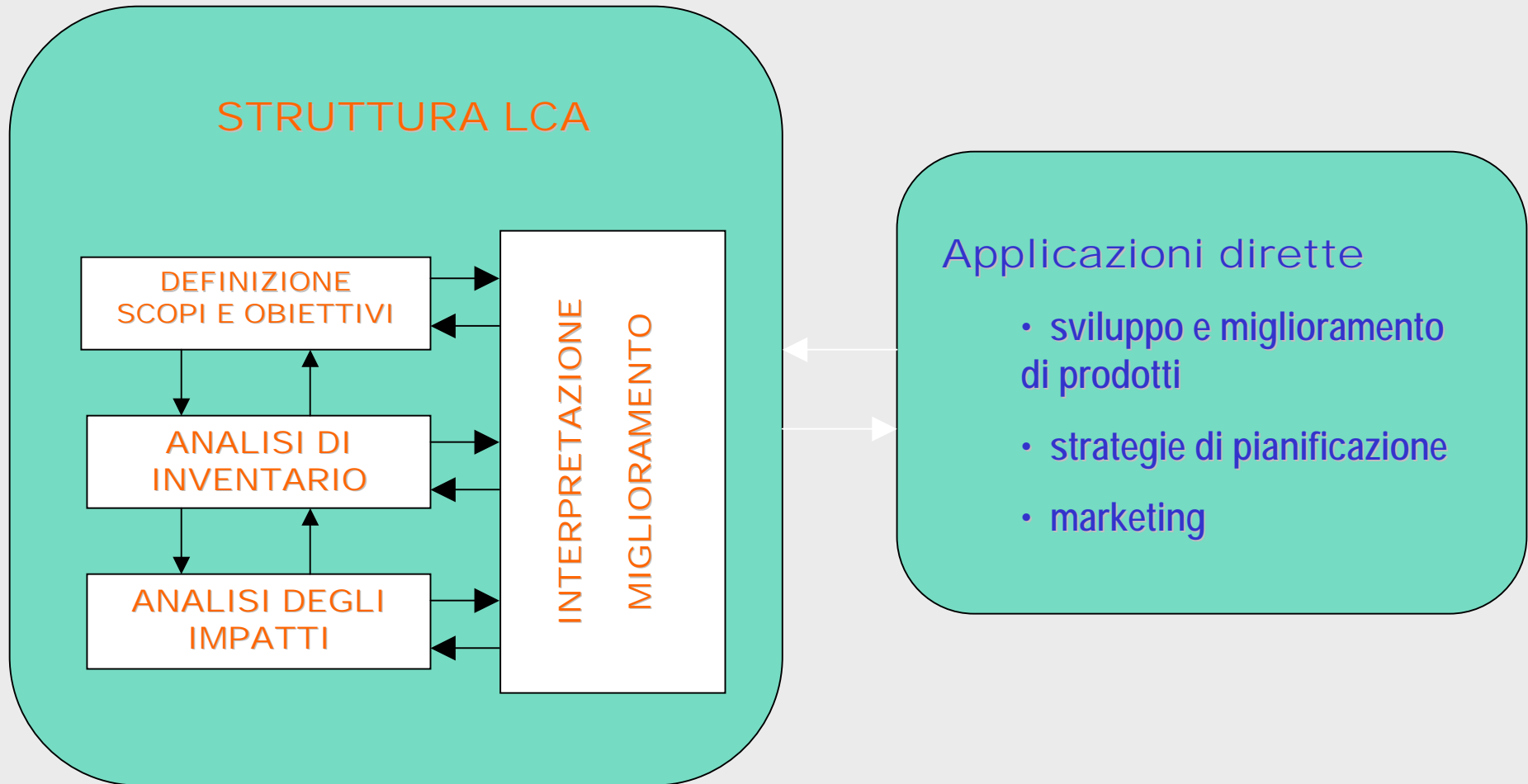
Emissioni atmosferiche, Rifiuti, Scarichi idrici...



