



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Memòria



Anàlisi del vector energètic dels països de la Mediterrània

TFG presentat per optar al títol de GRAU en
ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL i
AUTOMÀTICA

per **Iñigo Méndez Montoya**

Barcelona, 6 de Juny de 2017

Director: Josep Xercavins i Olga Alcaraz
Departament Mecànica de Fluids (MF729)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDEX MEMÒRIA

CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS	15
1.1. Motivació i aportació personal.....	15
1.2. Context: Medi ambient i canvi climàtic.....	16
1.3. Abast i objectius del projecte del projecte	16
1.4. Vector energètic.....	16
1.5. Metodologia.....	19
CAPÍTOL 2: SELECCIÓ I TRACTAMENT DE DADES	20
2.1. Obtenció de dades.....	23
2.2. Càlculs inicials	25
2.2.1. Subministrament energia primària.....	25
2.2.2. Emissions de CO2 i comprovació	26
CAPÍTOL 3: ANÀLISI DELS PAÏSOS ESCOLLITS	28
3.1. Tendència dels membres de la OCDE.....	28
3.1.1. Context històric.....	29
3.2. Tendència dels NO membres de la OCDE.....	31
3.2.1. Context històric.....	31
CAPÍTOL 4: ESCENARIS BAU	33
4.1. Descripció de l'escenari.....	33
4.2. Metodologies de càlcul descartades	34
4.2.1. Càlcul del promig	35
4.2.2. Taxa de variació dels components	35
4.2.3. Càlcul del promig percentual.....	36
4.3. Metodologia de càlcul escollida.....	38
4.3.1 Combinació regressió lineal i càlcul promig	39
CAPÍTOL 5: ESCENARIS DE REDUCCIÓ D'EMISSIONS	40
5.1. Escenari 1: Reducció carbó i cru.....	40
5.1.1. Augment de les no emissores	42
5.2. Escenari 2: Reducció de les emissions	44
5.2.1. Reducció al 50% de 1990 amb taxes fixes	44
5.2.2. Reducció al 50% de 1990 amb taxes BAU.....	45
5.2.3. Reducció a 2t CO2 per càpita	45
5.3. Estudi dels casos exemple	48
5.3.1. Països escollits OCDE.....	48
5.3.2. Països escollits NO OCDE.....	54
CAPÍTOL 6: CONCLUSIONS	61
CAPÍTOL 7: GLOSSARI DE CONCEPTES	63
CAPÍTOL 8: PRESSUPOST	65
CAPÍTOL 9: BIBLIOGRAFIA	68

INDEX GRÀFICS

Gràfic 1. Vector energètic de Bòsnia.....	18
Gràfic 2. Vector energètic de Jordània.....	19
Gràfic 3. Vector energètic de Tunísia.....	20
Gràfic 4. Vector energètic de França.....	21
Gràfic 5. Vector energètic membres OCDE.....	28
Gràfic 6. Vector energètic d'Espanya.....	29
Gràfic 7. Vector energètic d'Israel.....	30
Gràfic 8. Vector energètic de No OCDE.....	31
Gràfic 9. Vector energètic de Bòsnia.....	32
Gràfic 10. Vector energètic de Síria.....	32
Gràfic 11. BAU mètode 1 Egipte.....	35
Gràfic 12. BAU mètode 2 França.....	36
Gràfic 13. BAU mètode 3 França.....	37
Gràfic 14. Regressió lineal carbó França.....	38
Gràfic 15. BAU final França.....	39
Gràfic 16. BAU final Algèria.....	39
Gràfic 17. Corba predicció carbó.....	41
Gràfic 18. Corba predicció cru.....	41
Gràfic 18. Comparació Bau – Escenari 1 Algèria.....	42
Gràfic 19. Pendent energies Renovables.....	43
Gràfic 20. Comparació Bau – Escenari 1.1 Algèria.....	43
Gràfic 21. Pendent emissions CO2.....	44
Gràfic 22. Pendent emissions CO2 Itàlia.....	46
Gràfic 23. Comparació emissions escenari 2.1.....	47
Gràfic 23. Escenari 1 Espanya.....	48
Gràfic 24. Escenari 1 Itàlia.....	49
Gràfic 25. Vector escenari 1 Itàlia.....	49
Gràfic 26. Vector Escenari 1.1 Espanya.....	50
Gràfic 27. Vector escenari 2 Espanya.....	51
Gràfic 28. Emissions escenari 2 Itàlia.....	51
Gràfic 29. Emissions escenari 2 França.....	52
Gràfic 29. Emissions Escenari 2.1 Espanya.....	52
Gràfic 30. Emissions escenari 2.1 Itàlia.....	53
Gràfic 31. Vector energètic Escenari 2.1 Itàlia.....	53
Gràfic 32. Vector energètic Escenari 1 Marroc.....	54
Gràfic 33. Emissions Escenari 1 Algèria.....	55
Gràfic 34. Vector escenari 1.1 Algèria.....	56
Gràfic 35. Emissions Escenari 1.1 Marroc.....	56
Gràfic 36. Vector Escenari 2 Marroc.....	57
Gràfic 37. Vector escenari 2 Algèria.....	57
Gràfic 38. Vector escenari 2.1 Marroc.....	58
Gràfic 39. Emissions Escenari 2.1 Algèria.....	59

INDEX TAULES

<i>Taula 1. Balanç energètic Espanya 2012</i>	24
<i>Taula 2. Emissions de CO2 segons la IEA</i>	24
<i>Taula 3. Balanç energètic Espanya 2012</i>	25
<i>Taula 3. Excel Espanya 2012</i>	26
<i>Taula 4. Emissions segons consum de cada fòssil</i>	27
<i>Taula 5. Error en les emissions d'Algèria</i>	27
<i>Taula 6. Càlcul taxa de variació mitjana Egipte</i>	34
<i>Tabla 7. Taxa de variació mitjana</i>	34
<i>Taula 8. Taxa de variació mètode 2 França</i>	35
<i>Taula 9. Taxa de variació mètode 3 França</i>	36
<i>Taula 10. Predicció BAU a partir de regressió lineal</i>	38
<i>Taula 11. Taules de percentatges i valors finals</i>	39
<i>Taula 12. Projeccions a 2050</i>	40
<i>Taula 13. Predicció no emissores a 2050</i>	42
<i>Taula 14. Aportacions mitjanes al total d'Emissions de CO2 (Itàlia)</i>	44

RESUM

A la llum dels últims esdeveniments relacionats amb el **canvi climàtic**, amb un augment de la temperatura mitjana de més de 1°C respecte a la època preindustrial, la importància d'estudiar el consum energètic dels països i extreure'n conclusions que ens permetin determinar noves formes d'actuació, esdevé de vital importància.

Per tant, a través d'aquest projecte, s'intentarà examinar quina ha estat la forma d'actuar dels diferents països mitjançant l'estudi dels respectius **vectors energètics** des de 1990 fins l'últim any del qual disposem de dades, és a dir 2014.

Un cop realitzat aquest estudi previ, s'analitzaran els diferents possibles **escenaris de futur** que es podrien presentar de cara a l'any 2050, modificant els comportaments del països en quant al consum energètic, per tal de veure i treure conclusions sobre les possibles reduccions de les emissions de CO₂.

RESUMEN

A la luz de los últimos acontecimientos relacionados con el cambio climático, con un aumento de más de 1°C de la temperatura media terrestre respecto a la época preindustrial, la importancia de estudiar el consumo energético de los países y extraer conclusiones que nos permitan determinar nuevas formas de actuación, se ha convertido en un tema capital.

Por lo tanto, a través de este proyecto, se intentará examinar cuál ha sido el método de actuación de los diferentes países, mediante el análisis de los componentes de sus **vectores energéticos** des de el año 1990 hasta el último del cual tenemos datos, es decir 2014.

Una vez realizado este estudio previo, se analizarán los diferentes **escenarios de futuro** posibles que se podrían presentar de cara a 2050, modificando el comportamiento en el consumo energético de los países bajo estudio, con tal de reducir al máximo las emisiones de CO₂.

ABSTRACT

After the last climate events, with more than 1°C increase of the earth temperature compared to preindustrial ages, it's important to study the countries total energy consumption and analyze what kind of actions could change that behavior.

That's why, through this project, we will examine which has been the way of action from the different countries by studying their energy vector between 1990 and 2014.

After that, the possible alternative projections with regard to 2050, will be analyzed, modifying the behavior in their energy consumption, aiming to decrease as much as possible their CO₂ emissions to the atmosphere.

AGRAÏMENTS

Per la realització d'aquest projecte han estat clau tant el meu tutor Josep Xercavins, com l'Olga Alcaraz, disposats cada divendres a resoldre tots els dubtes que apareixien i sent sempre molt comprensius amb el treball fet.

Són un clar exemple de com acompanyar un alumne al llarg de tot un projecte de forma eficient, adaptant el seu treball extern a les necessitats que anaven sorgint durant tots aquests mesos.

Per últim agrair a totes aquelles persones que s'han pres la molèstia de llegir el projecte, amb l'únic objectiu d'ajudar a millorar-ho per que obtingués la millor nota possible.

CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ

1.1. Motivació i aportació personal

El canvi climàtic és un dels temes més controvertits de l'actualitat, formant part de molts debats que a dia d'avui encara no han portat a concloure una solució definitiva. Un dels punts en els que els experts coincideixen és que cal implementar unes polítiques energètiques diferents a les que s'han portat fins ara, per tal de mitigar les corresponents emissions de gasos d'efecte hivernacle (principalment CO₂) a l'atmosfera.

La motivació d'analitzar un tema tant present en el dia a dia on no només es barregen temes energètics, sinó també assumptes econòmics, socials i tecnològics d'actualitat que en condicionen l'anàlisi ha estat un dels punts que m'han portat a escollir i realitzar aquest projecte.

Fer-ho, a més a més, analitzant l'estat de països propers geogràficament, em donarà un punt de vista molt més rigorós i precís de en quin punt es troben tant el nostre país, com els països veïns, en fonamentalment aquests temes energètics.

1.2. Context: Medi ambient i Canvi climàtic

L'any 1972 es va celebrar a Estocolm la Conferència de les Nacions Unides sobre el Medi Ambient Humà. Per primer cop, el tema de la degradació mediambiental va aparèixer en les agendes dels principals governs mundials.

La ONU va reunir als màxims representants de les nacions que intentaven trobar solucions per frenar el començament de la gran degradació ambiental del planeta. Va néixer així el Programa de Nacions Unides sobre el Medi Ambient (**PNUMA**) amb la intenció de crear una nova consciència i actitud ecològica.

L'any 1992 es va celebrar, a Rio, la segona gran conferència ambiental de les Nacions Unides: la cimera de la terra. Entre els molts resultats de la

cimera s'hi troba la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi climàtic (CMNUCC-UNFCCC).

El protocol de Kyoto del 1997 va ser la primera concreció de la CMNUCC, i pretenia que els països industrialitzats disminuïssin un 5,2% les emissions de gasos d'efecte hivernacle, respecte a les del 1990, en el període de 2008 a 2012. Emperò tant per part d'aquest països com pels anomenats economies emergents les emissions han seguit augmentant molt.

Darrerament, a l'any 2015, a la reunió de París, es va aprovar "l'acord de París" on els països es van comprometre a mantenir l'augment de la temperatura mundial per sota de 2 graus centígrads respecte a la de l'època preindustrial i a realitzar Contribucions Nacionalment Determinades per tal de mitigar de formes molt importants les emissions de gasos a efecte hivernacle.

En aquests contextos cal situar el projecte.

1.3. Abast i objectius del projecte

Com el propi títol del projecte indica, el seu objectiu és l'anàlisi del vector energètic dels països que envolten el mar Mediterrani. Aquest anàlisi comença i es basa, tant en l'estudi de dades històriques (1990-2014) dels balanços energètics, com de les emissions de CO₂ provocades directament per aquests balanços.

L'abast del projecte es situa en, primer, la construcció d'escenaris *Business As Usual* (**BAU**) i, segon, de possibles escenaris alternatius dels esmentats països que envolten el mar Mediterrani, subdividint-los en els que són membres de la **OCDE** i els que no ho són. Aquests escenaris es realitzaran en base a diferents hipòtesis relacionades tant amb possibles objectius de reduccions d'emissions de CO₂ i/o amb la corresponent variació del vector energètic.

En aquest sentit, el projecte quedarà obert a propers estudiants que vulguin aprofundir en la temàtica de proposar formes de implantació i analitzar els impactes socioeconòmics i tecnològics que aquests escenaris tindrien en els diferents països.

1.4. Vector energètic

Una font d'energia primària és tota forma d'energia disponible en la naturalesa abans de ser convertida o transformada. Són energies primàries els combustibles fòssils, la nuclear, l'energia solar, l'eòlica, la geotèrmica, la hidràulica i altres. Si no es utilitzable directament com a tal font, cal transformar-la en una font d'energia secundària (electricitat, calor, etc.).

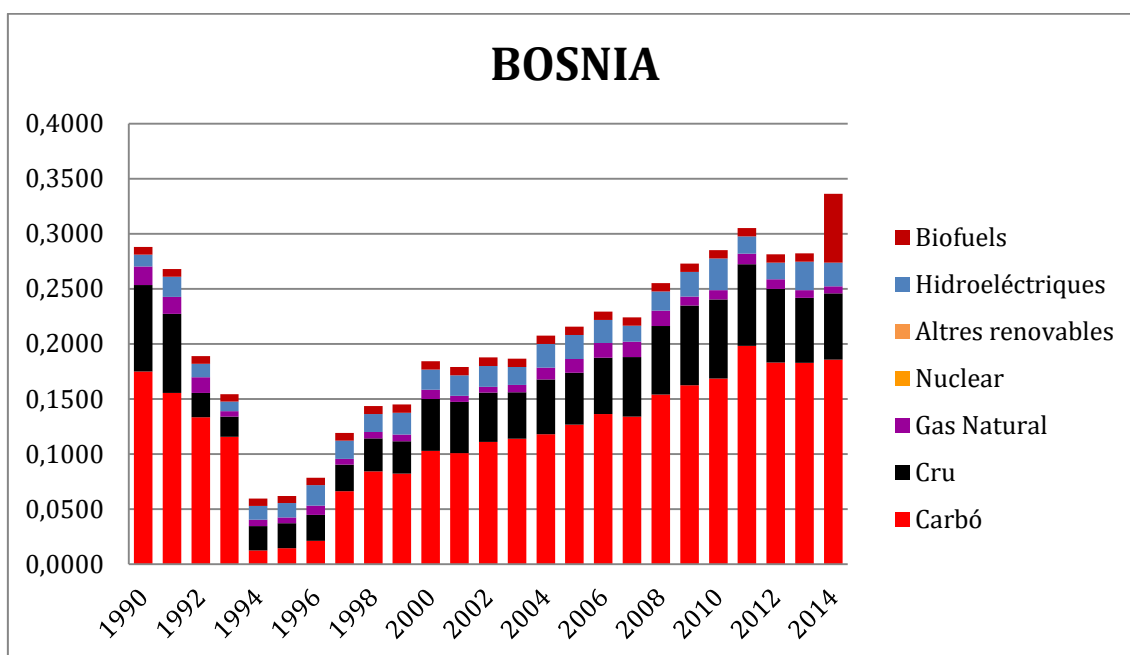
Es denomina vector energètic o mix energètic, per exemple d'un país, el conjunt d'energies primàries que conformen la utilització d'energia d'aquell país.

Normalment, les energies primàries les podem agrupar en 5 grans blocs que trobarem usualment en el vector energètic de cada país:

1.4.1 Carbó

El carbó és el combustible fòssil que més emissions provoca amb la seva crema per unitat d'energia creada amb 0,09 kg CO₂/MJ. No només és contaminant pel CO₂ que emet, sinó també per altres substàncies molt perjudicials per la salut de la gent que l'envolta, per exemple, el mercuri.

Tot i ser una font d'energia molt ineficient, amb només un 35% d'aprofitament del carbó que es crema, molts països troben en aquest combustible fòssil la seva principal font de subministrament energètic.



Gràfic 1. Vector energètic de Bòsnia

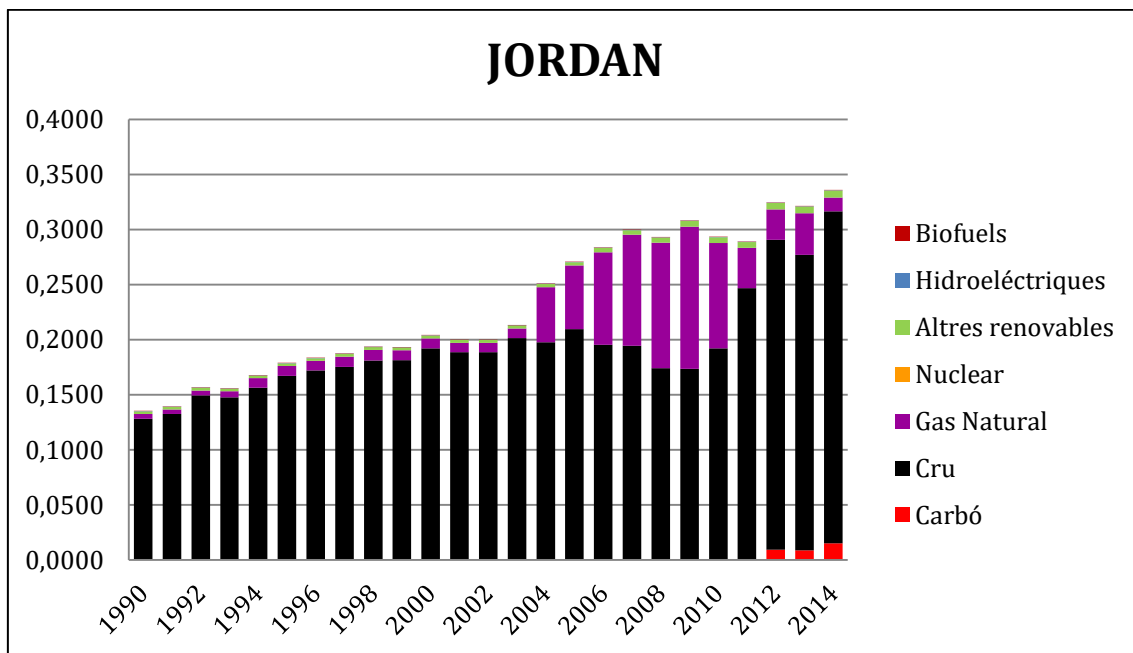
1.4.2 Cru

El petroli cru, també conegut com a "or negre", és un altre dels combustibles fòssils i per tant recurs no renovable, més utilitzats a nivell mundial per la creació d'energia.

L'aparició dels motors a combustió va suposar l'augment definitiu de l'ús del cru i des de aleshores no ha cessat la seva explotació.

Els últims estudis de la **IEA** indiquen que seguint els nivells d'utilització del petroli de 2008, les reserves mundials s'esgotarien d'aquí a 53 anys.

Per aquest motiu, països que depenen exclusivament d'aquest combustible (com Jordània), es veuran molt afectats en els propers anys si no varien les seves polítiques energètiques.