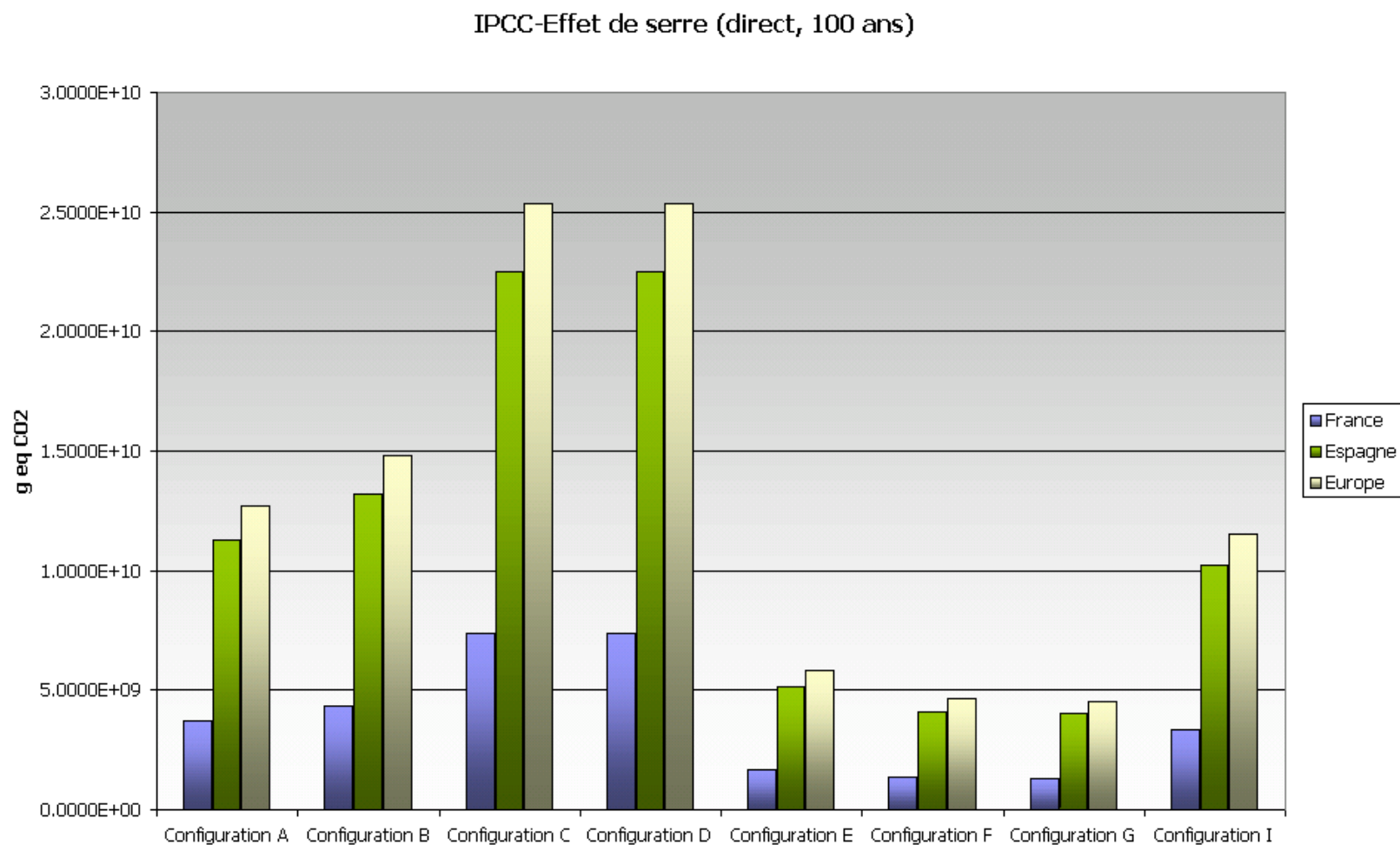
Risorse (Energia, materie prime...)

Carichi totali

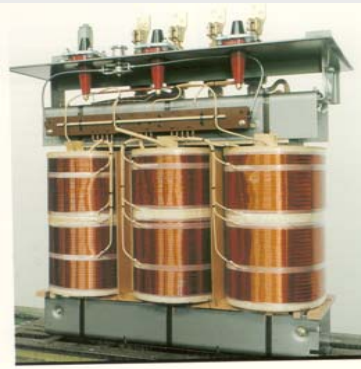
Schema ISO della metodologia



Effetto del mix energetico






Esempi concreti relativi alle tecnologie T&D



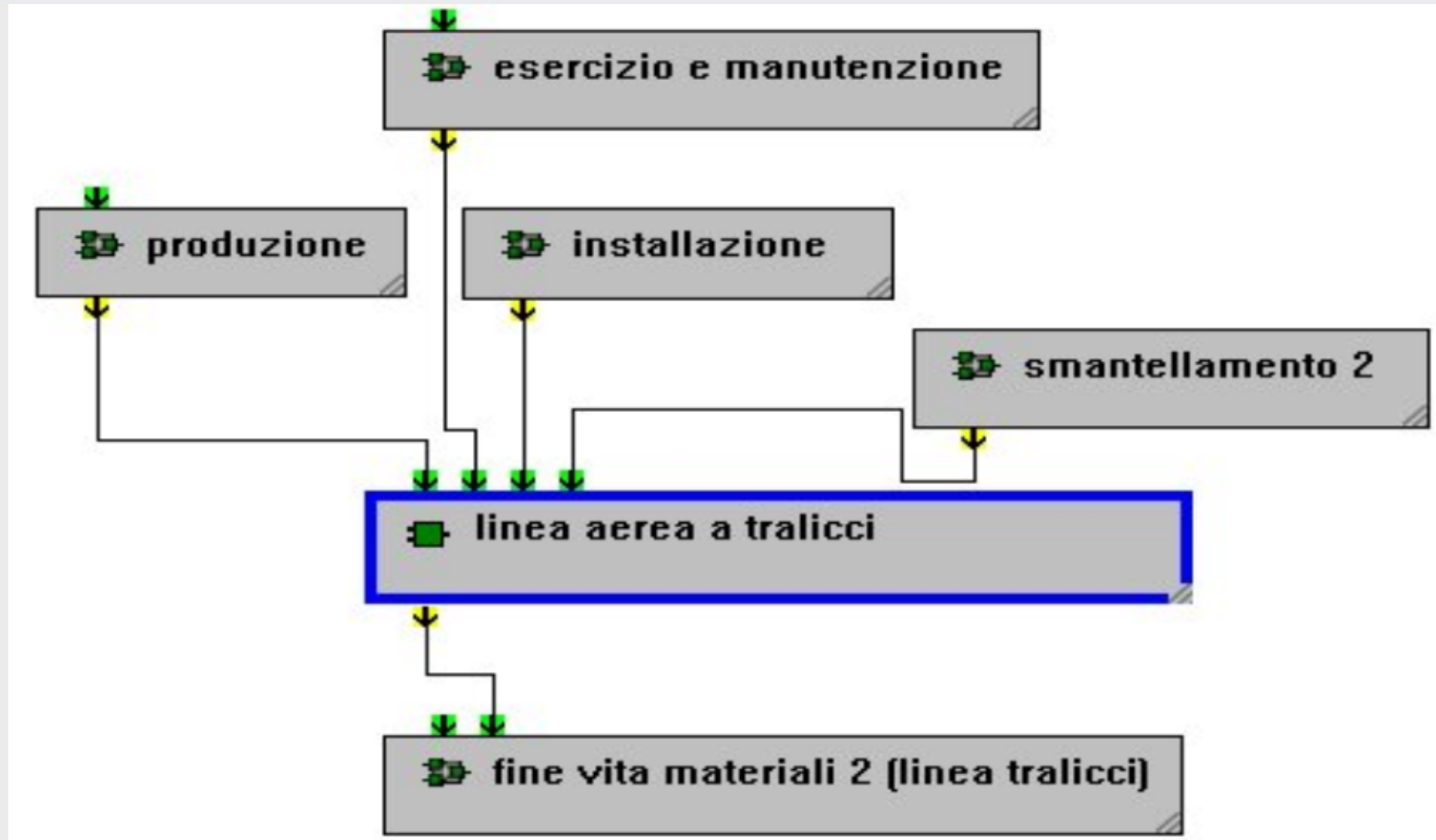
Esempio: linea elettrica 150 kV

Definizione degli obiettivi e delle finalità:

- Finalità: confronto tra alternative allo scopo di determinare la soluzione più eco-compatibile. Individuazione dei punti di maggiore criticità.
 - Unità funzionale: il trasporto di energia a tensione di 150kV e corrente elettrica 140 A (valore in condizioni di normale esercizio) – 20 km
 - Sistema e suoi confini :
 - (a) Linea aerea a tralicci 
 - (b) Linea aerea a pali monostelo 
 - (c) Linea parzialmente aerea a pali monostelo parzialmente interrata in cavo AIRBAG (4 km) 
 - Fasi del ciclo di vita considerate:
 - Produzione
 - Installazione
 - Esercizio e manutenzione
 - Smantellamento
 - Smaltimento e recupero
-

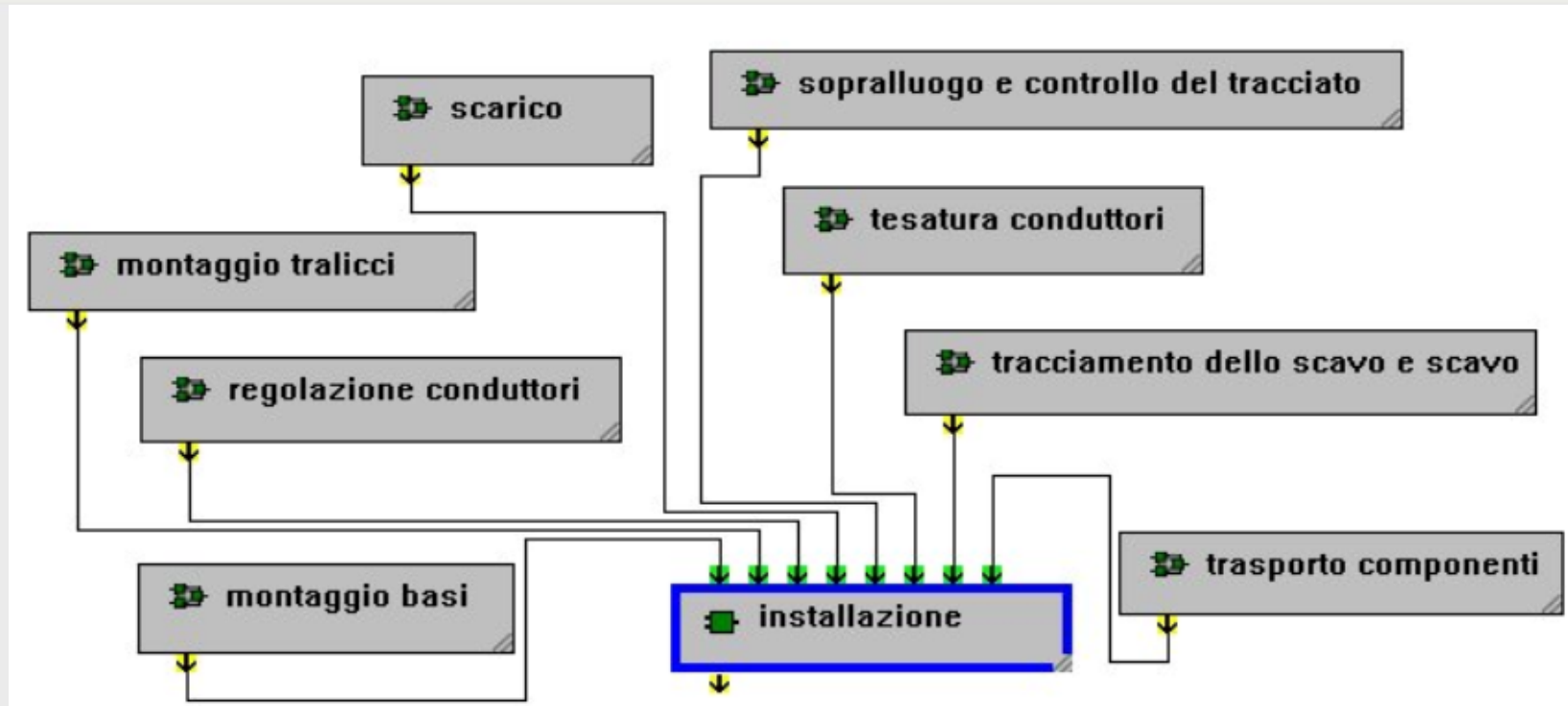
ANALISI DI INVENTARIO

Diagramma di flusso modello Linea (a)



ANALISI DI INVENTARIO

Diagramma di flusso modello Linea (a)



Ciascuna fase è stata suddivisa in sottofasi e queste a loro volta in singole operazioni unitarie al fine di ottenere una rappresentazione fedele di tutti i flussi (materiali ed energia) che partono dall'ambiente passano attraverso il sistema e ritornano all'ambiente.