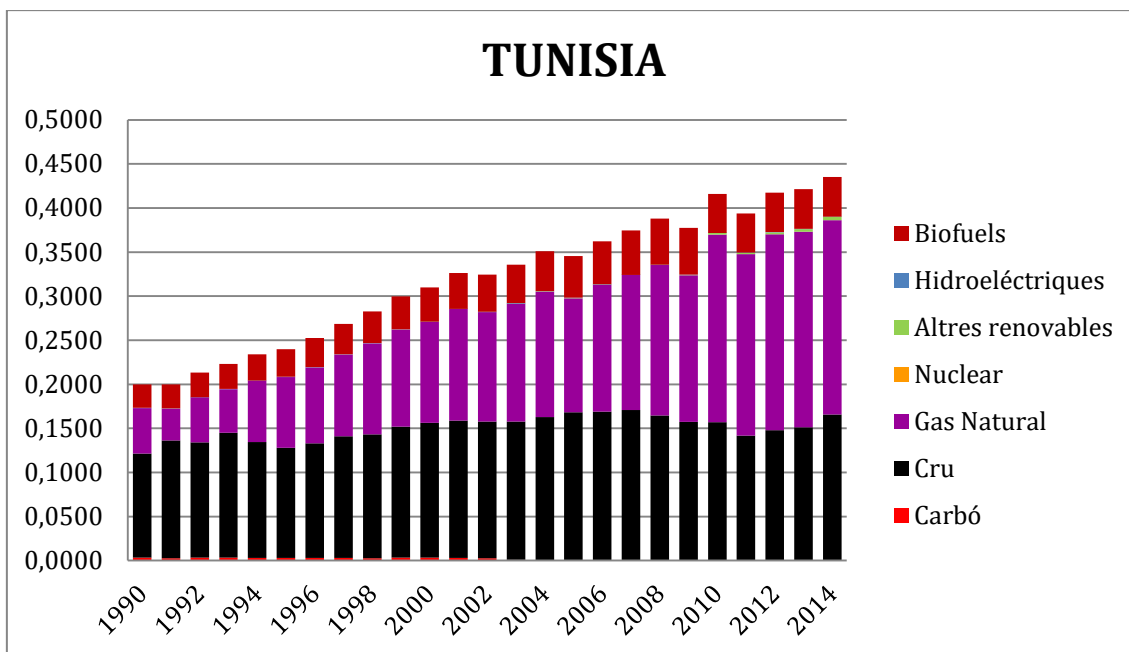


Gràfic 2. Vector energètic de Jordània

1.4.3 Gas Natural

El Gas Natural és l'últim dels combustibles fòssils en els quals ens centrarem, sent el menys contaminant dels tres i el que, segons diversos estudis, posseeix les reserves mundials més abundants.

El Gas Natural és el combustible fòssil que s'intenta potenciar, per aquest motiu molts països han augmentat la seva explotació, arribant a convertir-se en la font predominant (cas de Tunísia).



Gràfic 3. Vector energètic de Tunísia

Degut a la seva versatilitat, és una de les grans apostes de futur per reduir les emissions a curt termini, tot i no ser la solució més eficient.

1.4.4 Energies No emissores

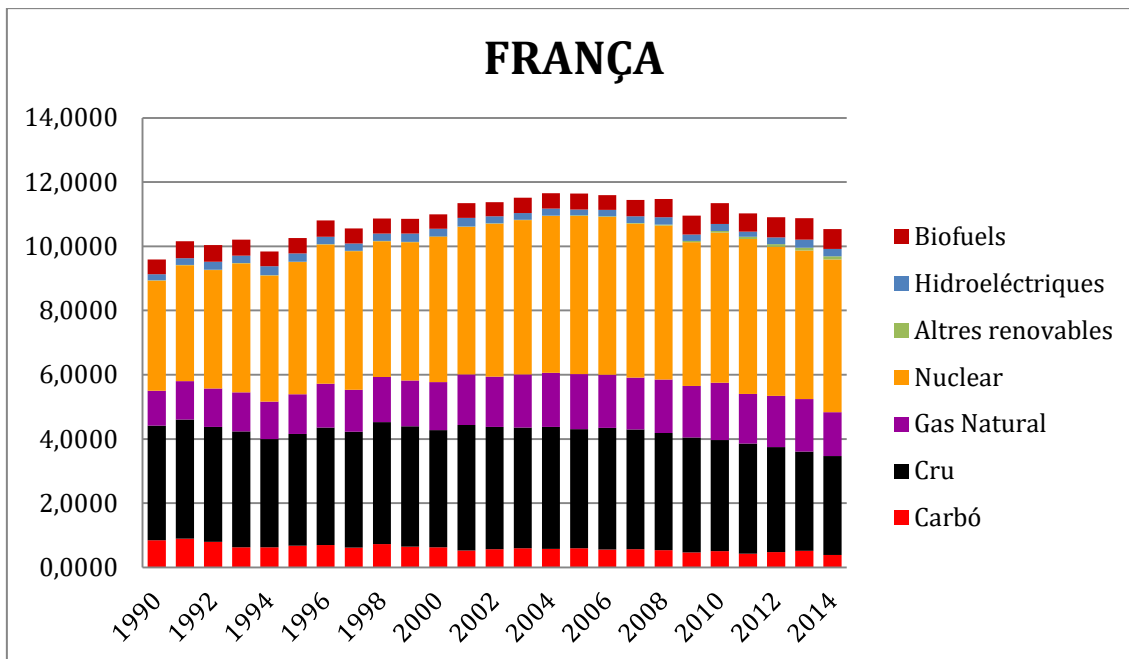
Aquest últim bloc inclou tot tipus d'energies considerades com a **no emissores**, és a dir, energies que no provoques emissions de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera.

Per l'anàlisi d'aquest tipus d'energies se'n destacaran dos grups: les energies renovables i l'energia nuclear.

El grup considerat com "energies renovables" estarà constituït per: l'energia hidroelèctrica, l'energia provinent de biofuels i un últim bloc dit Altres renovables, compostat per altres tipus de renovables com l'energia solar o eòlica.

D'altra banda, l'energia nuclear és una energia **no emissora** però que no es pot considerar com a energia renovable, degut en part als inconvenients que té a nivell de residus. Tot i això, al llarg del projecte constituirà un mateix grup junt amb les esmentades anteriorment, ja que formarà part de les no emissores.

L'objectiu global és la disminució d'emissions de CO₂, per la qual cosa els països hauran de potenciar cada cop més aquest tipus d'energies com és el cas d'alguns països de la Unió Europea.



1.5. Metodologia

Com s'ha explicat anteriorment, l'objectiu d'aquest projecte era analitzar el vector energètic dels països de la Mediterrània, estudiant series de dades històriques que permetran, després, implementar diferents escenaris de futur.

Aquest anàlisi ha inclòs tant l'estudi de dades històriques (1990-2014) dels balanços energètics, com d'emissions de CO₂ provocades directament per aquests balanços.

Aquestes dades, han servit per analitzar l'ús que fan els països en estudi dels seus recursos i lligar-ho a priori, si era possible, amb altres aspectes característiques d'aquests països com podria ser la situació geogràfica, els acords econòmics o esdeveniments històrics.

A partir d'aquest punt, ha començat la part central del projecte, on a base de realitzar diverses proves, s'ha establert una metodologia de càlcul que ha permès fer previsions de com seran els consums energètics i quins seran els nivells d'emissions en aquests països a l'any 2050.

Un cop trobada la metodologia que ha semblat més encertada, s'ha procedit a realitzar els escenaris **BAU**, als quals entrarem en profunditat més tard, on s'han construït els vectors energètics futurs si les polítiques energètiques dels països seguissin amb els criteris actuals.

Per últim s'han realitzat diferents possibles escenaris de futur alternatius, marcant diferents objectius de cara a l'any 2050, i preveient o conclouent com el vector energètic es veuria afectat seguint aquests objectius.

La majoria dels escenaris de futur treballats tenien com a objectiu reduir en valors percentuals el nivell d'emissions de CO2 de cara al 2050, provocant la irrupció de més energies renovables, i afavorint la desaparició progressiva de les energies provinents de combustibles fòssils.

CAPÍTOL 2: SELECCIÓ I TRACTAMENT DE DADES

En aquest capítol, es presenta la selecció de dades de les variables que formen el vector energètic i les emissions de CO₂.

Amb l'objectiu de realitzar un anàlisi més exacte de les emissions que provoquen els components del vector energètic, és necessari una recerca exhaustiva de les variables que el componen.

Les dades importants per estudiar el vector energètic i les emissions de CO₂ causades per la crema de combustibles fòssils són: l'energia provinent de la crema del carbó, el cru i el gas natural, d'altra banda, l'energia nuclear, l'energia hidroelèctrica, l'energia extreta dels biofuels i un últim tipus d'energia que denominarem "Altres renovables" on entrarien energia eòlica o solar entre altres.

La principal font d'informació serà la **IEA** (*International Energy Agency*), on es trobaran tots els valors relacionats amb l'energia que calguin per l'anàlisi, i tot serà tractat a partir del software Microsoft Excel 2007.

2.1. Obtenció de dades

Els països mediterranis estudiats són els següents:

- Membres de la OCDE: França, Grècia, Israel, Itàlia, Portugal, Eslovènia, Espanya i Turquia.
- No membres de la OCDE: Albània, Algèria, Bòsnia i Hercegovina, Croàcia, Xipre, Egipte, Jordània, Malta, Montenegro, Marroc i Tunísia.

2.1.1 Vector energètic

Tota la informació necessària relacionada amb el vector energètic, és a dir, els balanços energètics dels països sota estudi, ha estat extreta de la secció estadística de l'Agència Internacional d'Energia.

En aquesta part, s'hi troba tota la informació corresponent a l'energia primària que cada país utilitza any rere any.

La informació es presenta de tal forma:

Spain: Balances for 2012
in thousand tonnes of oil equivalent (ktoe) on a net calorific value basis

2012	Indicators	Balances	Coal	Electricity and Heat	Natural Gas	Oil	Renewables and Waste					
		Coal*	Crude oil*	Oil products	Natural gas	Nuclear	Hydro	Geothermal, solar, etc.	Biofuels and waste	Electricity	Heat	Total**
Production		2461	145	0	52	16019	1767	6679	6375	0	0	33498
Imports		12952	63518	16175	30496	0	0	0	1938	670	0	125749
Exports		-1380	-2450	-16926	-2431	0	0	0	-474	-1633	0	-25294
International marine bunkers***		0	0	-8316	0	0	0	0	0	0	0	-8316
International aviation bunkers***		0	0	-3600	0	0	0	0	0	0	0	-3600
Stock changes		1146	876	976	449	0	0	0	25	0	0	3473
TPES		15178	62089	-11691	28566	16019	1767	6679	7865	-963	0	125509
Transfers		0	896	-776	0	0	0	0	0	0	0	120
Statistical differences		102	0	778	-388	0	0	0	-1	71	0	562
Electricity plants		-12976	0	-2904	-7527	-16019	-1767	-6441	-959	22494	0	-26099
CHP plants		-62	0	-408	-3603	0	0	0	-478	2785	0	-1765
Heat plants		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas works		2	0	-51	0	0	0	0	0	0	0	-50
Oil refineries		0	-63057	61687	0	0	0	0	0	0	0	-1371

Taula 1. Balanç energètic Espanya 2012

Com es pot veure, s’hi pot trobar l’energia total extreta de cadascun dels diferents components energètics sota estudi.

D’altra banda, tot i ser al 2017, la majoria dels països (sobre tot els països no membres de la OCDE) no han actualitzat les dades energètiques ni d’emissions de 2015, per la qual cosa l’anàlisi de l’històric anirà des de 1990 fins el 2014.

Degut a que la **IEA** no tenia dades en versió Excel de la majoria dels països africans, les dades van haver de ser transcrits d’una en una, augmentant així la possible aparició d’errors. Per la qual cosa, es va decidir realitzar els càlculs d’emissions de CO2 que s’explicaran més endavant.

2.1.2 Emissions de CO2

En relació a les dades corresponents a les emissions de CO2 de cada país, la **IEA** proporciona els valors històrics d’emissions totals (també descompostes en carbó, petroli i gas) des de l’any 1970.

Region/Country/Economy	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Belgium	106,2	110,9	109,1	107,1	111,9	111,6	116,8	113,7	116,2	112,6	114,0
Czech Republic	150,3	137,0	131,8	128,9	122,6	123,3	124,7	122,8	116,9	110,1	121,3
Denmark	51,0	61,2	55,3	57,7	61,6	58,4	71,6	61,9	58,0	54,8	50,8
Estonia	36,0	32,3	23,7	18,2	17,6	16,0	16,9	16,5	15,9	14,9	14,5
Finland	53,8	54,5	51,8	53,1	59,5	55,7	62,2	60,2	56,8	56,0	54,6
France	345,5	370,2	359,2	340,8	335,6	343,5	359,4	350,9	372,4	366,5	364,5
Germany	940,3	917,8	877,8	872,0	859,2	856,7	887,2	855,0	847,0	815,0	812,4
Greece	69,9	70,1	72,4	72,3	73,9	76,5	76,4	77,4	80,8	81,1	88,0
Hungary	65,7	63,5	57,2	57,4	56,6	56,3	57,4	55,8	56,1	56,7	53,3
Iceland	1,9	1,9	1,9	1,9	2,1	2,0	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2
Ireland	30,1	30,7	30,8	31,0	32,0	32,6	34,0	35,0	37,6	39,1	40,8
Italy	389,3	388,3	385,7	382,7	378,4	401,0	398,0	401,2	411,7	417,6	420,3
Luxembourg	10,7	11,2	10,9	11,2	10,3	8,2	8,3	7,8	7,1	7,5	8,1

Taula 2. Emissions CO2 segons la IEA

Dels valors donats en aquesta taula, se'n farà una tria (per anys i per països) per agafar els valors que es necessitin per l'anàlisi.

Un cop assegurats aquests valors, es procedirà als càlculs tant del vector energètic de cada país, com de les seves emissions, comparant amb els valors de la **IEA** i efectuant algun factor de correcció si l'error és massa elevat.

2.2. Càlculs inicials

En aquesta part del capítol es tractarà d'explicar quines han estat les metodologies utilitzades pel càlcul del **TPES** i de les emissions de CO₂, afegint els problemes trobats i com s'han solucionat.

2.2.1 Subministrament energia primària

Com s'ha explicat anteriorment, a partir de la fila **TPES** s'extrauran les dades dels components del vector energètic entre els anys 1990 i 2014, que permetran la possibilitat de establir posteriorment previsions de futur de cara a 2050.

El valor de cada component és aquell que indica la fila **TPES**, tal i com es pot apreciar en l'exemple del balanç energètic d'Espanya al 2012:

Spain: Balances for 2012
in thousand tonnes of oil equivalent (TOE) on a net calorific value basis

	Coal	Crude oil*	Oil products	Natural gas	Nuclear	Hydro	Geothermal, solar, etc	Fuels and waste	Electricity	Heat	Total**
Production	2461	145	0	52	16019	1767	6679	6375	0	0	33498
Imports	12952	63518	16175	30496	0	0	0	1938	670	0	125749
Exports	-1380	-2450	-16926	-2431	0	0	0	-474	-1633	0	-25294
International marine bunkers***	0	0	-8316	0	0	0	0	0	0	0	-8316
International aviation bunkers***	0	0	-3600	0	0	0	0	0	0	0	-3600
Stock changes	1146	876	976	449	0	0	0	25	0	0	3473
TPES	15176	62089	-11691	2850	16019	1767	6679	7804	-963	0	125509
Transfers	0	896	-776	0	0	0	0	0	0	0	120
Statistical differences	102	0	778	-388	0	0	0	-1	71	0	562
Electricity plants	-12978	0	-2904	-7527	-16019	-1767	-6441	-959	22494	0	-26099
CHP plants	-62	0	-408	-3603	0	0	0	-478	2785	0	-1765
Heat plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas works	2	0	-51	0	0	0	0	0	0	0	-50
Oil refineries	0	62089	61687	0	0	0	0	0	0	0	-1371

Taula 3. Balanç energètic Espanya 2012

Com es pot veure en la imatge anterior, cada component del vector troba el seu valor en la línia d'energia primària, a excepció del cru.

El càlcul del **TPES** provinent del cru requereix d'un pas intermedi que consisteix en sumar la casella "Oil refineries" a la casella "TPES" per obtenir el valor total.

El motiu pel qual es realitza aquesta operació, és la diferenciació que es fa entre el total del petroli disponible i el petroli que realment es crema per la creació d'energia.

D'aquesta forma es determina als Excels que:

$$Cru = TPES + Oil\ refineries$$

El concepte de *Oil Refineries* correspon a tot aquell petroli que s'utilitza en refineries per la fabricació de plàstics per exemple, i que per tant no es contarà com a Cru total. Com aquest valor sempre serà negatiu, al sumar el valor total del TPES i de Oil refineries, es trobarà aquest valor real de Cru cremat per crear energia.

COUNTRIES		2012
Spain	Carbó	15178
	Cru	49996
	Refineries petroli	61687
	TPES petroli	-11691
	Gas Natural	28566
	Nuclear	16019
	Altres renovables	6679
	Hidroelèctriques	1767
	Biofuels	7865
	Total	125509

Taula 3. Excel Espanya 2012

Per últim, les unitats les dades donades per la **IEA** són els **ktoe** ("Kilo tone of oil equivalent", és a dir kilo tones equivalents de petroli). En tot el projecte, les unitats d'energia són els **EJ** (Exajoules), per tant totes les dades es convertiran, sabent que:

$$ktoe = 4,18 \cdot 10^{-5} EJ$$

Realitzant aquest mateix procediment per tots els anys i tots els països, s'obté així el recull dels vectors energètics des de 1990 fins 2014, necessaris per establir els escenaris de futur que es veuran posteriorment.

2.2.2 Emissions de CO2 i comprovació

Tot i tenir les dades d'emissions de la **IEA**, es tornen a realitzar els càlculs a partir dels vectors energètics de forma que es pugui veure quin percentatge d'error es troba en un respecte a l'altre.

En cas de trobar un error inferior al 10%, es donaria per bo el vector energètic trobat i es podria passar a la representació d'escenaris de futur.

Així doncs, sabent que només la crema de combustibles fòssils provoca emissions de diòxid de carboni, seguint la taula següent i gràcies al consum anual d'aquests fòssils, es pot determinar quin és el valor de les emissions:

Emission factors	kg CO ₂ /MJ	MtCO ₂ /ktoe
Carbó	0,09	0,0038
Petroli	0,07	0,0029
Gas Natural	0,05	0,0021

Taula 4. Emissions segons consum de cada fòssil

A partir d'aquesta taula, s'obtenen doncs les emissions de cada país segons el **TPES** vist anteriorment.

Un cop obtinguts els valors corresponents, es comparen amb els números donats per la **IEA** calculant quin percentatge hi ha d'error entre els dos valors i veure si és un resultat vàlid.

Es va detectar un problema amb Algèria, que donava un error de al voltant de 17%, per la qual cosa es va decidir fer un apartat especial.

La correcció va consistir en afegir els valors de "Transfers" que suposa el petroli que s'utilitza, no per la seva crema, si no per la venda a d'altres països.

Al ser inclòs aquest valor en el càlcul final del **TPES** del petroli, i per tant en el càlcul d'emissions, l'error es va reduir a valors més que acceptables, rondant el 4%.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Algeria								
Calculada	53,1717	57,1160	56,4217	58,7860	54,9162	56,9338	54,6759	56,2471
IEA	51,1603	54,7097	54,9415	56,6838	54,5968	55,3218	54,8775	55,9789
Error	4%	4%	3%	4%	1%	3%	0%	0%

Taula 5. Error en les emissions d'Algèria

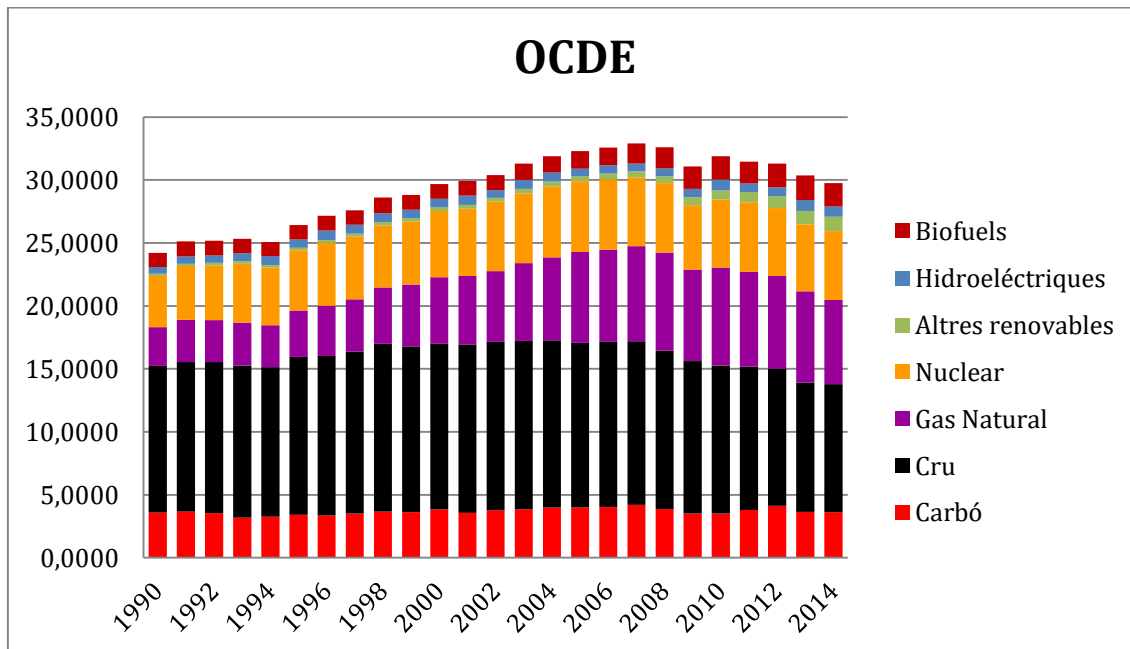
Un cop obtinguts valors acceptables en tots els components, es pot procedir a estudiar els possibles escenaris de futur que es plantejaran de cara a 2050.

CAPÍTOL 3: ANÀLISI DELS PAÏSOS ESCOLLITS

A partir de les dades històriques de tots els països, s'han recreat dades de dos subgrups: Membres de la OCDE i no membres de la OCDE.

S'analitzen per separat tots dos, per estudiar quines tendències es troben en uns i en altres, i quines polítiques energètiques s'hi desenvolupen segons la situació geogràfica o política del país.

3.1. Tendència dels membres de la OCDE



Gràfic 5. Vector energètic membres OCDE

Com es pot apreciar, tot i conèixer un creixement més accentuat en els anys 90, la tendència del total d'energia consumida és atenuada al llarg del principi dels anys 2000, estabilitzant el seu valor al voltant de 32,000 EJ.

Aquesta tendència torna a canviar en anys més propers, des de 2008, on el total per primer cop comença a disminuir fins arribar al 2014 per sota dels 30 EJ.

Analitzant més en detall els components del vector energètic, s'aprecia una gran importància dels combustibles fòssils, sent un 75% al principi dels anys 90, amb el cru com a major font d'energia primària.

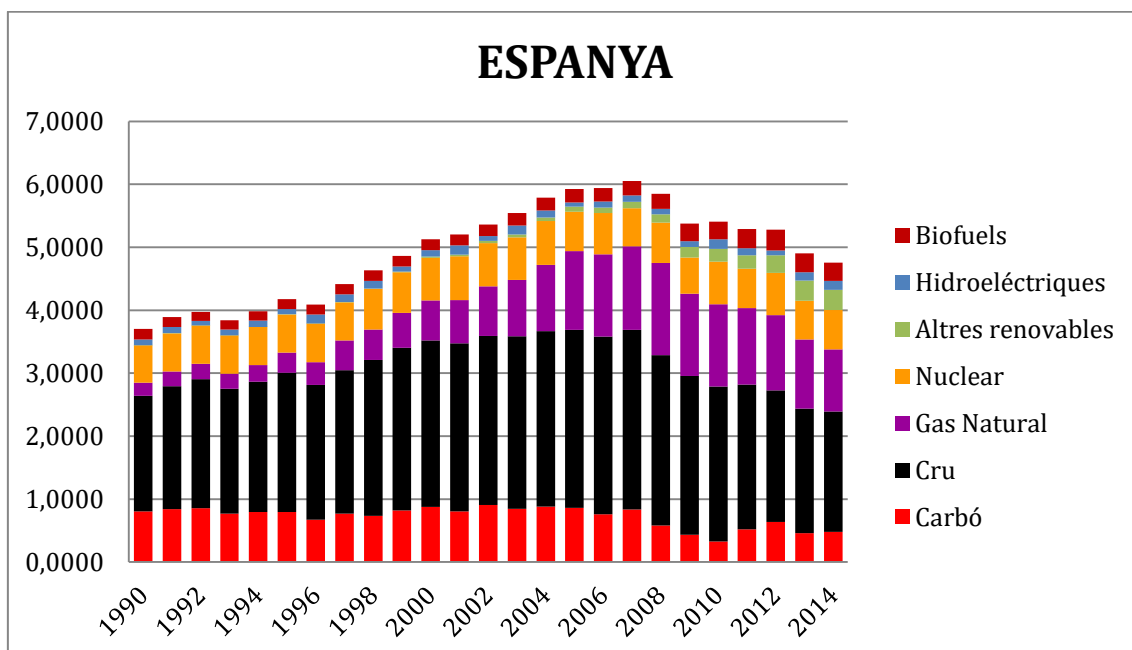
Més endavant, tot i el creixement del total d'energia, s'observa l'ús d'energies alternatives al cru i al carbó. El gas natural, com a combustible fòssil menys contaminant i amb més recursos existents al món, li guanya terreny mica en mica al cru. De la mateixa forma, l'aparició d'altres energies renovables (com la solar o eòlica) afavoreix que el pes de les energies no emissores arribi a més d'un 30% en 2014.

3.1.1 Anàlisi històric

L'anàlisi del vector pot donar informacions més enllà de les purament energètiques.

Es pot apreciar com, les variacions sobtades en segons quins paràmetres, com pot ser el total d'energia primària o simplement una variació molt pronunciada d'un dels components del vector.

Com clar exemple d'això, entre els membres de la OCDE, es troba Espanya, on s'observa una clara baixada del **TPES** a partir de l'any 2008.



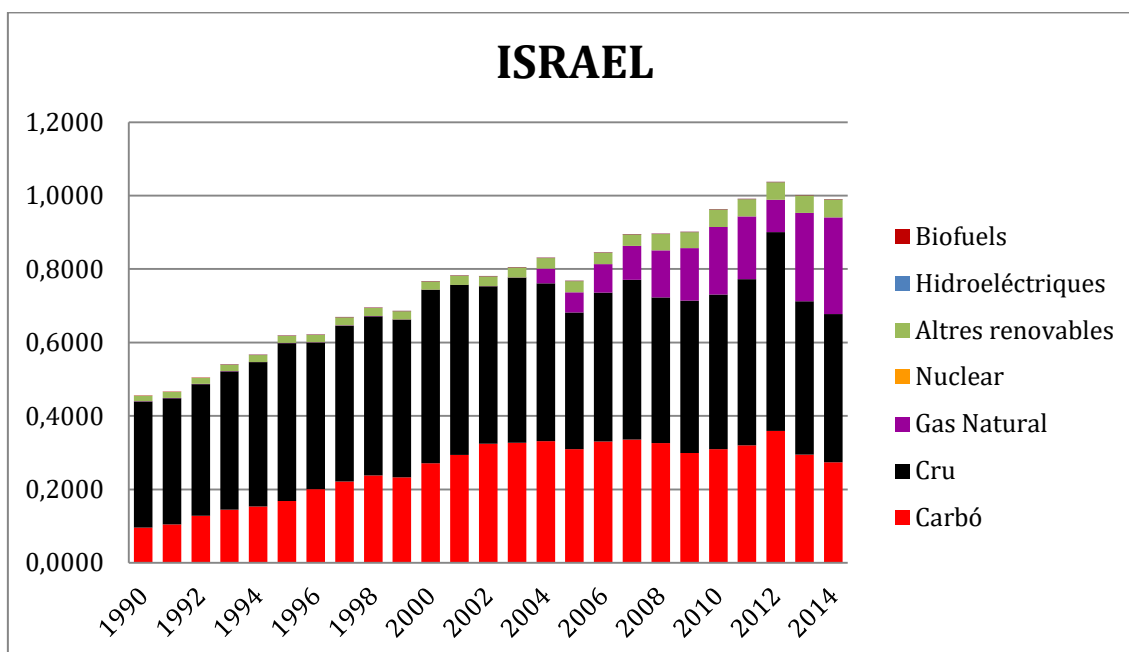
Gràfic 6. Vector energètic Espanya

Com per la majoria dels països de la Unió Europea, la crisi econòmica de l'any 2007 va suposar un gran fre al creixement econòmic i per tant va afectar al sector energètic.

Pel cas d'Espanya, es troben dos clars efectes:

- Una disminució del **TPES** total a partir de l'any 2008, passant de 6 EJ a gaire be 4,75 EJ, degut a l'estancament en el creixement del PIB i una disminució del consum a causa de les dificultats econòmiques.
- Un estancament en el creixement del component d'"*Altres Renovables*". Aquest fet es podria explicar per les retalles que ha sofert el sector de les renovables en aquest país durant els últims anys, cosa que ha frenat en sec el creixement que coneixia des de finals de la dècada passada.

D'altra banda, un altre exemple d'això, és el vector energètic d'Israel, amb un creixement exponencial del gas natural en el seu vector:

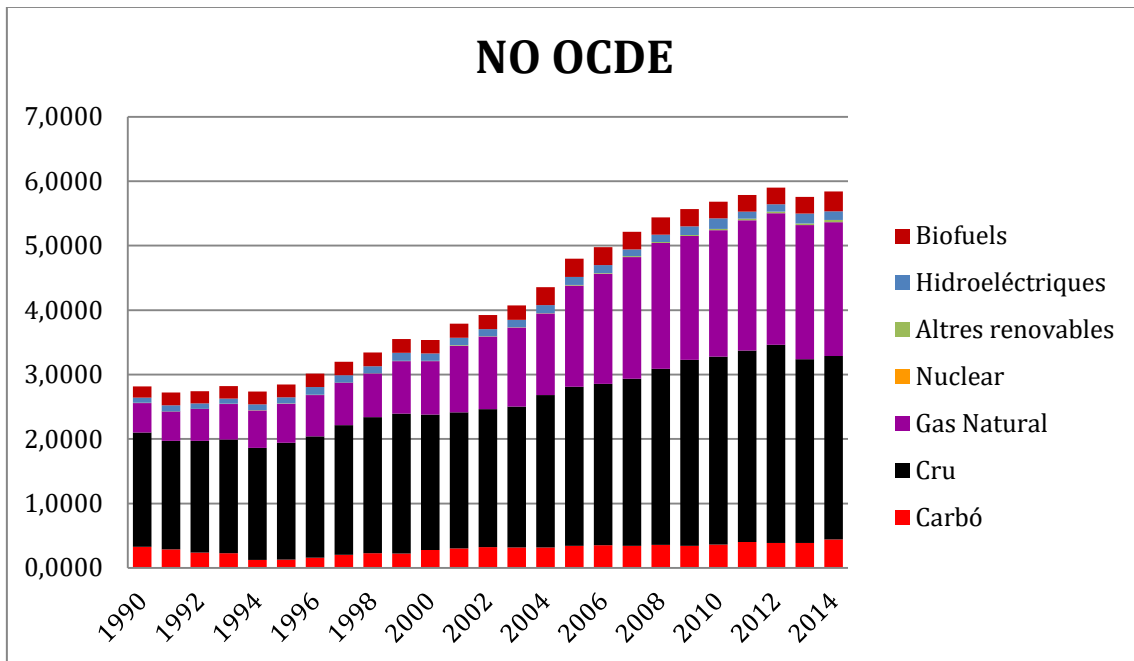


Gràfic 7. Vector energètic Israel

Aquest creixement s'explica pel descobriment de, segons fonts de la CIA, la major reserva marina natural del planeta de gas natural. De confirmar-se, la nació tindria assegurat el seu proveïment pels propers 100 anys.

D'aquesta forma, es veuen reflectides les adversitats o els esdeveniments que pateixen els països, a partir de l'anàlisi del seu vector energètic.

3.2. Tendència dels NO membres de la OCDE



Gràfic 8. Vector energètic NO membres OCDE

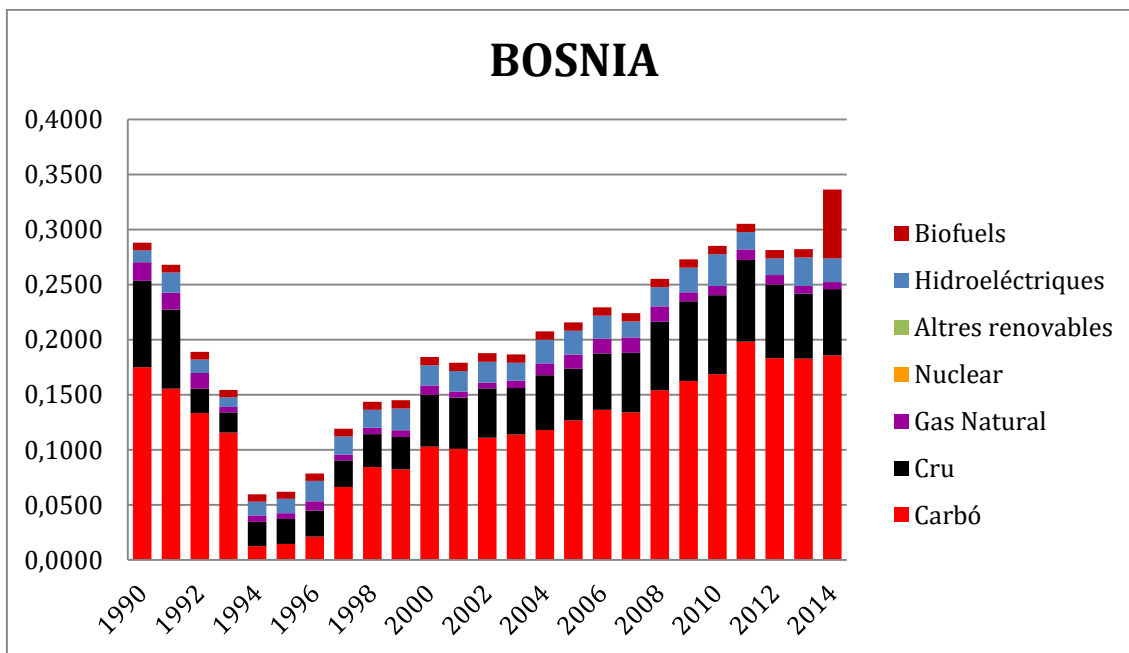
Tal i com s'aprecia, la tendència del vector energètic dels països no membres de la OCDE es ben diferent a la dels que si ho són:

- En primer lloc, cal a dir que el total d'energia primària és molt inferior que el dels membres de la OCDE (casi be 6 EJ els uns i més de 30 els altres) tot i haver més del doble de països no membres sota estudi.
- D'altra banda, s'hi observa una contribució molt més important per part dels combustibles fòssils, representant quasi be el 95% del total al 2014.
- En relació al **TPES** total, es pot veure un clar creixement durant la primera dècada dels anys 2000 trobant el seu valor màxim al 2012 i estabilitzant-se en aquests últims anys.

3.2.1 Anàlisi històric

De la mateixa forma que pel grup de membres de la OCDE, l'anàlisi de l'històric del vector energètic permet observar les conseqüències que els esdeveniments tenen sobre la producció energètica.

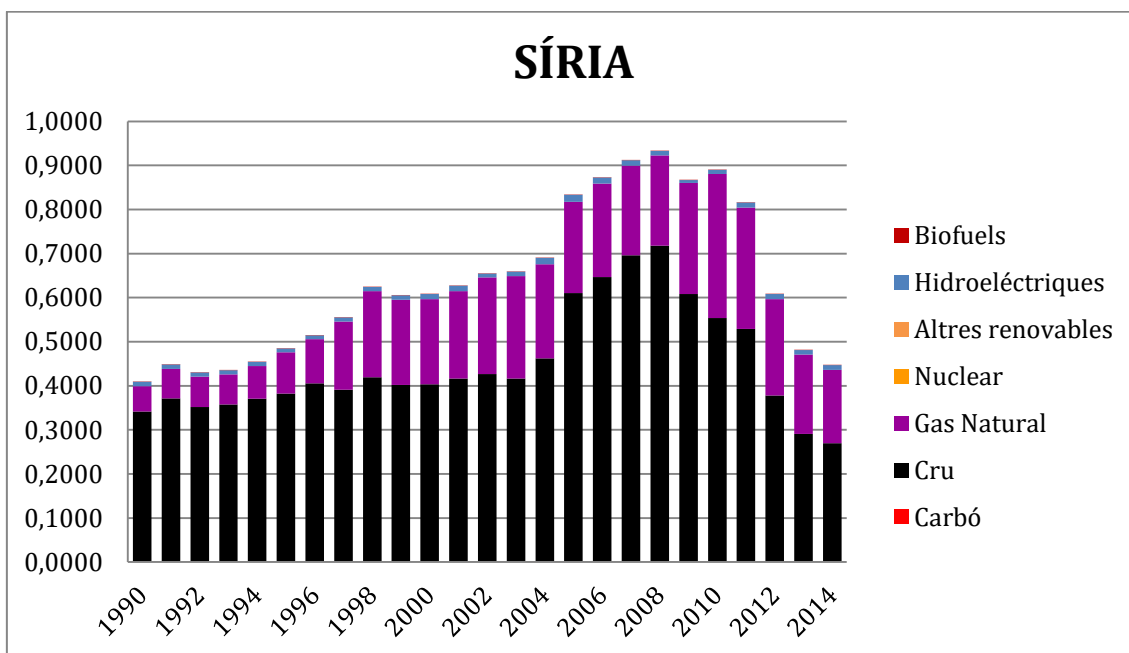
Com a clar exemple, es troba Bòsnia:



Gràfic 9. Vector energètic Bòsnia

A causa de la caiguda de la URSS, el **TPES** total cau en picat a partir de 1990. Per tant un esdeveniment d'aquest tipus marca el devenir del vector energètic.

Un altre exemple, és Síria, on el conflicte armat entre els militars dirigits per Bashar Al-Assad i el grup terrorista ISIS, ha marcat el país des de l'any 2012, cosa que es reflecteix clarament en el seu vector energètic.



Gràfic 10. Vector energètic Síria

CAPÍTOL 4: ESCENARIS BAU

4.1. Descripció de l'escenari

El terme BAU, correspon a les sigles de *Business As Usual*, que significa "Negocis com sempre".

Aquesta expressió s'utilitza per determinar un escenari en el qual tot seguiria de la mateixa forma que s'ha fet fins ara, és a dir, si els països seguissin amb les mateixes polítiques que els últims anys. És també dit, escenari "tendencial".

D'aquesta forma es pot fer una previsió (en aquest cas fins 2050) de com avançarien els diferents components del vector energètic i les emissions de CO₂ si res no canviés.

A partir d'aquest primer escenari, es marcaran nous objectius, els quals es detallaran en el capítol cinquè, on s'apreciaran quins canvis apareixen respecte a l'escenari BAU.

4.2. Metodologies de càlcul descartades

Es podria dir, que la part més laboriosa del projecte ha estat la recerca d'una metodologia vàlida per l'escenari BAU del qual es parlava anteriorment.

Abans de trobar la forma més adequada per fer el càlcul, es van haver de descartar nombroses tècniques que s'explicaran a continuació.

4.2.1 Càlcul de promig

El primer dels mètodes provats va ser el del càlcul promig. Aquest mètode consistia en preveure com avançaria l'ús dels combustibles fòssils a partir del càlcul de la taxa interanual mitjana de cadascun.