ANALISI DI INVENTARIO

Esempio di tabella di inventario

System:	Inventory: Installazione (linea tralicci)	English (UK)	
	Flow	Units	montaggio basi
Inputs:	(r) Barium Sulphate (BaSO ₄ , in ground)	kg	1,41935
	(r) Bauxite (Al ₂ O ₃ , ore)	kg	1,39569
	(r) Bentonite (Al ₂ O ₃ .4SiO ₂ .H ₂ O, in ground)	kg	0,134078
	(r) Calcium Sulphate (CaSO ₄ , ore)	kg	0,207618
	(r) Chromium (Cr, ore)	kg	0,000272893
	(r) Clay (in ground)	kg	1,44524
	(r) Coal (in ground)	kg	87,2417
	(r) Copper (Cu, ore)	kg	0,00138818
	(r) Gravel (unspecified)	kg	28,3744
	(r) Iron (Fe, ore)	kg	4,45923
	(r) Iron Sulphate (FeSO ₄ , ore)	kg	0,00236224
	(r) Lead (Pb, ore)	kg	0,0004334
	(r) Lignite (in ground)	kg	2,24939
	(r) Limestone (CaCO ₃ , in ground)	kg	21,1391
	(r) Manganese (Mn, ore)	kg	0,000158946
	(r) Natural Gas (in ground)	kg	1133,39
	(r) Nickel (Ni, ore)	kg	9,24E-05
	(r) Oil (in ground)	kg	40676,6
	(r) Pyrite (FeS ₂ , ore)	kg	2,27489
	(r) Sand (in ground)	kg	0,614033
	(r) Silver (Ag, ore)	kg	6,88E-06
	(r) Sodium Chloride (NaCl, in ground or in s	kg	5,5778
	(r) Uranium (U, ore)	kg	0,000259337
	(r) Zinc (Zn, ore)	kg	1,01E-05
	Explosive (unspecified)	kg	0,000151068
	Iron Scrap	kg	32,4206
	Land Use (II -> III)	m2a	0,0584442
	Land Use (II -> IV)	m2a	0,0711593

Analisi degli Impatti

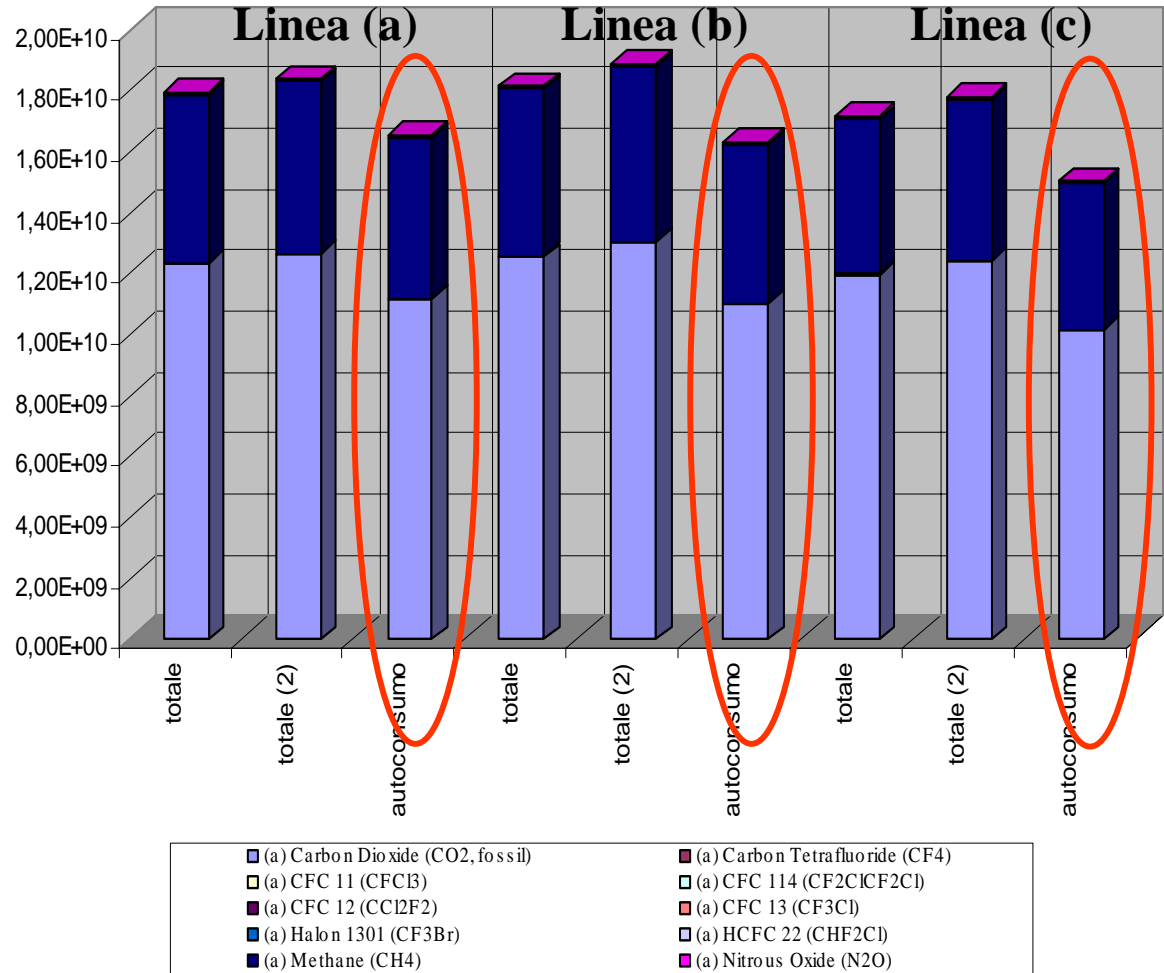
Nella scelta delle Categorie d'impatto sono state seguite le indicazioni ANPA per la certificazione di prodotto EDP:

- Effetto serra a 20 anni (IPCC);
- Assottigliamento della fascia di ozono stratosferico (WMO);
- Formazione di smog fotochimico (WMO);
- Acidificazione (CML);
- Eutrofizzazione (CML);
- Tossicità per l'uomo (USES);
- Consumo di risorse non rinnovabili;
- Flussi fisici d'inventario: energia primaria totale ed elettrica, rifiuti pericolosi e rifiuti totali.