E2		f_xc =(E16-D16)/D16				
	C	D	E	F	G	H
1	EGYPT	1990	1991	1992	1993	1994
2	Taxa interanual Carbó		-5%	-1%	19%	14%
3	Taxa interanual Cru		-4%	-1%	-7%	-6%
4	Taxa interanual Gas		11%	4%	14%	8%
5	Taxa interanual total		0,00	0,03	0,03	-0,04
6						
7						
8		1990	1991	1992	1993	1994
9	Carbó	0,0318	0,0300	0,0305	0,0376	0,0409
10	Cru	0,8565	0,8224	0,8362	0,8066	0,7263
11	Gas Natural	0,2818	0,3104	0,3343	0,3946	0,4093
12	No fòssils	0,0800	0,0825	0,0825	0,0868	0,0915
13	Total	1,2500	1,2453	1,2836	1,3257	1,2681
14						
15		1990	1991	1992	1993	1994
16	Carbó	2,54%	2,41%	2,38%	2,84%	3,23%
17	Cru	68,52%	66,04%	65,15%	60,84%	57,27%
18	Gas Natural	22,54%	24,92%	26,04%	29,77%	32,28%
19	No fòssils	6,40%	6,63%	6,43%	6,55%	7,22%
20	Total	1,2500	1,2453	1,2836	1,3257	1,2681

Taula 6. Càlcul taxa de variació mitjana Egipte

Com es pot veure, per calcular la taxa de variació del carbó de l'any 1991, es resta el valor percentual de 1991 al de 1990 i es divideix el resultat pel valor percentual de 1991 de nou:

$$\frac{|(2,41\% - 2,54\%)|}{2,41\%} \times 100 = -5\%$$

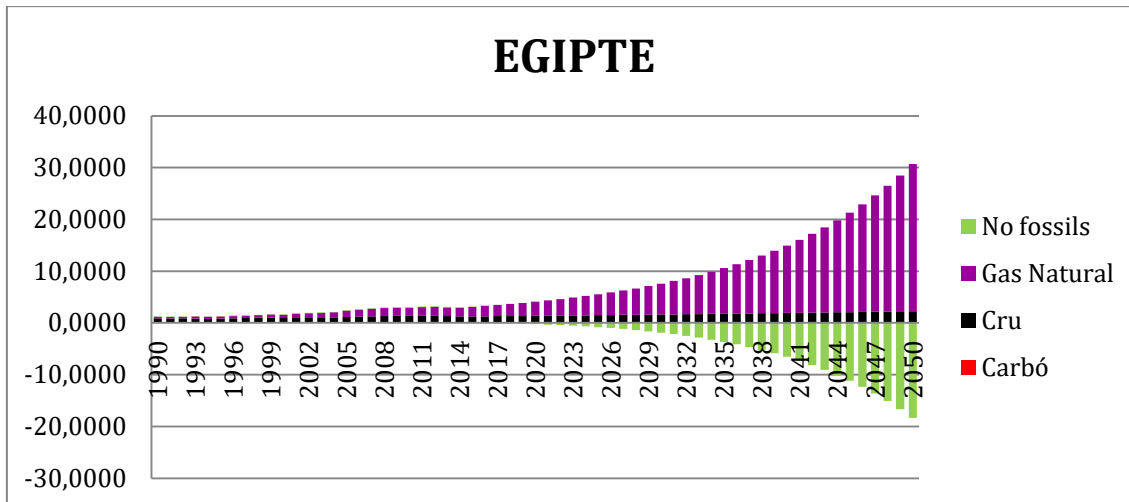
Un cop fet aquest procediment pels 3 combustibles fòssils i pel total d'energia primària, es calcula el promig de cada fila de valors, i es realitza la previsió fins 2050 amb l' Excel:

EGYPT	2011	2012	2013	2014	Taxa de variació mitjana
Taxa interanual Carbó	-3%	-13%	3%	2%	-5%
Taxa interanual Cru	-5%	2%	-8%	-4%	-2%
Taxa interanual Gas	5%	-2%	7%	2%	4%
Taxa interanual total	0,04	0,02	-0,04	0,00	4%

Taula 7. Taxa de variació mitjana

Un cop obtinguda la previsió dels 3 fòssils i del total d'energia primària, només caldria sumar els tres primers i restar-los al total per trobar el valor de les energies no emissores.

$$No\ emissores\ (Any\ X) = TPES\ (X) - [Carbó\ (X) + Oil(X) + Gas\ Natural(X)]$$



Gràfic 11. BAU mètode 1 Egipte

Com es pot veure, al tractar de forma independent els avenços de les diferents energies, els resultats obtinguts no són coherents, ja que s'hi troben valors negatius.

Així doncs, es va poder concloure a partir d'aquest mètode, que tracta les taxes mitjanes aïlladament, s'arriba a resultats incoherents.

4.2.2 Taxa de variació dels components

La diferència entre aquest mètode i l'anterior, és l'ús de "taxes subjectives" pel càlcul de previsions.

El terme "taxes subjectives" refereix a que es realitza el diagrama de barres individualitzat de cadascun dels components del vector, i analitzant les seves variacions des de 1990, es determina una tendència justificada (segons els seus avenços o segons les condicions del país).

França va ser el país escollit com a país de prova.

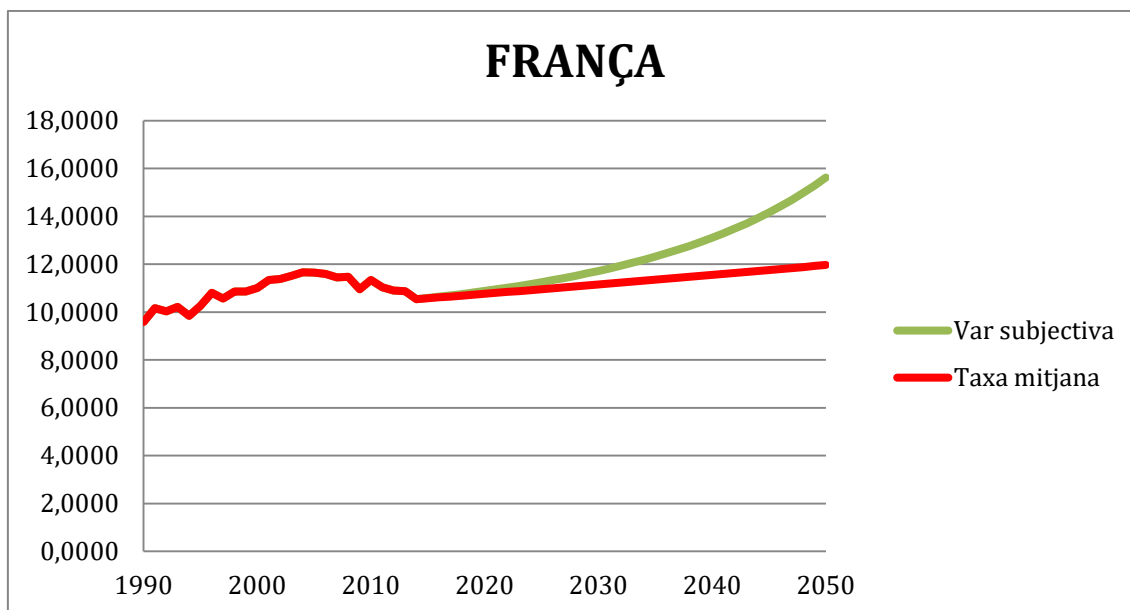
A partir de l'històric (Annex Excel de referència - VAR SUBJ), les taxes quedaven de la següent forma:

TAXA DE VARIACIÓ ESCOLLIDA (CARBÓ)	2008-2013	-1%
TAXA DE VARIACIÓ ESCOLLIDA (CRU)	2010-2011	-1%
TAXA DE VARIACIÓ ESCOLLIDA (GAS)	2011	1,5501
TAXA DE VARIACIÓ ESCOLLIDA (NUCLEAR)	2014	4,8259
TAXA DE VARIACIÓ ESCOLLIDA (ALTRES)	2012-2013	10%
TAXA DE VARIACIÓ ESCOLLIDA (HIDRO)	2014	0,2262
TAXA DE VARIACIÓ ESCOLLIDA (BIO)	2014	0,6192

Taula 8. Taxa de variació mètode 2 França

Seguint aquestes tendències, s'intenta veure quina diferència es troba entre el total trobat per la suma d'aquests components, i el total segons la taxa interanual mitjana (0,004 EJ).

Els resultats són aquests:



Gràfic 12. BAU Mètode 2 França

Com es pot veure, la diferència del total és de casi bé 4 EJ, és a dir un 30% més que el que indica la taxa interanual. Aquest valor total és massa elevat i no correspon amb la realitat, per tant es va descartar també aquesta metodologia.

D'aquest mètode es conclou, de la mateixa forma que per l'anterior, que tractar les variacions individualment, tot i utilitzar taxes subjectives, provoca de nou resultats incoherents.

4.2.3 Càlcul del promig percentual

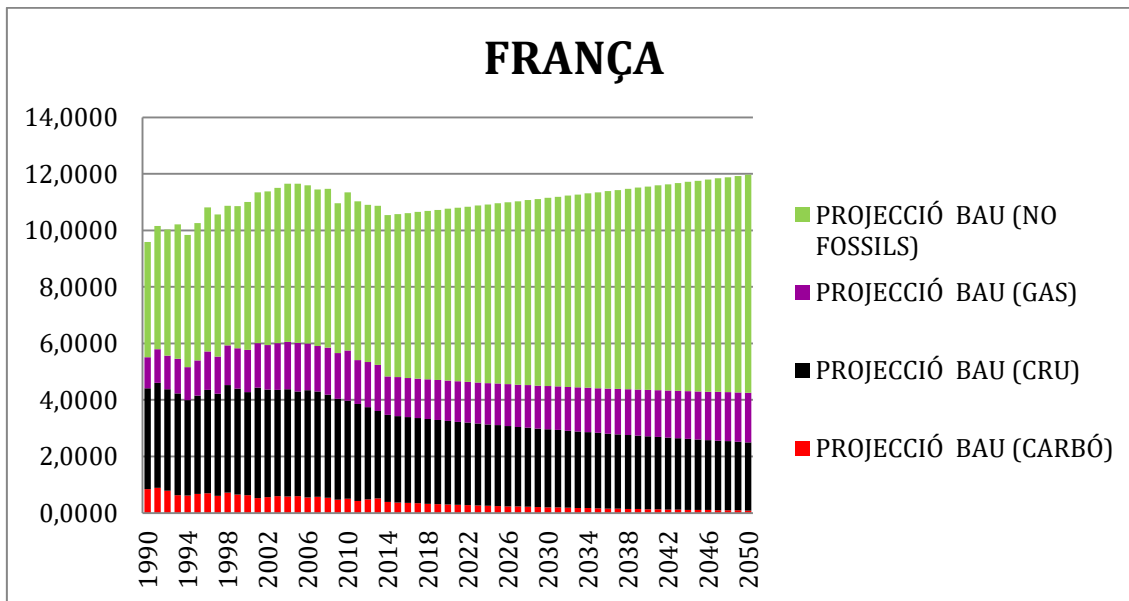
Amb l'objectiu de respectar el **TPES** total, i evitar el problema trobat en l'apartat anterior, es decideix realitzar les projeccions percentuals dels components a partir de la mitjana de les taxes de variació mitjanes, però respecte a la taxa de variació del total.

D'aquesta forma, al treballar amb valors percentuals respecte al total, el **TPES** serà l'indicat el vermell al gràfic anterior (gràfic 12) i la resta variarà dins d'aquest valor total.

FRANCE	2013	2014	Taxa de variació mitjana
Taxa interanual Carbó	8%	-34%	-4%
Taxa interanual Cru	-6%	0%	-1%
Taxa interanual Gas	2%	-20%	1%

Taula 9. Taxa de variació mètode 3 França

Un cop calculades les taxes, es realitzen les previsions, sabent que el total de no emissors, serà el **TPES** total menys la suma dels combustibles fòssils (com en el primer mètode).



Gràfic 13. BAU mètode 3 França

El problema en aquest cas, no és tant la coherència numèrica, si no física. Al treballar amb valors percentuals, alguna dada podria variar no només per ella mateixa si no per l'efecte de les altres.

És a dir, si el valor numèric del carbó baixés de forma accentuada, però el del gas natural romangués igual, el seu pes percentual si que augmentaria i per tant al tornar a valors numèrics, no seria un valor real.

D'aquesta forma, es va concloure que aquest mètode podia falsejar les dades, per la qual cosa es va decidir realitzar altres proves.

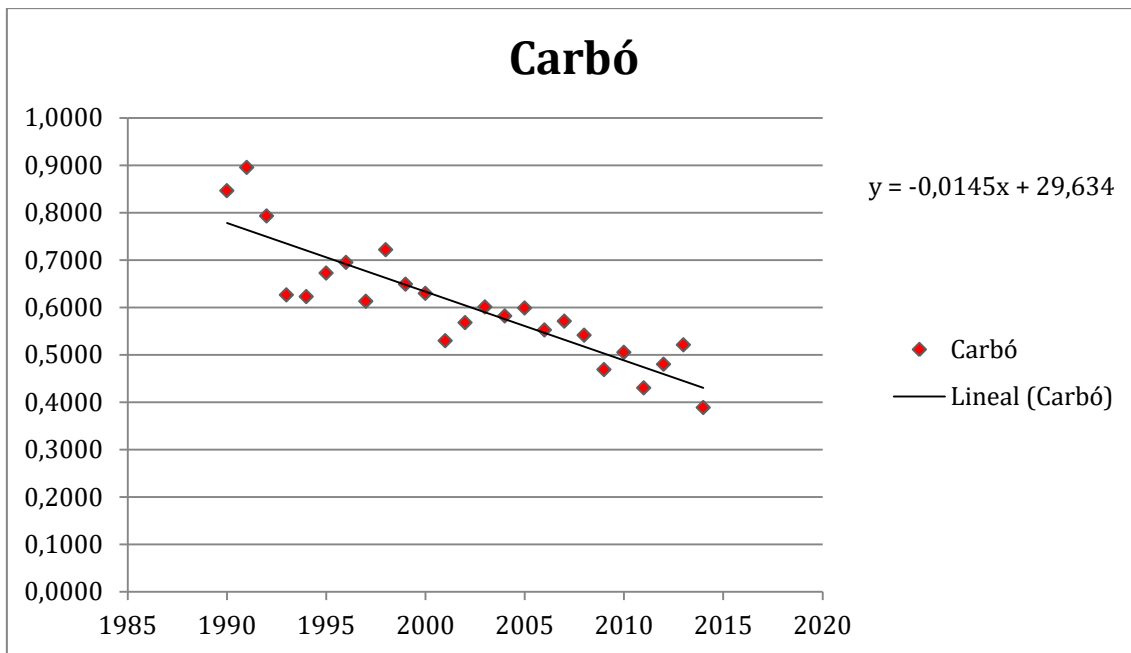
4.3. Metodologia de càlcul escollida

Finalment, després de diversos intents, va sorgir la opció de fer les previsions utilitzant regressions lineals per a cada component del vector energètic.

Però, per no caure en el problema del segon cas, on el **TPES** es dispara, es va pensar combinar-lo amb el promig de les taxes interanuals del Total d'energia.

4.3.1 Combinació regressió lineal i càlcul promig

Per la realització d'aquest mètode, en primer lloc, es va determinar la regressió lineal de cadascun dels components del vector i del total per separat.



Gràfic 14. Regressió lineal carbó França

A partir de la pendent de la recta de regressió, es realitza la previsió fins 2050 de tots els components.

AC9		$f_x = -0,0145 + AB9$		AB	AC	AD	AE
8	A	B	C	2014	2015	2016	2017
9		Càlcul mitjançant aproximació lineal	Carbó	0,3888	0,3743	0,3598	0,3453
10			Cru	3,0788	3,0667	3,0546	3,0425
11			Gas Natural	1,3640	1,3858	1,4076	1,4294
12			Nuclear	4,7615	4,8100	4,8585	4,9070
13			Altres renovables	0,0984	0,1015	0,1046	0,1077
14			Hidroelèctriques	0,2262	0,2250	0,2238	0,2226
15			Biofuels	0,6192	0,6255	0,6318	0,6381
16		Total	10,5368	10,5887	10,6406	10,6925	

Taula 10. Predicció BAU a partir de regressió lineal

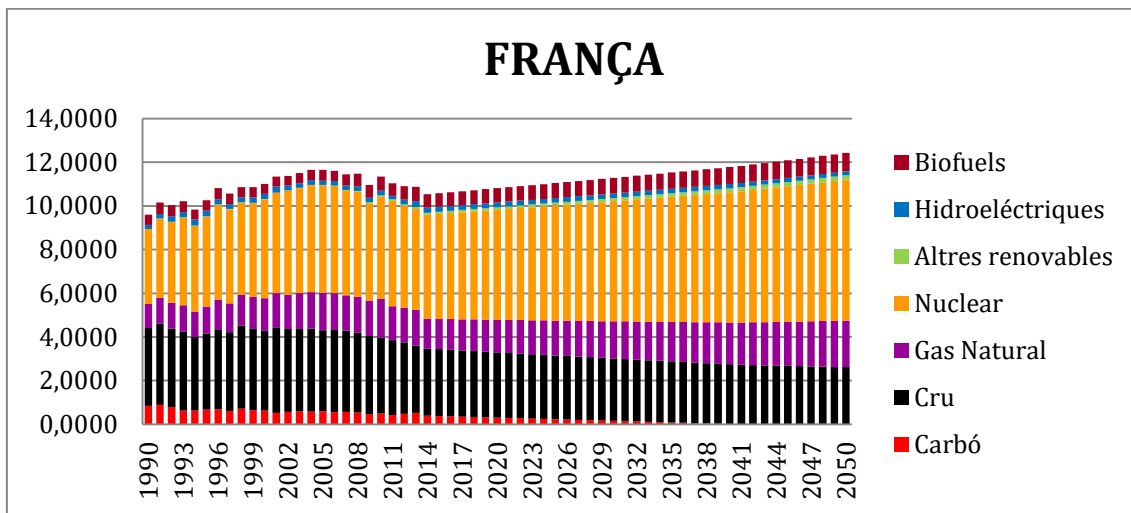
Com es pot veure, es suma el valor de l'any precedent a la pendent de la recta per saber quin valor tindrà en cada any.

Un cop obtinguts els resultats, es passaran a valors percentuals per tal de reportar-los més tard no al total calculat mitjançant la recta de regressió, si no pel resultat trobat per la taxa interanual mitjana.