Analisi degli Impatti: Risultati

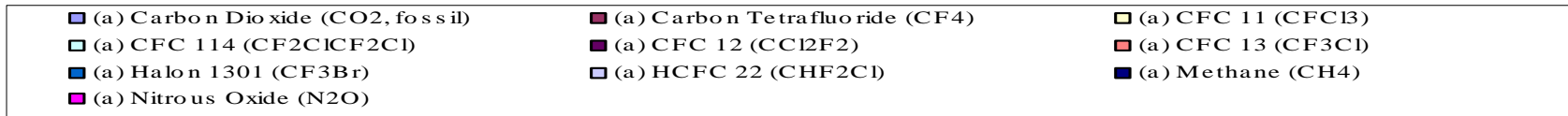
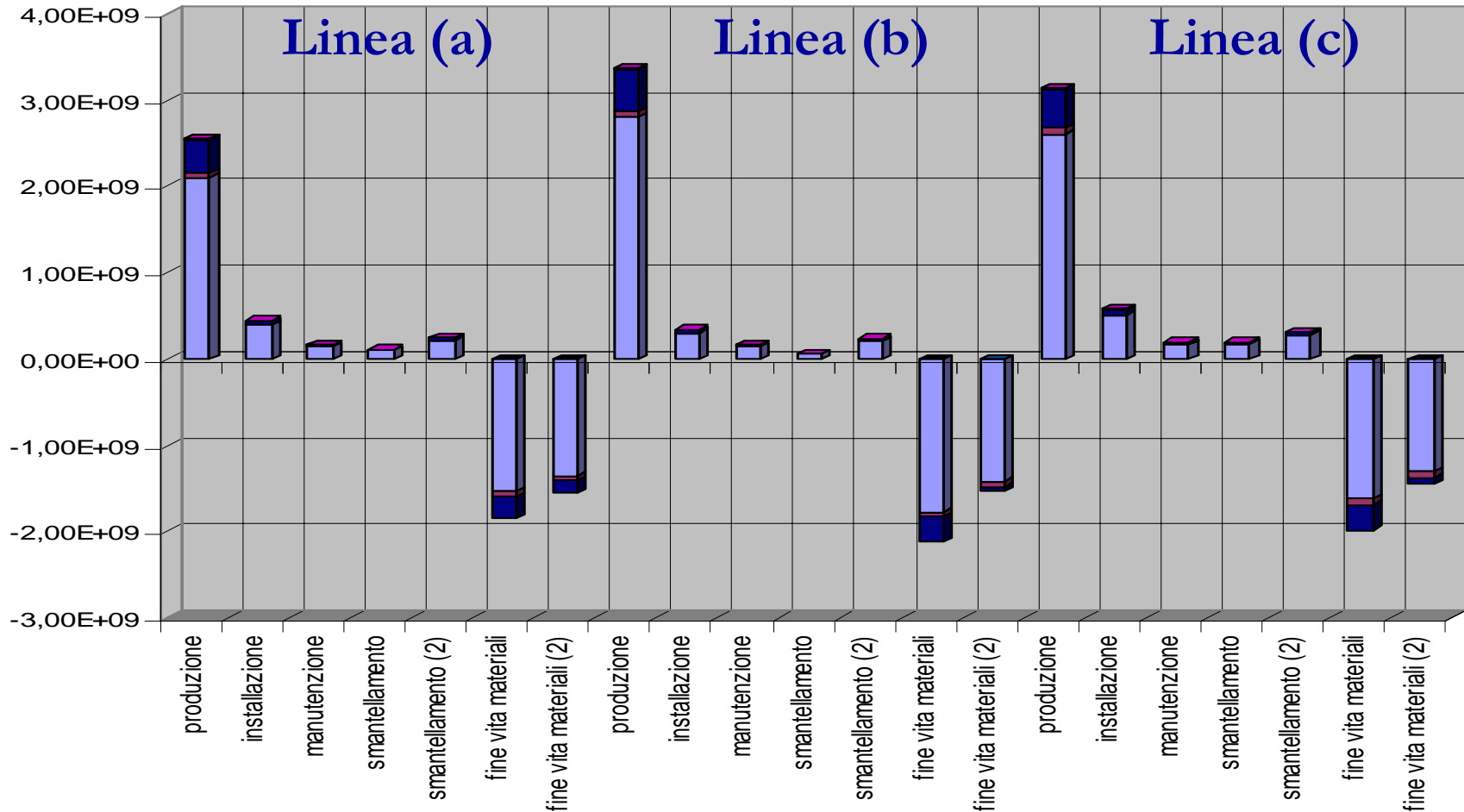
All'autoconsumo è imputabile la responsabilità di gran parte del contributo apportato alle categorie d'impatto scelte dalle linee nella totalità del ciclo di vita

Effetto serra a 20 anni (IPCC)



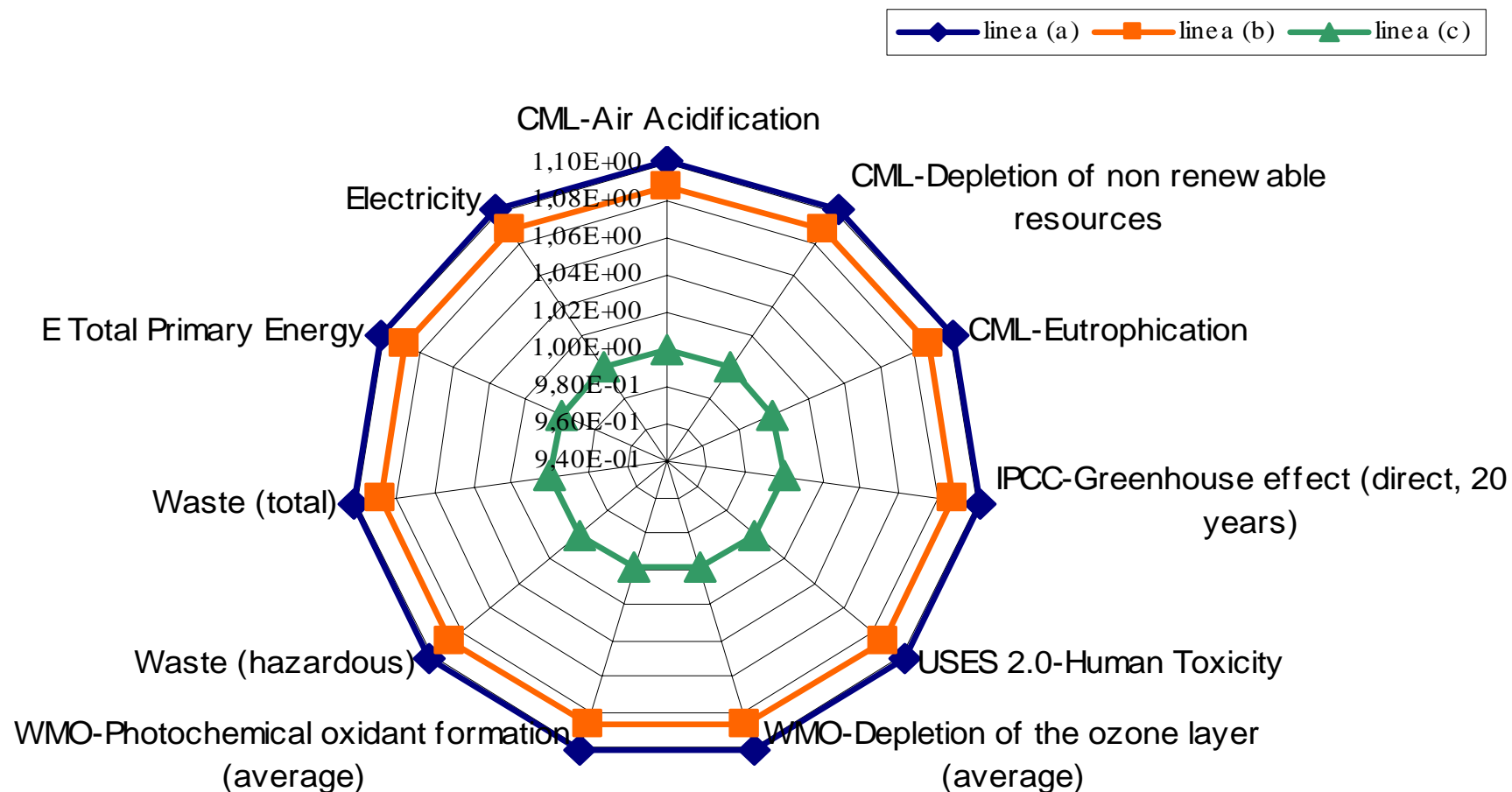
Analisi degli Impatti: Risultati

IPCC-Greenhouse effect (direct, 20 years) [g eq. CO2]