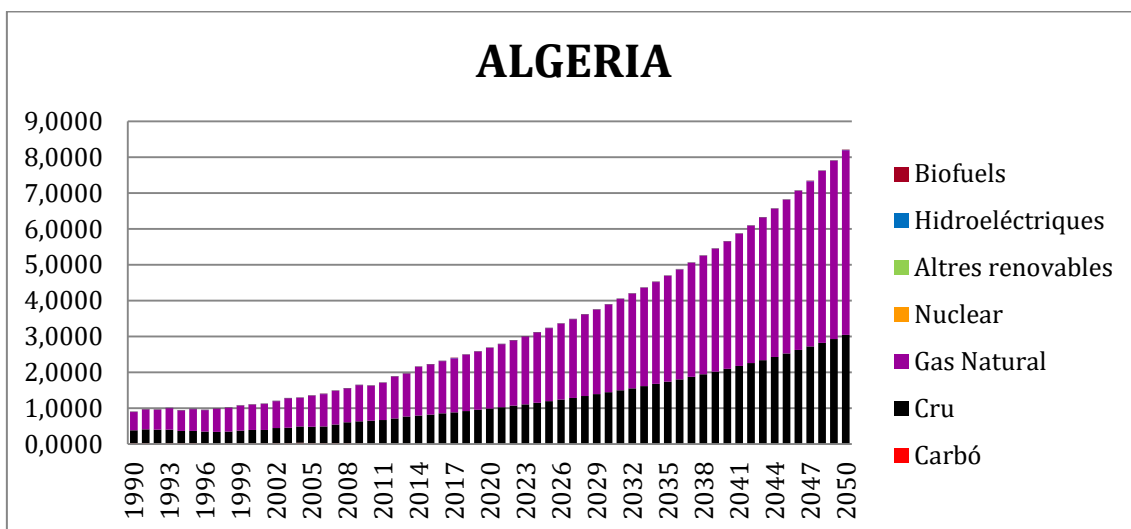
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Pes percentual de cada component	Carbó	3,69%	3,53%	3,38%	3,23%	3,08%	2,93%	2,78%	2,64%	2,49%
	Cru	29,22%	28,96%	28,71%	28,45%	28,20%	27,96%	27,71%	27,47%	27,23%
	Gas Natural	12,95%	13,09%	13,23%	13,37%	13,51%	13,64%	13,78%	13,91%	14,05%
	Nuclear	45,19%	45,43%	45,66%	45,89%	46,12%	46,35%	46,57%	46,80%	47,02%
	Altres renovables	0,93%	0,96%	0,98%	1,01%	1,03%	1,05%	1,08%	1,10%	1,12%
	Hidroelèctriques	2,15%	2,12%	2,10%	2,08%	2,06%	2,04%	2,02%	2,00%	1,98%
	Biofuels	5,88%	5,91%	5,94%	5,97%	6,00%	6,03%	6,06%	6,09%	6,11%
	Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Valor numéric amb relació al total trobat per taxa interanual	Carbó	0,3888	0,3740	0,3593	0,3446	0,3300	0,3153	0,3007	0,2861	0,2716
	Cru	3,0788	3,0647	3,0508	3,0369	3,0231	3,0093	2,9957	2,9821	2,9687
	Gas Natural	1,3640	1,3849	1,4058	1,4268	1,4477	1,4686	1,4896	1,5106	1,5315
	Nuclear	4,7615	4,8069	4,8524	4,8979	4,9435	4,9891	5,0348	5,0806	5,1264
	Altres renovables	0,0984	0,1014	0,1044	0,1075	0,1105	0,1135	0,1166	0,1196	0,1226
	Hidroelèctriques	0,2262	0,2248	0,2235	0,2222	0,2208	0,2195	0,2182	0,2169	0,2156
	Biofuels	0,6192	0,6251	0,6310	0,6369	0,6428	0,6488	0,6547	0,6606	0,6666
	Total	10,5368	10,5819	10,6272	10,6727	10,7184	10,7642	10,8103	10,8565	10,9030

Taula 11. Taules de percentatges i valors finals

Així doncs, es troba finalment l'escenari BAU amb uns resultats coherents i que es poden aplicar per tots els països.



Gràfic 15. BAU Final França



Gràfic 15. BAU Final Algèria

CAPÍTOL 5: ESCENARIS DE REDUCCIÓ D'EMISSIONS

Els escenaris de reducció d'emissions, són plantejaments alternatius de futur, on es marquen objectius finals que aconseguixin reduir fins a cert nivell les emissions de CO2 per diferents vies.

En aquest capítol es proposaran diferents escenaris alternatius, veient com haurien de variar les polítiques energètiques dels diferents països per tal de poder complir els objectius.

Un cop obtinguts els resultats, s'analitzarà la viabilitat dels escenaris segons quins tipus de canvis impliquin sobre el vector energètic.

5.1. Escenari 1: Reducció de Cru i Carbó

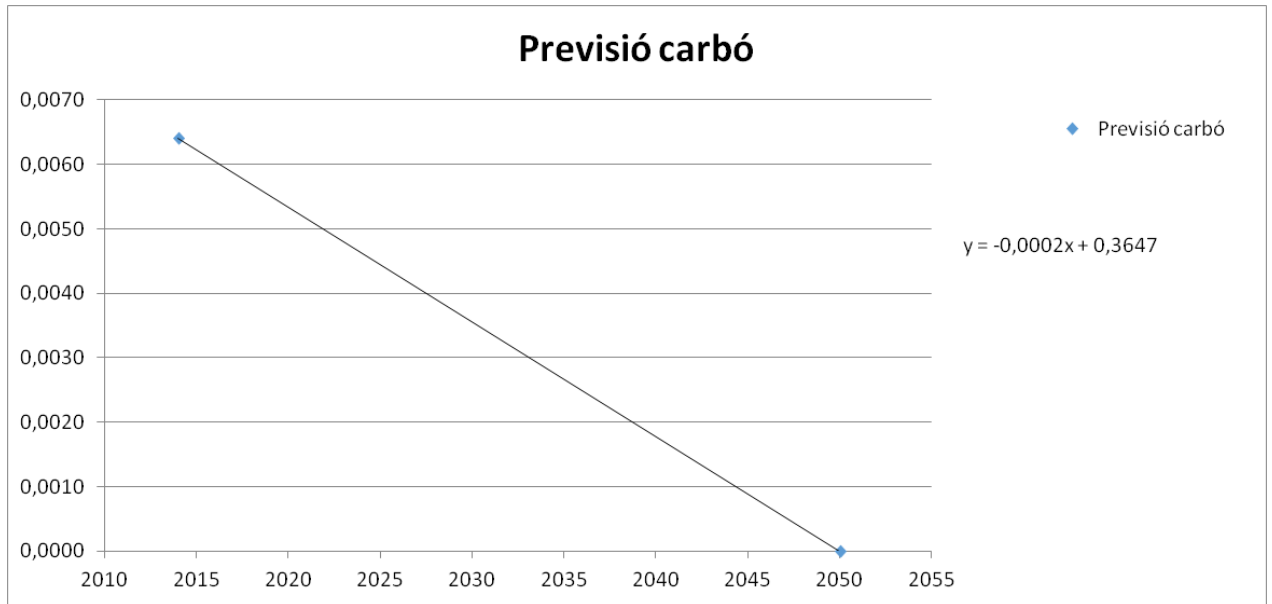
El primer escenari alternatiu que es planteja, és la reducció a l'any 2050 de l'ús del carbó a 0 i la del cru al 50% que en 2014, respectant el **TPES** total que indicava l'escenari BAU.

Així doncs, l'energia total mancanta a causa de la disminució tant de carbó com de cru, seria ocupada per l'ús del gas natural, degut a que es tracta d'un combustible fòssil amb recursos mundials molt més elevats que els altres dos i tanmateix molt menys contaminant.

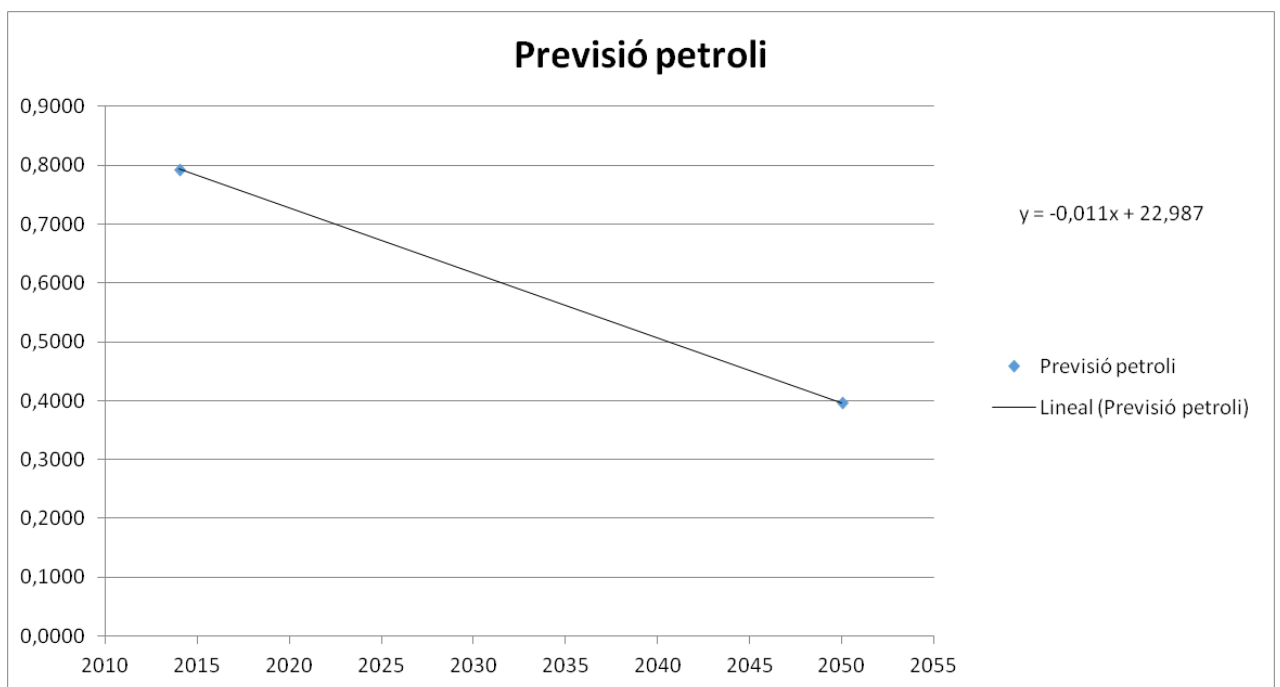
Per realitzar aquestes previsions, es marquen simplement els valors objectius a l'any 2050, traçant les dues rectes per veure quin és el pendent que tenen.

	2014	2046	2047	2048	2049	2050
Carbó	0,0064					0,0000
Cru	0,7934					0,3967
Gas Natural	1,3502					

Taula 12. Projeccions a 2050



Gràfic 16. Corba predicció carbó



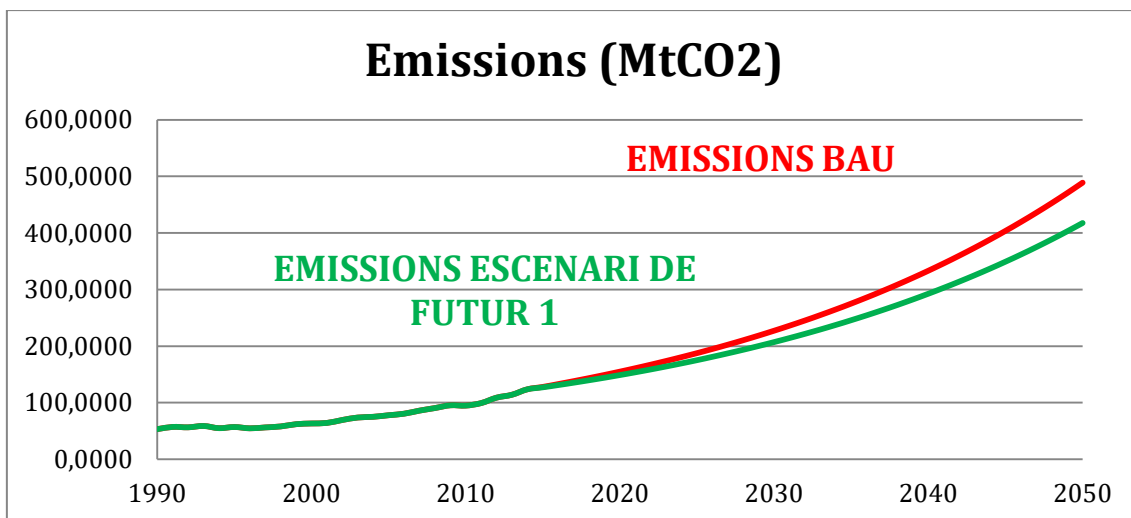
Gràfic 17. Corba predicció Cru

A partir del pendent, cal agafar el valor de 2014, i anar disminuint el valor fins arribar a 0.

Un cop realitzat, només cal restar el **TPES** a la suma dels components, per trobar els nous valors del gas natural.

Per últim, es realitza el càlcul d'emissions gràcies a la Taula 4 (on es relaciona les emissions amb la crema de combustibles fòssils), exposada

anteriorment i es compara amb els resultats que s’hi troben mitjançant l’escenari **BAU**.



Gràfic 18. Comparació Bau – Escenari 1 Algèria

5.1.1 Augment de les no emissores

Per buscar uns millors resultats que els vistos en la comparació anterior, es va decidir establir un nou escenari que afectaria només als països on les energies no emissores no tenen gaire pes (com és el cas d’Algèria).

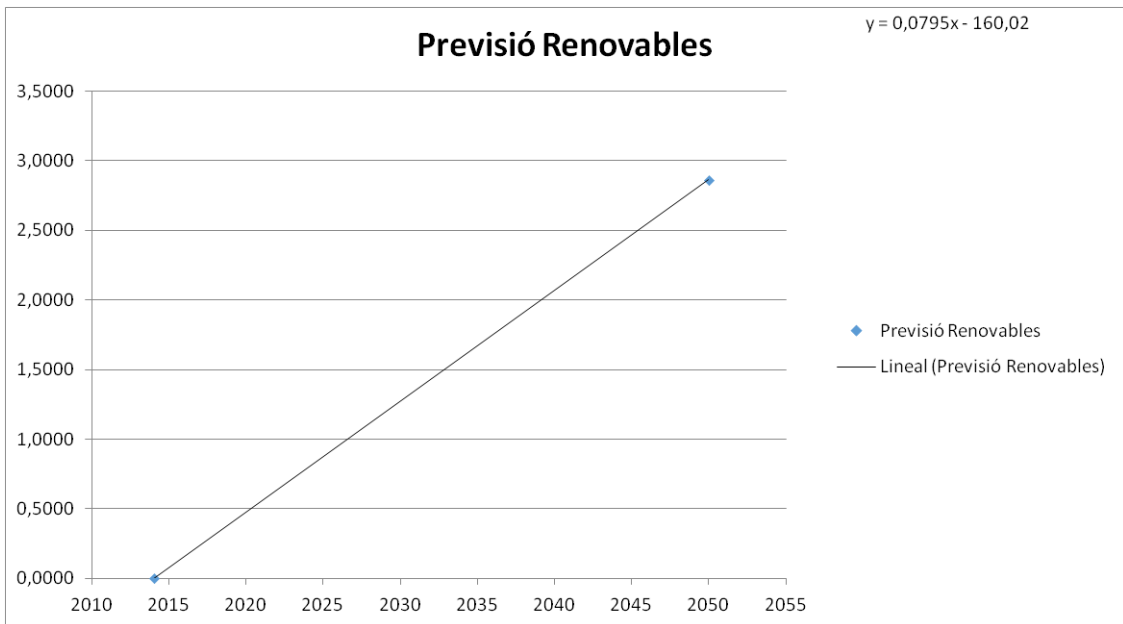
En aquest nou escenari, sumat a les condicions establertes en l’anterior cas, s’hi sumaria una aparició progressiva d’energies no renovables fins a un valor del 35% del total al 2050.

Cal dir, que al parlar de “energies no emissores” es perdrà informació en quant a de quin tipus d’energia es tracta (Nuclear, Hidroelèctrica, Solar, etc...), però com l’objectiu final és la reducció d’emissions, no afectarà a la conclusió el no tenir aquest nivell de detall.

BK21		=BK22*0,35						
	A	B	AA	AB	AC	AD	BJ	BK
17			2014	2015	2016	2017	2049	2050
18	ESCENARI DE FUTUR	Carbó	0,0064	0,0062	0,0060	0,0058	0,0000	0,0000
19		Cru	0,7934	0,7824	0,7714	0,7604	0,4084	0,3967
20		Gas Natural	1,3502	1,3631	1,3792	1,3984	4,6863	4,9177
21		No emissores	0,0012					2,8616
22		Total	2,1511	2,2324	2,3168	2,4043	7,8784	8,1761

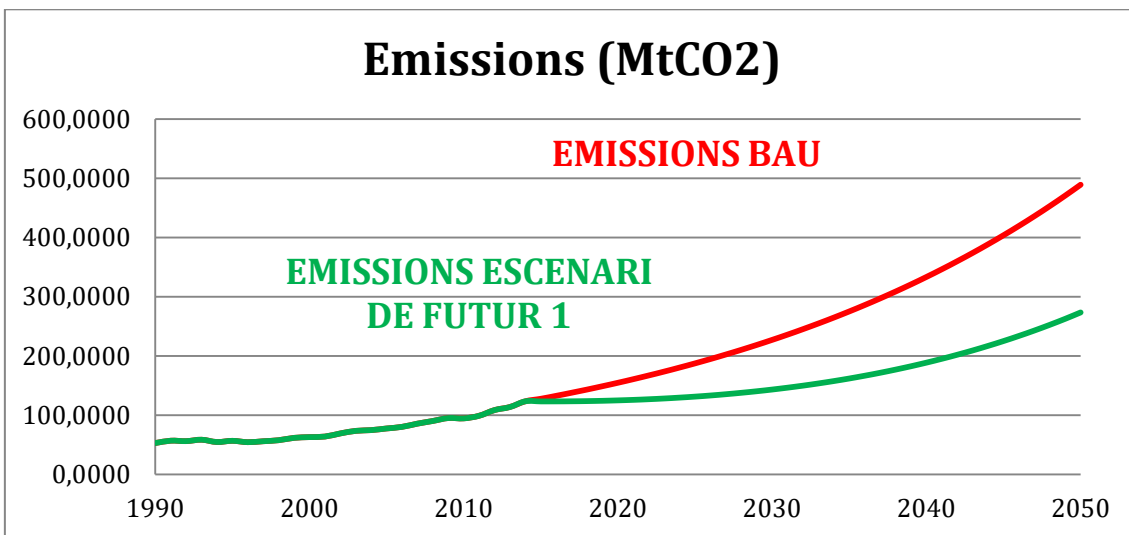
Taula 13. Projectió a 2050 No emissores

Tot seguit es torna a traçar la recta entre els dos punts per veure quin és el pendent.



Gràfic 19. Pendent energies Renovables

Un cop tenim el pendent, tornem a calcular el valor any rere any que van prenent les energies renovables i el valor del gas natural, obtenint un resultat d'emissions ben diferent al cas anterior.



Gràfic 20. Comparació Bau – Escenari 1.1 Algèria

5.2. Escenari 2: Reducció de les emissions

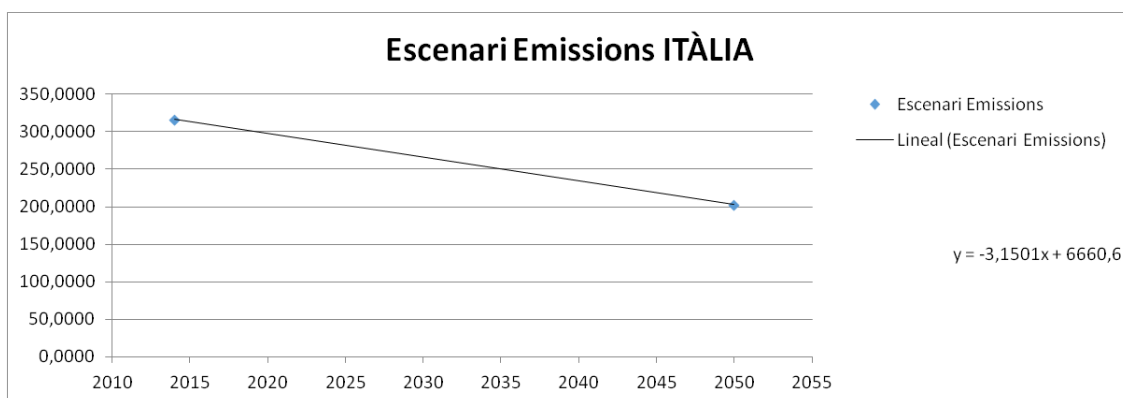
5.2.1 Reducció al 50% de les emissions de 1990 amb taxes fixes

El segon escenari té un "target" molt més específic en quant a emissions: reduir el total a un valor corresponent al 50% del que tenien a l'any 1990.

Així doncs, l'interès d'aquest nou escenari, no és tant la quantitat d'emissions (predeterminada a 50% del 1990), si no quines variacions ha de sofrir el vector energètic per complir aquestes necessitats.