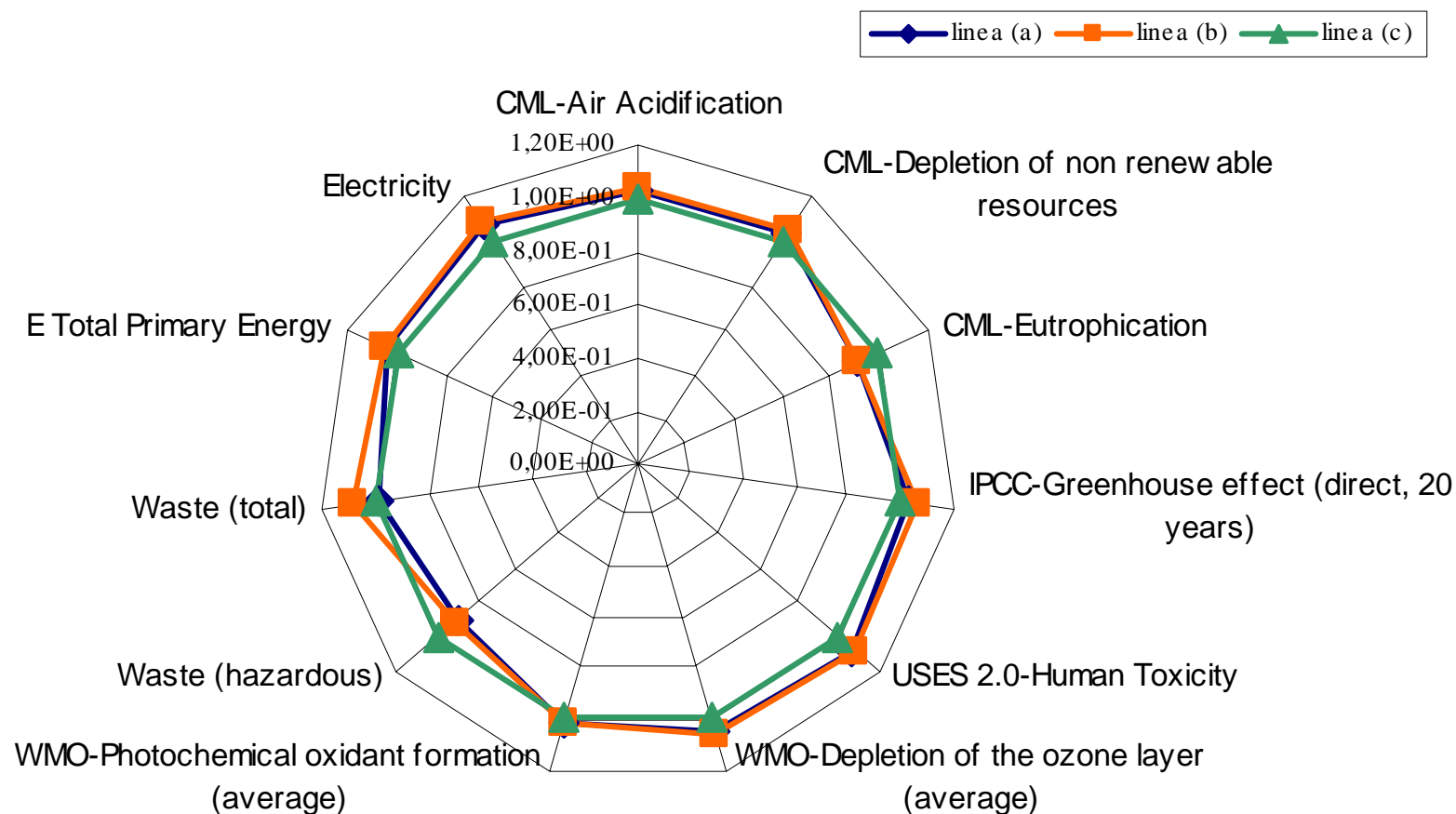
Analisi degli Impatti: Risultati

CONFRONTO LINEE: AUTOCONSUMO (in p.u.)



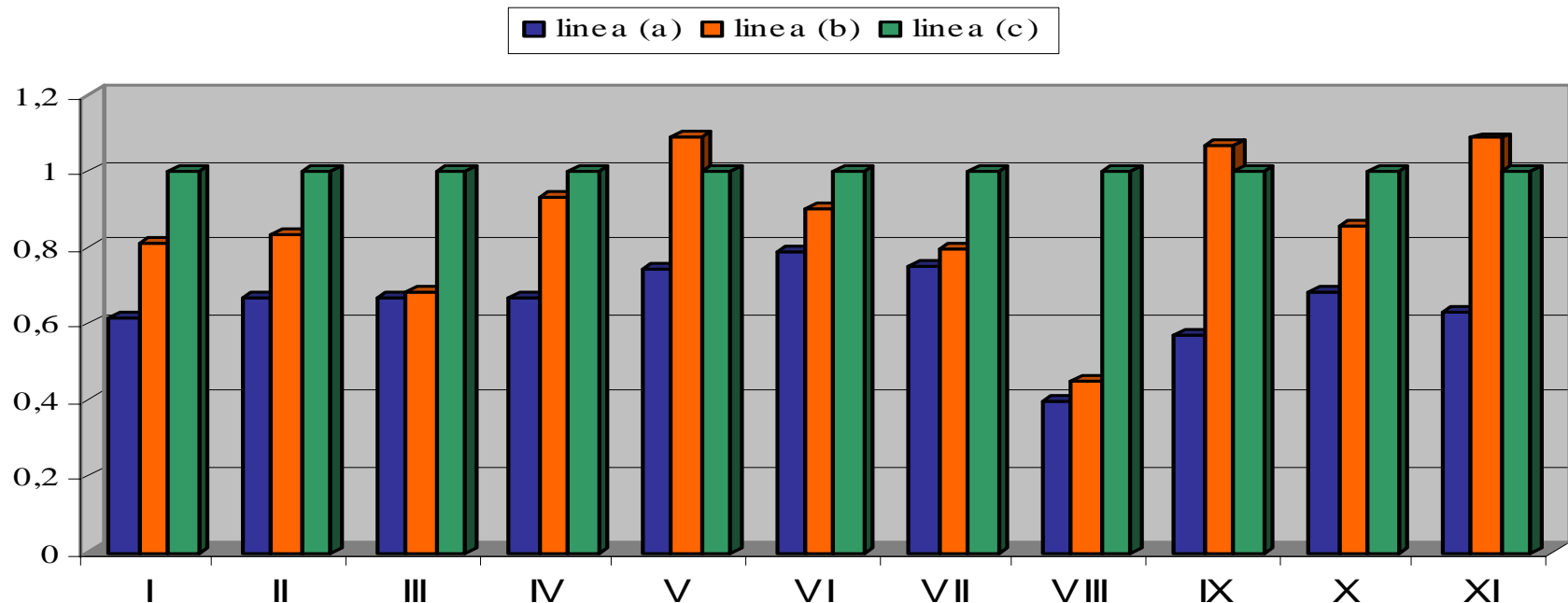
Analisi degli Impatti: Risultati

CONFRONTO LINEE: CICLO DI VITA (2) (in p.u.)



Analisi degli Impatti: Risultati

CONFRONTO LINEE: CICLO DI VITA ESCLUSO AUTOCONSUMO



I CML-Air Acidification

II CML-Depletion of non renewable resources

III CML-Eutrophication

IV IPCC-Greenhouse effect (direct, 20 years)

V USES 2.0-Human Toxicity

VI WMO-Depletion of the ozone layer

VII WMO-Photochemical oxidant formation

VIII Waste (hazardous)

IX Waste (total)

X E Total Primary Energy

XI Electricity

Applicazione LCA alle tecnologie elettriche: vantaggi e limiti

VANTAGGI

- Metodologia analitica quantitativa
- Analisi integrata: considera l'intero ciclo di vita
- Analisi indipendente dal sito (in qualche modo universale)

LIMITI

- Analisi focalizzata su impatti ambientali potenziali e globali: non considera fattori di pressione georeferenziati quali:
 - CEM
 - Rumore
 - Occupazione suolo
 - Impatto visivo
 - Interferenze territoriali
 - Ecc.

Applicazione LCA alle tecnologie elettriche: prospettive

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
LUNGHEZZA COLLEGAMENTO	30 km	35 km	59 km	59 km	30 km	30 km	30 km	58 km	30 km
ESPERIENZA PRECEDENTE									
AFFIDABILITA' TECNOLOGICA									
RIDONDANZA CONFIGURAZIONE									
SOVRACCARICABILITA'									
DIFFICOLTA' TECNICHE IN COSTRUZIONE									
DURATA CANTIERE									
COMPLESSITA' MANUTENZIONE									
IMPATTO VISIVO									
OCCUPAZIONE SUOLO CANTIERE	20000 m2	20000 m2	25000 m2	25000 m2	150000 m2 (D)	150000 m2 (D)	150000 m2	270000 m2	40000 m2
OCCUPAZIONE SUOLO PERMANENTE	10000 m2	11500 m2	18000 m2	18000 m2	80000 m2	150000 m2 (D)	80000 m2	200000 m2	18000 m2
CAMPI ELETTROMAGNETICI	40 uT	40 uT	40 uT	45 uT	70 uT	8 uT	1,5 uT	-	70/40 uT
IMPATTO AMBIENTALE GLOBALE (LCA)									
INTERFERENZE IDROGEOLOGICHE									
ZONE PROTETTE									
COSTI DI COSTRUZIONE	15,5 M€	18 M€	37 M€	34 M€	200 M€(*)	200 M€(*)	208 M€	515 M€	49 M€
COSTI DELLE PERDITE	10 M€	12 M€	20 M€	20 M€	2 M€	2 M€	3,5 M€	1,5 M€	10 M€
COSTI TOTALI	26 M€	30,5 M€	58 M€	54 M€	204 M€	206 M€	212 M€	518 M€	60 M€
ALIMENTABILITA' TAV									
COSTI DELLE INDENNITA'	60 km	70 km	120 km	120 km	-	-	-	-	50 km

SESAMO: Supporto alla pianificazione dei sistemi di produzione

Input

Scenari di produzione

(fonti primarie, tecnologie dettaglio provinciale)



Output 1

- **Analisi pressioni ambientali (LCA)**

- **Analisi impatti economici (costi)**

- **Analisi pressioni società**

Output2

Ordinamento alternative

- **Valutazioni mono-criteriali**

- **Valutazioni multi-criteriali**

- **Valutazioni molti decisori**

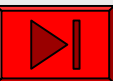
SERPENTE: Supporto alla pianificazione di interventi di risparmio energetico

- Costruzione dello scenario
- Calcolo dei risparmi energetici
- Analisi economica dello scenario
- Analisi ambientale dello scenario

The image displays several overlapping screenshots of the SERPENTE software interface. The top screenshot shows the 'COSTRUZIONE SCENARIO' (Scenario Construction) window, which includes a flowchart for defining energy-saving measures. Below it is a 'RIPARTIZIONE COSTI' (Cost Allocation) window with a table of financial flows. The bottom screenshot shows the 'ANALISI AMBIENTALE' (Environmental Analysis) window, which includes a table for selecting indicators to analyze.

REGIONE	TEPprimarie	TEPsecondarie	TEPterziarie	TEPprimarie
ABRUZZO	1.712.000	1.712.000	0,0000-00	0,0000-00
BASILICATA	7.207.000	3.5210-004	0,0000-00	0,0000-00
CALABRIA	1.500.000	1.200.000	0,0000-00	0,0000-00
CAMPANIA	4.240.000	1.8800-000	0,0000-00	0,0000-00
EMILIA ROMAGNA	6.700.000	1.2400-000	0,0000-00	0,0000-00
FRANCIA (VALLE D'AOSTA)	2.1420-000	1.7000-004	0,0000-00	0,0000-00
LIGURIA	1.840.000	7.3020-004	0,0000-00	0,0000-00
LOMBARDIA	1.400.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
MARCHE	1.840.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
MOLISE	1.100.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
PUGLIA	1.100.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
PIEMONTE	1.100.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
PUGLIA	1.100.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
SARDEGNA	1.100.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
SICILIA	1.100.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
TOSCANA	1.100.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
TRENTINO ALTO ADIGE	1.100.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
VALLE D'AOSTA	1.100.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
VENETO	1.100.000	1.700.000	0,0000-00	0,0000-00
TOTALE	7.240.000	1.8400-000	0,0000-00	0,0000-00

FLUSSI DI CASSA	PRIVATO	PARTE OBBLIGATA	ESCO
Altra costo viaggio	10%	0%	100%
Altra costo investimento	0%	100%	100%
Altra costo totale O & M	0%	100%	100%
Risparmio in bollette	0%	100%	100%
Contributo finanziario	0%	100%	100%
Altra costo di efficienza	0%	100%	100%



Linea (a): pali a traliccio



Linea (b): pali monostelo



Linea (c): pali monostelo + cavo airbag