Per tant, la variable del **TPES** total es deixarà també fixada a la que es va determinar segons l'escenari **BAU**.

Per la realització d'aquest nou escenari, en primer lloc es marca l'objectiu d'emissions a complir a l'any 2050, i es traça la recta entre 2014 i 2050, veient quin és el pendent i quin hauria de ser el valor de les emissions any rere any fins 2050.



Gràfic 21. Pendent Emissions de CO2

Una vegada obtinguts els valors d'emissions totals de cada any, s'ha de determinar quina és la aportació de cada combustible fòssil al total.

En una primera versió, es va decidir mantenir el pes percentual respecte a les emissions que la taxa interanual mitjana donés per cada combustible fòssil.

És a dir, es calculava en primer lloc la taxa interanual històrica del carbó, cru i gas, i s'aplicava a tots els anys entre 2015 i 2050.

Taxa interanual Carbó	13%
Taxa interanual Petroli	59%
Taxa interanual Gas	29%

Taula 14. Aportacions mitjanes al total d'Emissions de CO2 (Itàlia)

Així doncs, s'acceptava que el pes percentual de cada component respecte al total d'emissions, romandria sempre el mateix al llarg dels anys.

Tenint doncs el pes de cada component fòssil, es calculen les emissions que cadascun d'ells provoquen cada any, obtenint un resultat en [kg CO₂ / MJ], que mitjançant la taula 4 (taula de correspondència entre energia i emissions), es pot fàcilment convertir a EJ.

Així doncs per saber el valor de cada component en un any X, només cal realitzar una senzilla operació:

$$\text{Valor component } (X) = \frac{\text{Emissions component } (X)}{\text{Coeficient d'emissions de } X \times 1000}$$

Finalment, s'obté el gràfic d'emissions d'aquest nou escenari en comparació al **BAU**, i per últim, i més important, l'estat del nou vector energètic on es pot veure quin grau d'aparició han de tenir les energies no emissores per complir els objectius d'emissions marcats.

5.2.2 Reducció al 50% de les emissions de 1990 amb taxes BAU

Arrel d'unes discordances que es comentaran en el capítol següent, es va decidir fer una petita modificació en el mètode anterior.

En aquesta nova versió, que al cap i a la fi, va ser la versió que es va considerar com a bona, els valors percentuals no romanien amb els mateixos valors que indicava la mitjana històrica, si no que s'utilitzava el pes percentual que segons el **BAU** aquest component tindria al llarg dels anys.

Així doncs per calcular el valor de cada component emissor en l'any X, es realitza l'operació següent:

$$\text{Valor \% fòssil } (X) = \frac{\text{Valor combustible fòssil BAU}(X)}{\sum \text{Combustibles fòssils BAU } (X)}$$

D'aquesta forma s'obtindrà un pes diferent de cada combustible fòssils segons el que contribueixi a les emissions a l'escenari **BAU**, és a dir d'una forma possiblement més real al que s'obtindria mitjançant l'escenari anterior.

En els capítols següents es compararà els resultats dels dos escenaris, veient quins avantatges i inconvenients presentes tots plegats.

5.2.3 Reducció a 2t CO2 per càpita

L'últim escenari alternatiu proposat segueix la línia de l'anterior en quant al "target" centrat en la reducció d'emissions de CO2.

En aquest cas l'objectiu no és reduir les emissions respecte al valor obtingut en un any anterior, si no reduir-les respecte a la població del país.

L'últim objectiu que es marca per l'anàlisi, és la reducció de les emissions de CO2 a 2 tones per habitant, que segons el **IPCC** és el valor que permetria aconseguir que la temperatura mitjana terrestre no augmentés de 2 graus centígrads respecte a la època preindustrial.

La metodologia és bastant similar a la realitzada en el cas anterior, però afegint-hi les dades relacionades amb la població.

En primer lloc, caldrà servir-se de les dades de **UN DESA**, per saber quines són les previsions de població per 2050 de tots els països. En aquestes dades, s'hi troben 3 versions: *High Variant*, *Medium Variant* i *Low Variant*.

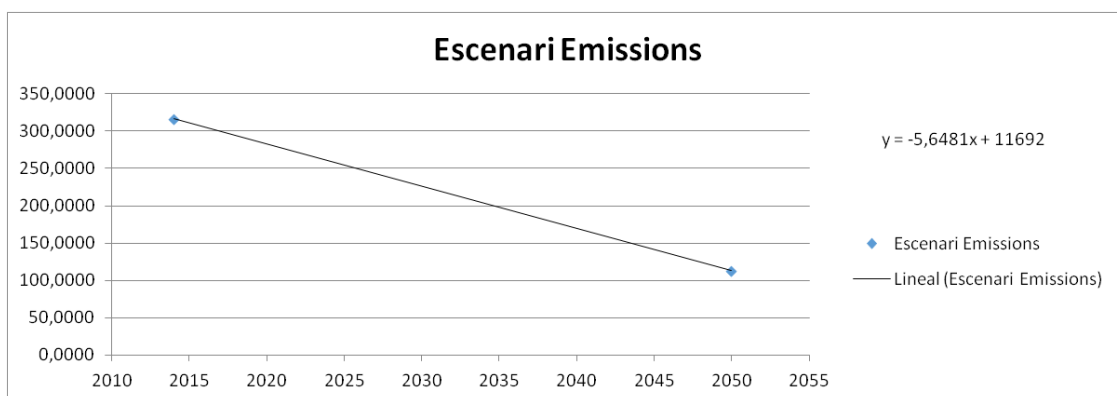
Aquestes versions corresponen a 3 possibles projeccions de població segons un tipus de variació o un altre en el comportament social. Per aquest anàlisi, s'utilitzaran els valors de *Medium Variant* ja que corresponen més a un terme mitjà entre les dues altres.

Així doncs, el primer pas es saber quina és la previsió de la població de cara al 2050 pels països sota estudi, per saber quin serà el valor d'emissions en aquest any:

$$\text{Emissions (2050)} = \text{Població Medium Variant (2050)} \times 2t \text{ CO2}$$

Un cop aconseguida aquesta dada, es torna a establir una recta entre 2014 i 2050 per veure quina serà la pendent i com serà l'avenç de les emissions.

En aquest cas, s'agafarà una progressió lineal, tot i sabent que pot haver-hi moltes formes diferents per arribar a aquest objectiu final.



Gràfic 22. Pendent Emissions de CO2 Itàlia

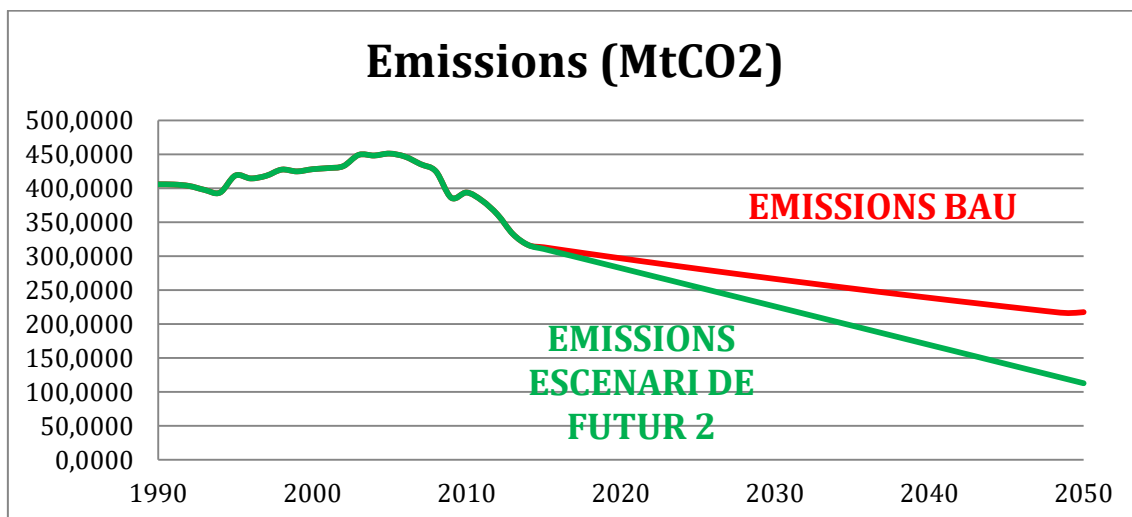
Un cop obtingut el pendent, es determina el valor de les emissions de cada any i es procedeix a calcular els valors numèrics de cada component.

Per aquest càlcul, s'agafen com a referència el pes percentual de cada combustible fòssil segons el seu **BAU**, com s'havia fet en el cas anterior.

$$\text{Valor \% fòssil (X)} = \frac{\text{Valor combustible fòssil BAU(X)}}{\sum \text{Combustibles fòssils BAU (X)}}$$

Així doncs, tenint un resultat total d'emissions diferent, el balanç entre les energies no emissores i els combustibles fòssils haurà de ser diferent, tal i com es veurà en el proper capítol.

El resultat final, a nivell d'emissions serà el següent:



Gràfic 23. Comparació emissions escenari 2.1

Així queden doncs els escenaris de futur alternatius proposats, variant o be la composició del vector energètic analitzant els canvis que es produeixen a nivell d'emissions al 2050, o be fixant un valor objectiu d'emissions de cara a 2050 i veient quin podria ser el canvi que això suposaria en el vector energètic.

S'analitzarà més en profunditat en el següent capítol aquests escenaris pels països que s'han considerat més representatius: Algèria, França, Itàlia, Espanya i Marroc.

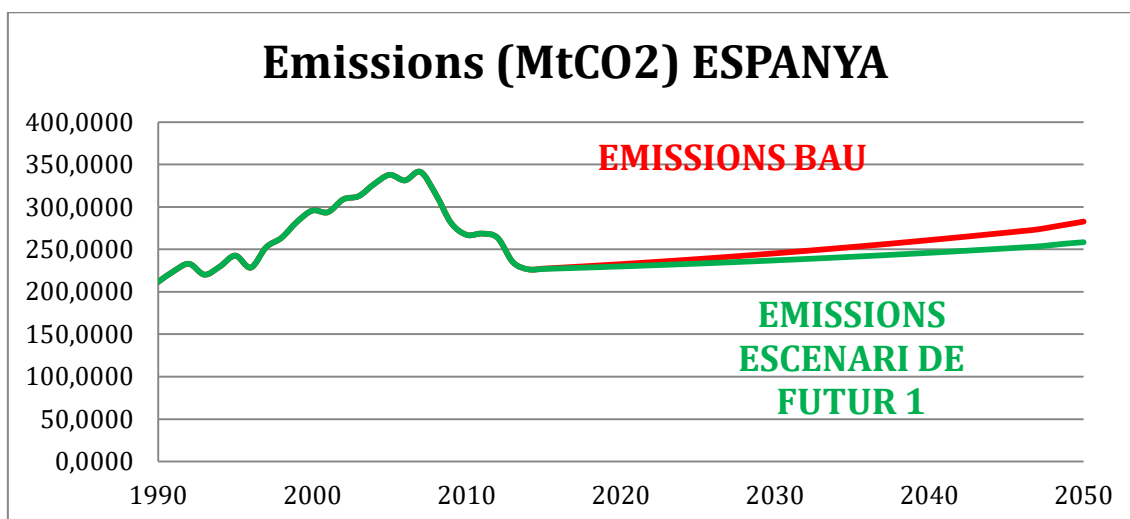
5.3. Estudi dels casos exemple

S'analitzarà en aquest apartat quin impacte tindria cadascun dels escenaris alternatius en els països més representatius, estudiant la viabilitat dels resultats i comparant-los entre els dos grups agregats: membres de la **OCDE** i No membres de la **OCDE**.

5.3.1 Països membres de la OCDE

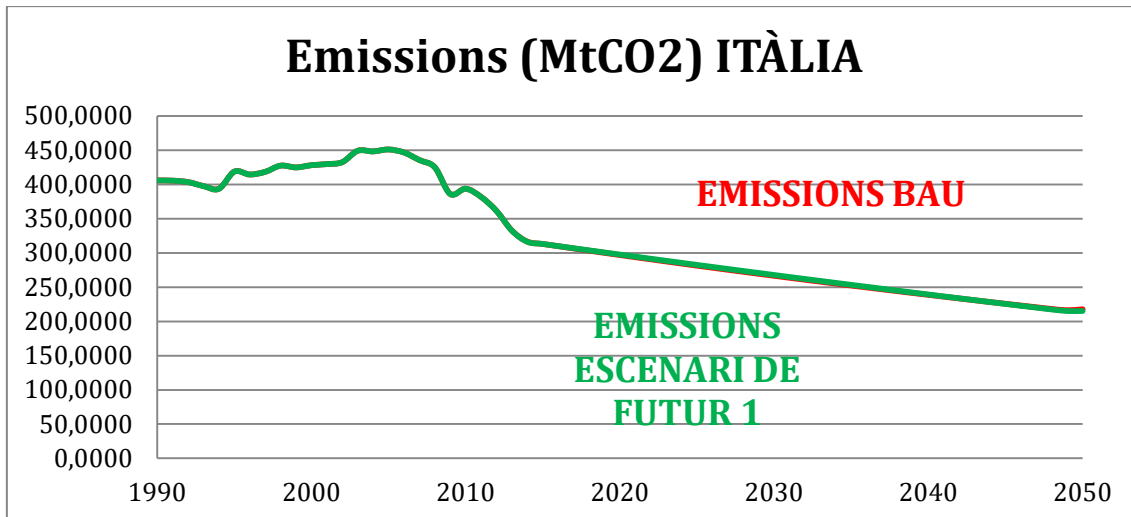
S'estudiarà en aquest apartat l'impacte dels diferents escenaris en els països membres de la **OCDE** i la idoneïtat de cadascun d'ells.

El primer dels escenaris, que consisteix a reduir l'ús del carbó a 0 i el del cru a la meitat del 2014 reemplaçant-los pel gas natural, no resulta ser un canvi definitiu a nivell d'emissions de diòxid de carboni a l'atmosfera en els membres de la **OCDE**.



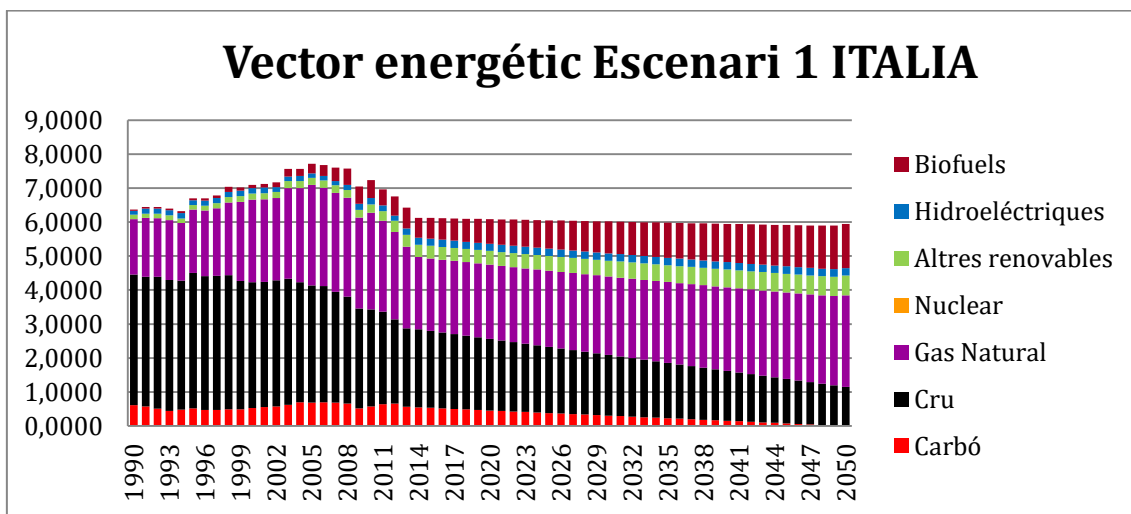
Gràfic 23. Escenari 1 Espanya

Com es pot veure pel cas d'Espanya, si es seguís aquestes directrius fins 2050, la reducció d'emissions seria de menys d'un 10% respecte a l'escenari **BAU**.



Gràfic 24. Escenari 1 Itàlia

D'altra banda, com a cas més representatiu, es troba el cas d'Itàlia, on es difícil apreciar la diferència a nivell d'emissions respecte a l'escenari **BAU**, amb menys de 1% de canvi.



Gràfic 25. Vector Escenari 1 Itàlia

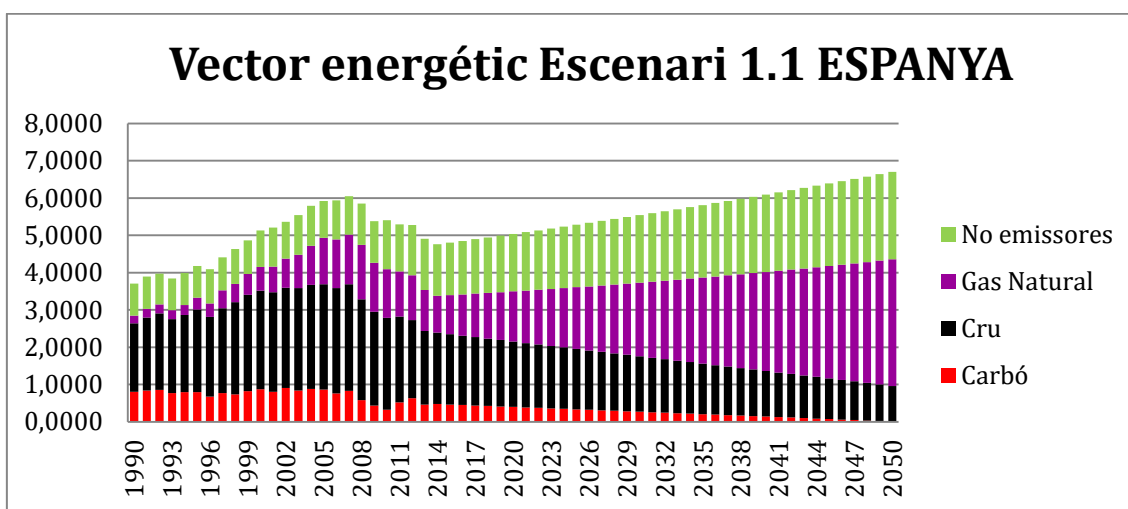
Entrant més en l'anàlisi del vector resultant, s'aprecia un canvi de tendència que resulta impactant degut sobre tot a la correcció en l'ús del cru, que segons el **BAU** tendria a desaparèixer cap al 2045, però que en aquest cas suposaria quasi bé el 15% del **TPES**.

Aquests resultats, a nivell d'emissions, mostren que la tendència dels països membres de la OCDE podria ser anàloga a les condicions imposades en aquest primer escenari alternatiu, amb una desaparició progressiva de l'ús del carbó i un augment del gas natural.

D'altra banda, els canvis de tendències que aquest primer escenari podria suposar, com és el cas de l'ús del cru en Itàlia, serien del tot innecessaris i difícils d'imaginar, donat que els resultats finals serien molt semblants al que obtindrien sense aquestes imposicions.

A la vista dels resultats, i amb l'objectiu de provocar canvis més substancials, es realitza l'escenari 1.1, en el qual es força l'aparició d'energies no emissores en 35% del total en 2050.

D'aquesta forma, veient que només variant els components del total de combustibles fòssils no s'hi troba un resultat definitiu, s'intenta reduir les emissions fent aparèixer aquestes energies netes.



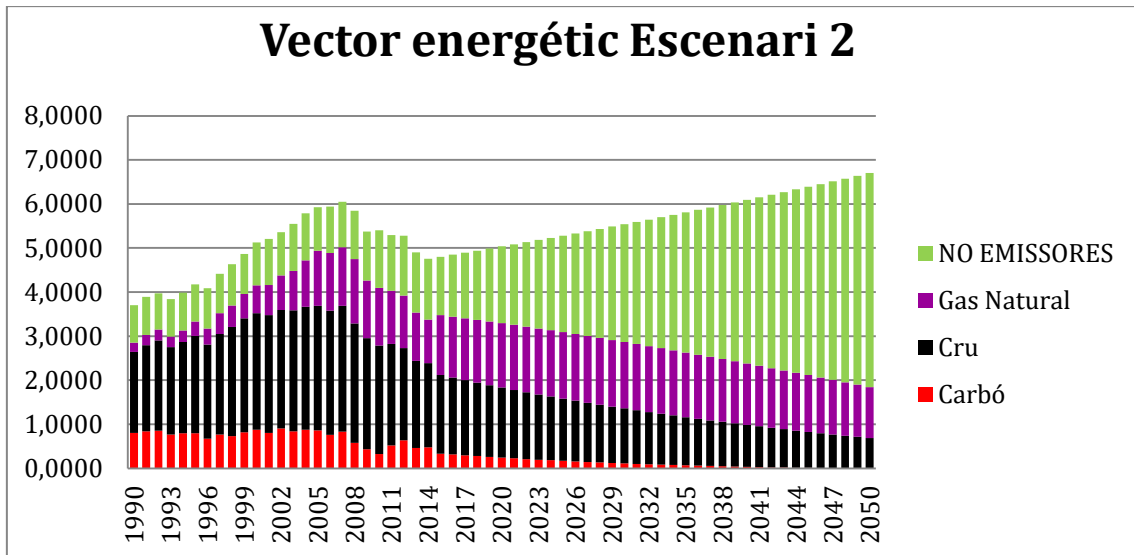
Gràfic 26. Vector Escenari 1.1 Espanya

Comparant els resultats obtinguts amb els de l'escenari **BAU** s'aprecia un canvi no gaire substancial: el valor total de les energies no emissores augmenta de 1.9EJ a 2.4EJ, és a dir un augment inferior al 10%.

Pels altres dos països, era del tot innecessari realitzar aquest nou escenari, ja que tots dos tenen segons el **BAU**, més de un 35% d'energies no emissores al 2050, per tant l'escenari proposat, hauria fins i tot empitjorat els seus propis resultats i hauria provocat més emissions de les presents actualment.

S'observa de nou, que la tendència dels països de la **OCDE** concorda amb les polítiques que es proposen en els dos primers escenaris, per la qual cosa, amb l'objectiu de marcar objectius no a nivell de vector energètic, si no de quantitat d'emissions, apareixen els dos següents escenaris.

L'escenari 2.1, que implica fixar les emissions del 2050 al 50% de les del 1990 és a priori un objectiu molt més ambiciós per aquests països desenvolupats i on les energies renovables haurien d'agafar un pes capital.



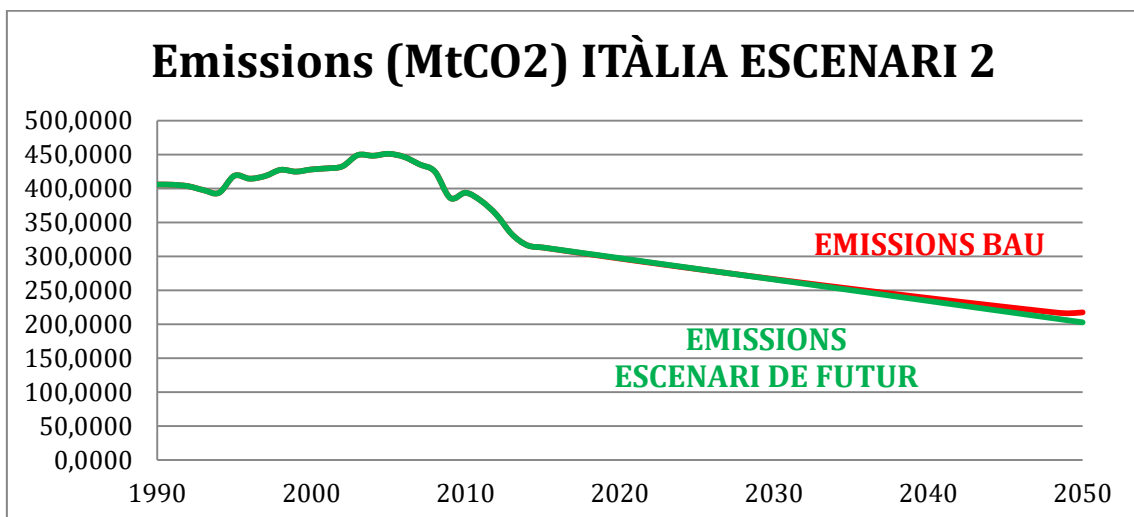
Gràfic 27. Vector Escenari 2 Espanya

Es pot apreciar com al posar com a límit d'emissions el 50% de les de 1990, Espanya es veuria obligada a recórrer a les energies renovables per complir el **TPES** sense sobrepassar les emissions.

D'aquesta forma, les energies no emissores passarien a valer, quasi be un 70% de l'energia total.

Si es complís aquest fet, Espanya aconseguiria reduir les seves emissions en 180Mt CO₂, és a dir un 63% respecte al **BAU**.

Un altre cas particular, torna a ser Itàlia, on tot i marcar un objectiu prou ambiciós per països equiparables com Espanya, no s'hi troba tampoc gaire diferència.



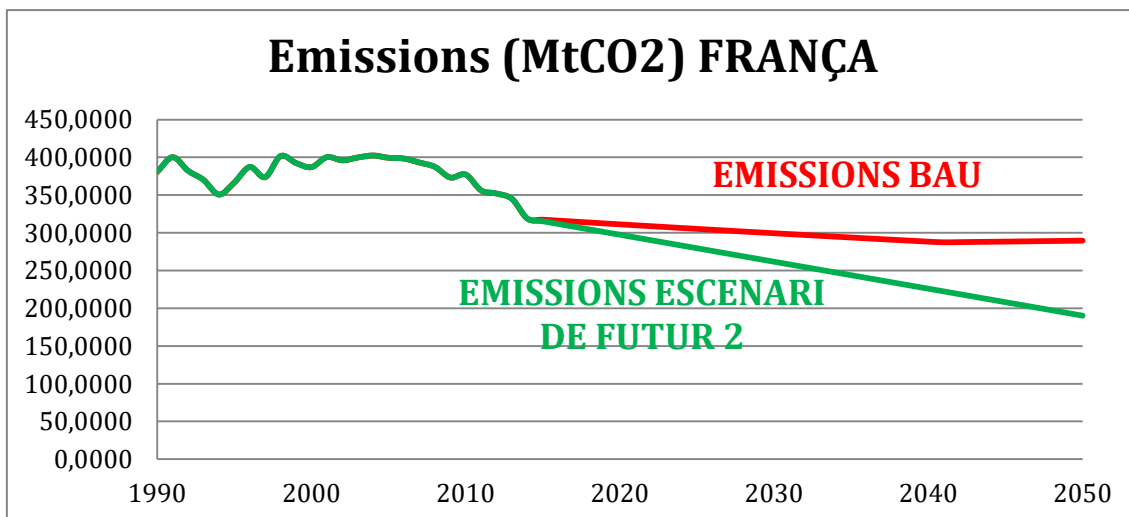
Gràfic 28. Emissions Escenari 2 Itàlia

Aquest gràfic indica clarament, que la tendència inicial, és a dir la marcada per l'escenari **BAU**, portaria també a una reducció d'emissions equivalent a gaire be el 50% de l'any 1990.

D'aquesta forma, a priori Itàlia es postula com un dels països a seguir en quant a les polítiques energètiques a seguir.

Tot i això, s'hi troba només l'inconvenient de l'ús de biofuels, ja que seguint la tendència, creixeria fins a un punt que porta a qüestionar si és possible o no, degut a la polèmica que persegueix aquest tipus de recurs energètic.

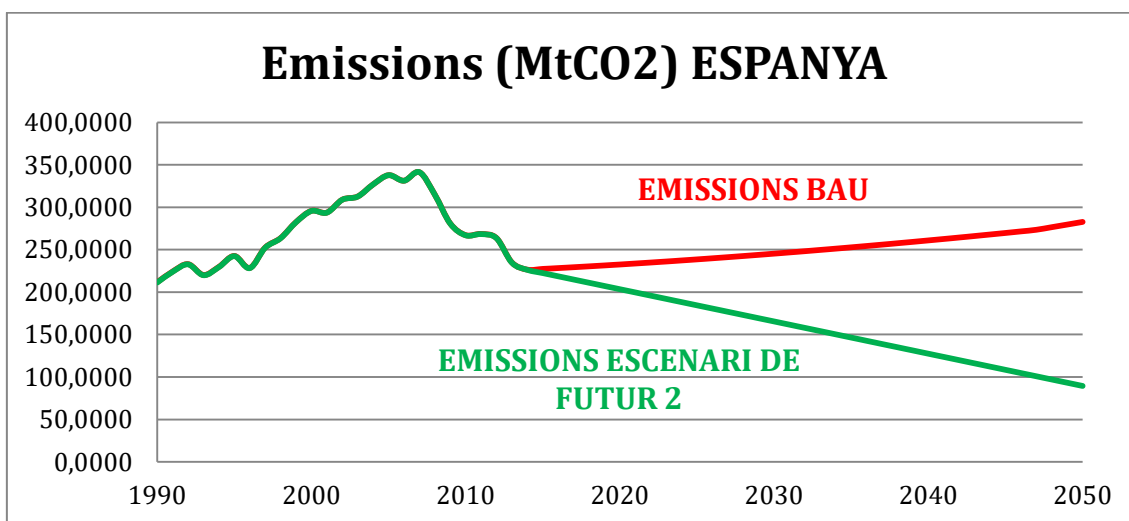
Per últim, el cas de França, on aquest escenari milloraria també substancialment les previsions que es tenen segons el **BAU**.



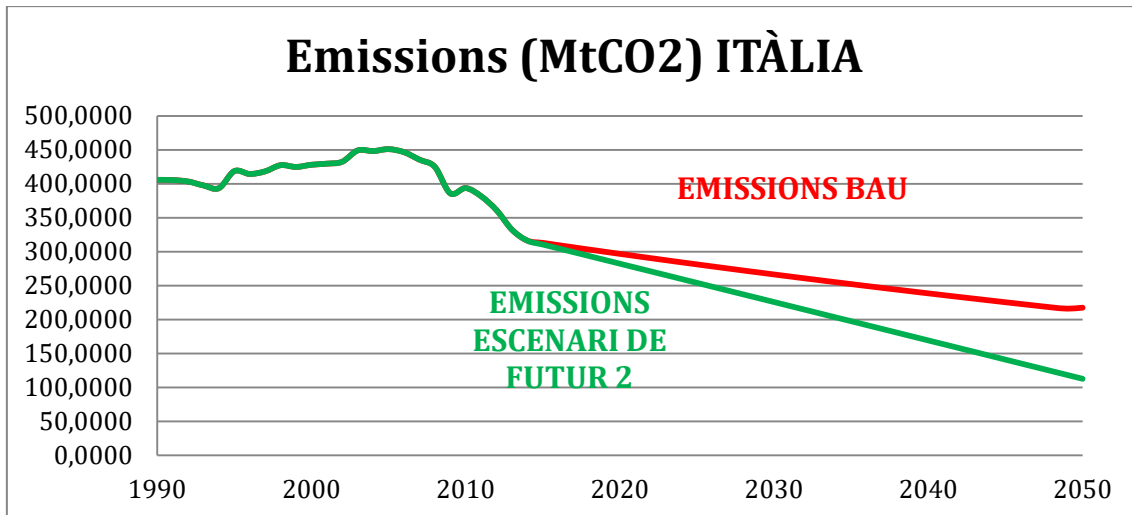
Gràfic 29. Emissions Escenari 2 França

Val a dir, que la majoria de l'energia neta creada per França, prové del sector nuclear, que en aquest cas, vist que l'objectiu es la reducció d'emissions de CO₂, es donaria per bona però tenint en compte quins són els perills i inconvenients de l'energia Nuclear (gestió dels desfets nuclears).

Per últim, es va plantejar un escenari final, en qual l'objectiu d'emissions és 2t per càpita, valor molt representatiu ja que és el valor que la **IPCC** ha determinat com a llindar per aconseguir que la temperatura no augmenti de 2 graus centígrads respecte a la època pre industrial.

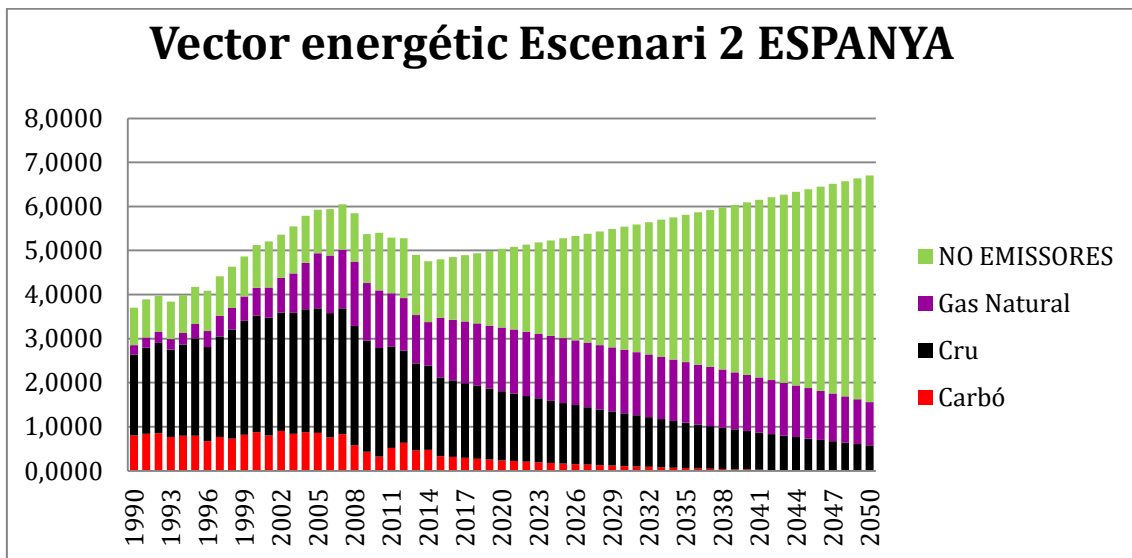


Gràfic 29. Emissions Escenari 2.1 Espanya



Gràfic 30. Emissions Escenari 2.1 Itàlia

En aquest últim escenari els canvis són més pronunciats que en els escenaris anteriors. És interessant veure com, sent Itàlia fins el moment un dels països que millors respostes donava en quant a gestió energètica, segueix estant lluny i havent de reduir considerablement (un 50%) les seves emissions de cara a 2050 si vol complir les 2t de CO2 per càpita.



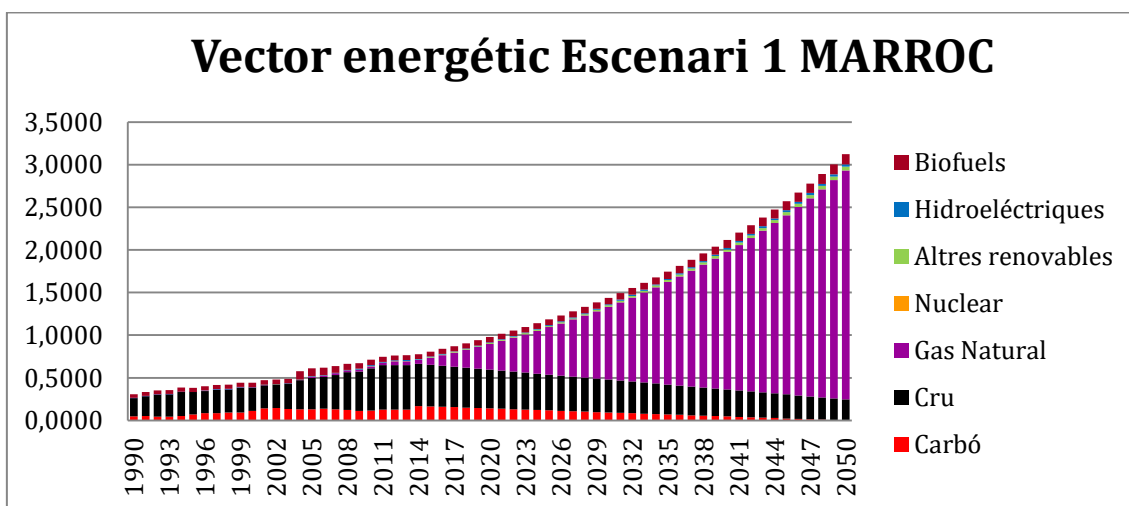
Gràfic 31. Vector energètic Escenari 2.1 Itàlia

A nivell de vector energètic, destaca Espanya entre els altres dos, ja que per complir aquests valors d'emissions per càpita al 2050, l'aportació de les energies no emissores hauria de créixer un 100% respecte la previsió que fa l'escenari **BAU**.

5.3.2 Països NO membres de la OCDE

S'estudiarà en aquest apartat l'impacte dels diferents escenaris en els països no membres de la **OCDE** i la idoneïtat de cadascun d'ells.

En el primer dels escenaris, on es reduiria el carbó a 0 i el petroli a la meitat del 2014 substituint-los per gas natural, els dos països no membres de la **OCDE** sota estudi (Algèria, Marroc) mostren un comportament similar.



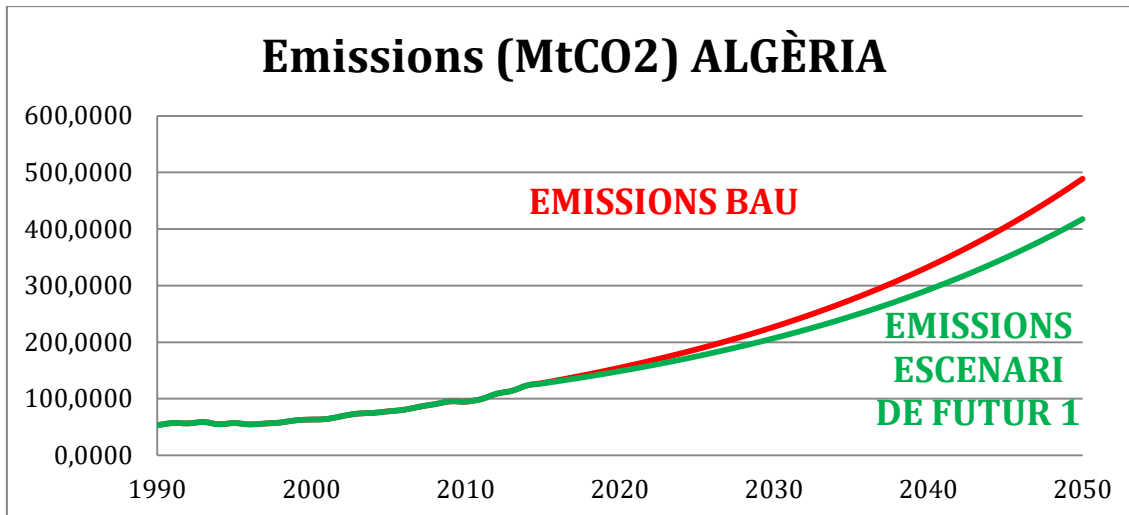
Gràfic 32. Vector Escenari 1 Marroc

En el cas del Marroc, comparant el vector energètic obtingut amb el de l'escenari **BAU**, s'aprecia un canvi molt pronunciat entre els combustibles fòssils, amb una disminució de quasi be 60% de cru segons el nou escenari. D'altra banda, l'aparició del gas natural és més de substancial, passant de un 5% del total a més del 90% del total en aquest escenari alternatiu.

Aquest fet, queda reflectit també a nivell d'emissions de CO₂, ja que seguint aquesta nova tendència, disminuirien més de 70Mt CO₂ (31%) respecte a la previsió de l'escenari **BAU**.

S'aprecia com la font energètica principal del Marroc és la crema de cru i carbó, per tant es veu molt afectada per aquest primer escenari, que justament limita aquests dos combustibles fòssils.

Aquest escenari sembla a priori doncs poc versemblant, degut a aquestes variacions tan pronunciades que s'hi trobaria. És poc realista pensar que Marroc canviï al 100% la seva política energètica limitant fins a tal punt les dos fonts més importants que té: Carbó i Cru.



Gràfic 33. Emissions Escenari 1 Algèria

El cas d'Algèria és similar al del Marroc, tot i que el carbó no apareix i el gas natural ja és un actiu important segons el **BAU**.

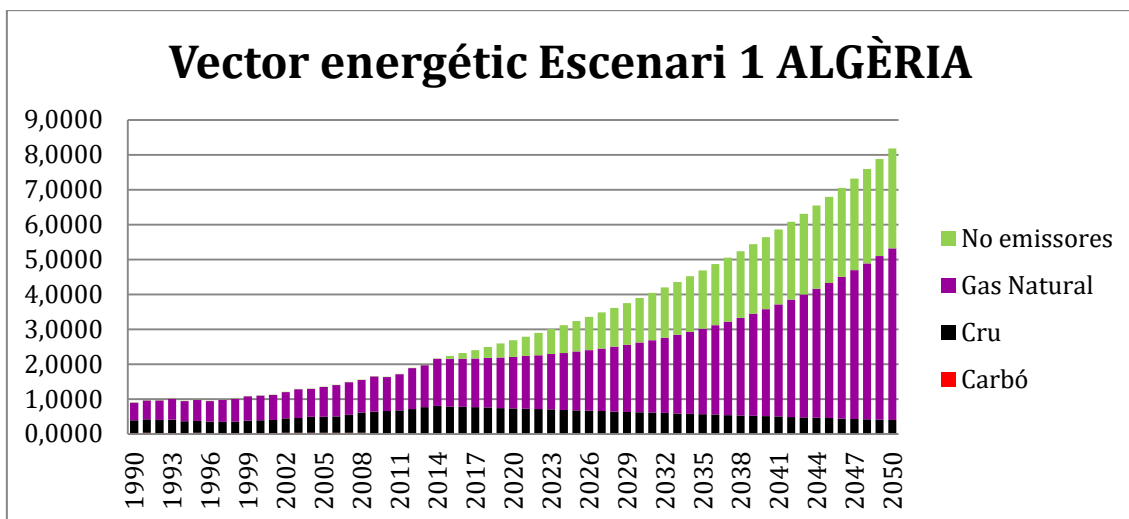
S'aprecia en el gràfic d'emissions que la caiguda en l'ús del petroli (caiguda de quasi be 30%) provoca també una disminució d'unes 70Mt CO₂ al 2050.

En aquest cas, l'escenari es podria considerar més versemblant que pel Marroc, ja que Algèria si que té en el gas natural, una de les fonts energètiques més importants, per tant és bastant imaginable que una possible reducció de l'ús de cru anés acompanyada d'un creixement en la importació de gas natural.

Tot i això, aquest primer escenari no aconsegueix frenar la tendència de creixement exponencial de les emissions de CO₂ en ambdós països, per la qual cosa és necessari buscar resolucions alternatives a únicament l'ús de gas natural per pal·liar aquest fet.

Així doncs, arrel d'això, apareix l'escenari 1.1, on per intentar reduir de forma molt més accentuada les emissions, s'imposa una aparició del 35% del total d'energies renovables.

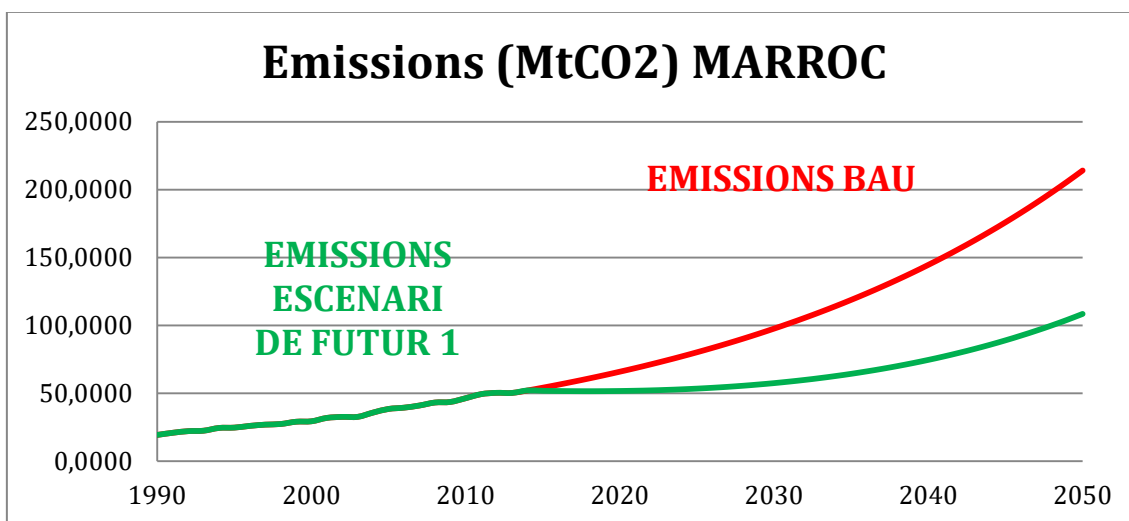
A priori, aquest canvi hauria de resultar definitiu ja que un dels punts en comú de tots dos és la presència residual d'energies netes.



Gràfic 34. Vector Escenari 1.1 Algèria

Arrel d'aquesta nova imposició, es detecta un vector energètic ben diferent en els dos països, reduint evidentment la presència de combustibles fòssils.

Tot i no tenir un pes específic molt important actualment, les energies renovables estan destinades a tenir un paper molt important en el futur, per tant s'ha de considerar aquest nou escenari com versemblable o fins i tot imperatiu amb l'objectiu de reduir el total d'emissions.



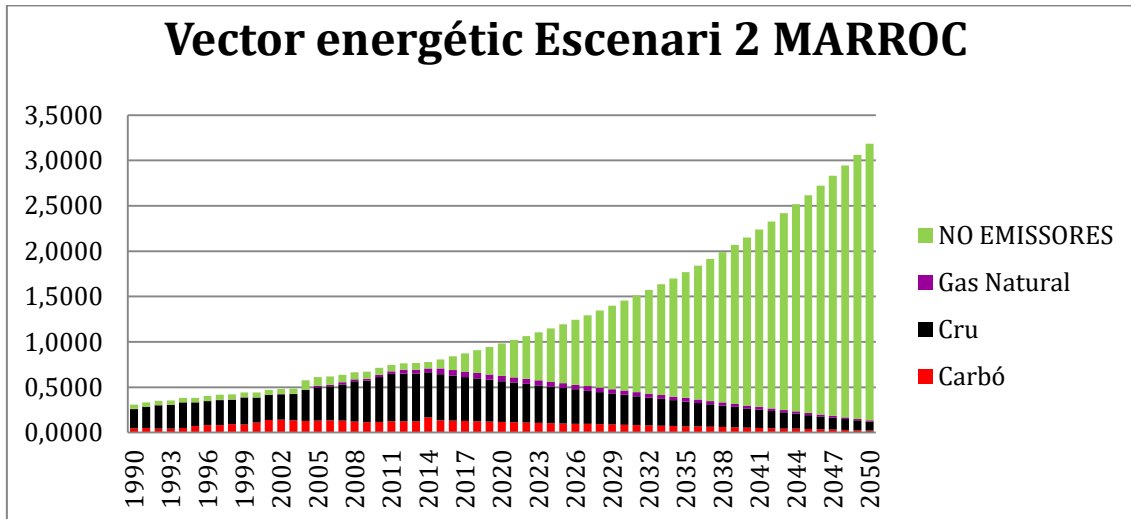
Gràfic 35. Emissions Escenari 1.1 Marroc

Com es pot apreciar, la tendència és clarament atenuada degut a l'aparició de les energies renovables. La previsió a 2050, és de 110Mt de CO₂, la meitat que el previst segons el **BAU**, per la qual cosa suposaria un canvi molt transcendent i efectiu.

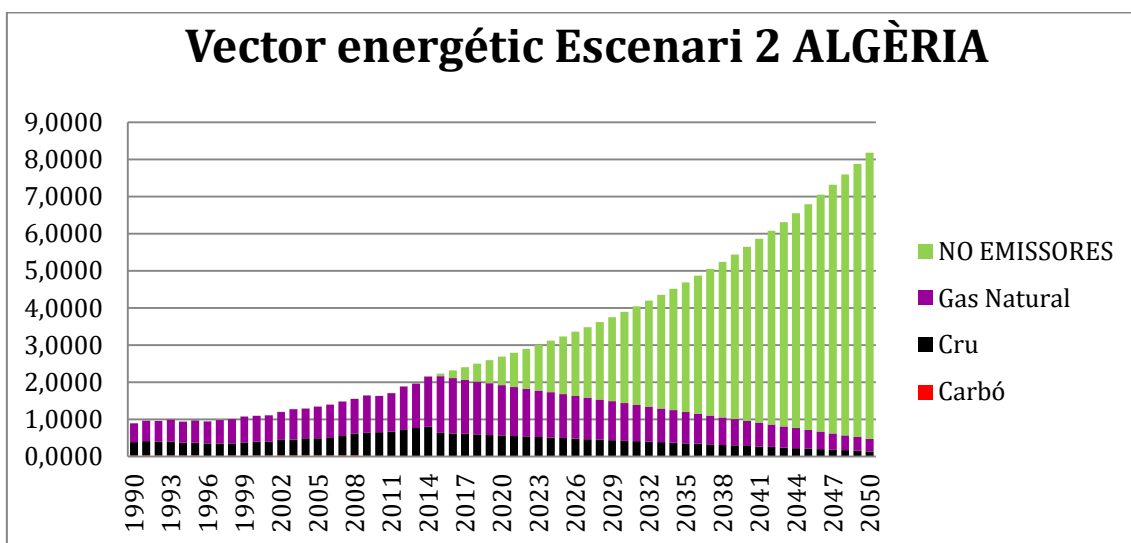
Aquestes dos versions del primer escenari, obtenen un resultat molt diferent als observats als països de la **OCDE**. Al tenir un vector energètic molt dependent dels combustibles fòssils, a diferència dels països de la **OCDE** estudiats, les variacions en aquests comporten uns resultats molt marcats.

Tot i així, cap d'aquests dos escenaris (amb diferents resultats) aconseguen frenar la tendència ascendent, per la qual cosa són necessaris altres objectius.

D'aquesta forma, es passa al següent escenari, on l'objectiu de reduir directament les emissions a 50% del valor de 1990, veient com afectaria al vector energètic.



Gràfic 36. Vector Escenari 2 Marroc



Gràfic 37. Vector Escenari 2 Algèria

D'aquesta forma, per reduir fins a aquests nivells les emissions de CO₂, les energies renovables haurien d'agafar un pes quasi be absolut en el vector energètic.

Com es pot veure, el creixement d'aquests països que podríem anomenar com "en desenvolupament" és exponencial, tant a nivell energètic, com a nivell d'emissions a l'atmosfera. Per la qual cosa, si el creixement seguís aquest ritme (fet que es dona per acceptat) hauria de ser de la ma de les energies no emissores.

Aquest escenari resulta un tant difícil de creure, ja que caldria un canvi de mentalitat tant gran, que seria complicat fer-lo efectiu en només 35 anys.

En tot cas, tractant-se d'un escenari poc probable, seria una gran notícia pel medi ambient ja que suposaria una reducció de 450Mt CO₂ pel cas de l'Algèria i de 200Mt de CO₂ en el cas del Marroc.

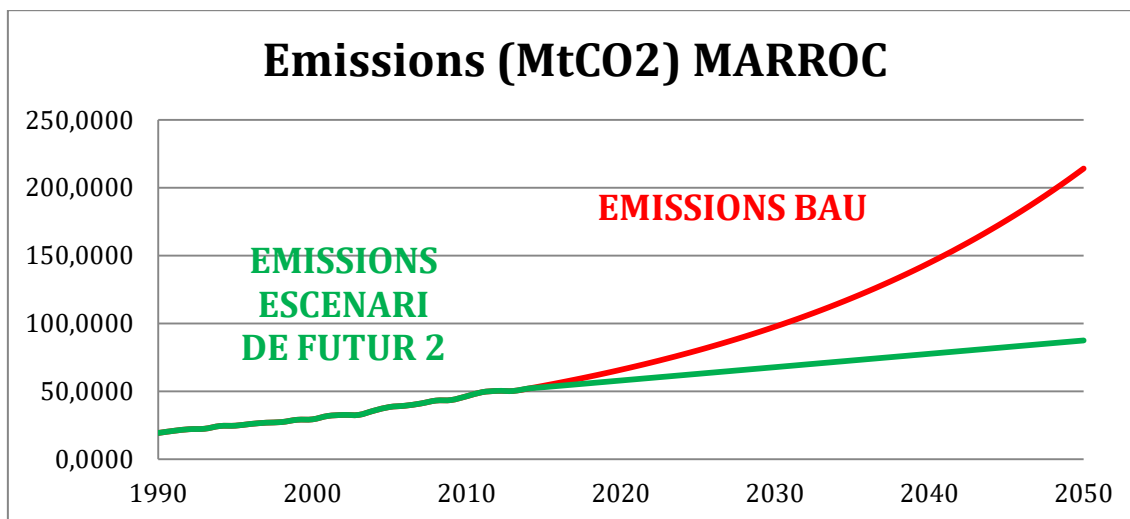
Per la qual cosa, i seguint amb la línia de marcar un objectiu en quant a emissions de CO₂, s'arriba a l'últim escenari on es tracta de no emetre més de 2t de CO₂ per càpita al 2050.

És important en aquest escenari, tenir en compte també el creixement de la població d'aquests dos països:

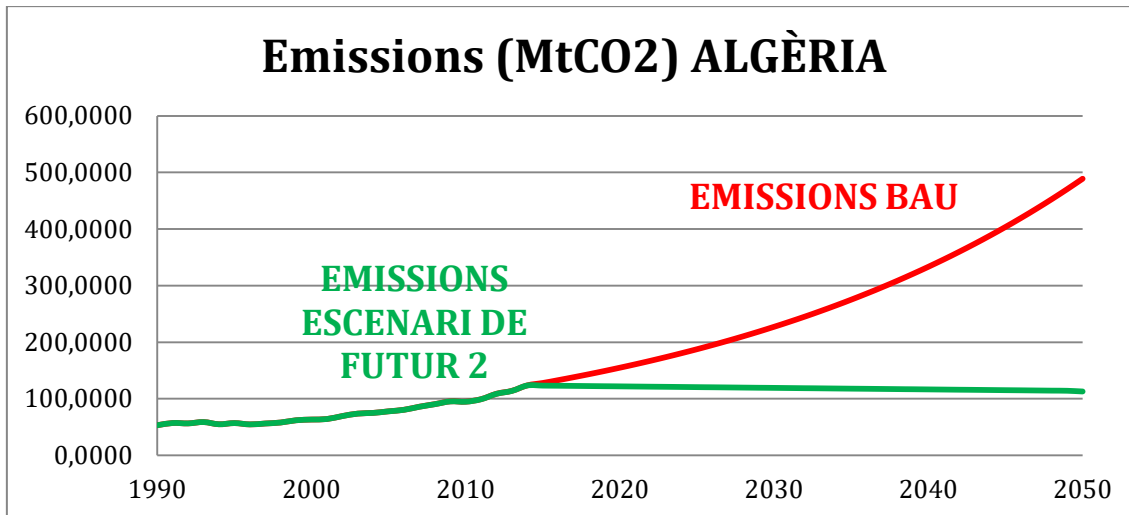
En primer lloc, al 2014 Algèria tenia una població de 39 milions d'habitants, segons del **Banc Mundial**, però segons la previsió "Medium Variant" que fa **UN DESA**, arribarà a 113 milions a l'any 2050, per la qual cosa, haurien de tenir unes emissions màximes de 226Mt CO₂.

En segon lloc, Marroc tenia 34 milions d'habitants al 2014, i arribarà a un total de 87,5 milions d'habitants al 2050, el que suposa 175Mt CO₂ al 2050.

Un cop obtingudes aquestes dades, es poden interpretar les gràfiques obtingudes:



Gràfic 38. Emissions Escenari 2.1 Marroc



Gràfic 39. Emissions Escenari 2.1 Algèria

Com es pot apreciar, la tendència de creixement de les emissions es veu clarament frenada a partir d'aquest nou escenari.

El motiu pel qual es troben aquests resultats, és que actualment tant el Marroc com l'Algèria estan a prop del valor llindar d'emissions de 2t CO₂ per càpita, per tant haurien de mantenir aquest valor o com el cas del Marroc, encara tindrien un marge d'augment per no passar aquest límit al 2050.

Finalment, un cop analitzat per separat els països membres i no membres de la **OCDE**, es poden veure grans diferències en els comportaments energètics:

En primer lloc, es veu reforçada la teoria de que els països africans són molt més dependents de la crema de combustibles fòssils per generar energia, per la qual cosa, a l'hora de fer previsions de futur, són aquells que es veuen més afectats i que requeririen de més treball per reduir les seves emissions.

D'altra banda, es veu entre els països més desenvolupats una clara tendència a ser cada cop menys dependents del carbó, que apareix quasi be testimonialment en els corresponents vector energètics, però també del cru, amb una tendència cada cop més a la baixa.

S'observa també, que es potencia l'ús del gas natural com a combustible fòssil i que les energies no emissores van poc a poc guanyant terreny als fòssils.

Per últim, apareix un objectiu comú entre els dos grups, i és el repte de dotar a les energies renovables d'un pes substancial en el vector energètic, això si, per dos motius diferents:

- Pel cas dels membres de la **OCDE**, esdevé un objectiu primordial a l'hora d'aconseguir disminuir les emissions per apropar-se al màxim possible al llindar de 2t de CO₂ per càpita marcat per la **IPCC**.

- D'altra banda, pels països no membres, resulten també d'una importància vital, no tant pel fet d'haver de reduir les emissions actuals, si no pel fet de poder abastir el creixement de població tant accentuat que estan coneixent en els últims anys, sense caure en l'error que van cometre els països desenvolupats en el passat d'utilitzar combustibles fòssils, sense tenir en compte les conseqüències que aquests comportarien a nivell d'emissions.

CAPÍTOL 6: CONCLUSIONS

Un cop finalitzada la realització i l'anàlisi dels diferents possibles escenaris de futur plantejats, se'n pot extreure de la totalitat del projecte diverses conclusions.

En primer lloc, un dels objectius centrals d'aquest projecte era avaluar quina era la metodologia més correcta per la realització dels escenaris BAU, primer, i els possibles escenaris de futur alternatius, segon.

Des d'un principi, els mètodes escollits presentaven uns resultats no del tot satisfactoris. Alguns d'ells no eren coherents numèricament, per exemple mostrant valors energètics negatius al realitzar projeccions a 2050.

Altres, tot i tenir valors numèrics que a priori podrien semblar raonables, perdien tot sentit un cop s'analitzava el seu significat físic relatiu a variables dependents d'ells.

Tal i com s'ha explicat al llarg del projecte (Capítol 4.3, Taules 10-11, Gràfic 14), el mètode que consistia en l'ús complementari de les rectes de regressió de cada component del vector energètic i la taxa interanual mitjana del total d'energia consumida, va presentar els resultats més coherents tant a nivell numèric com a nivell d'interpretació física coherent, pel que fa als valors de les variables dependents.

A la vista dels resultats obtinguts gràcies al mètode escollit, s'aprecia com, pel que fa als escenaris BAU, els països membres de la OCDE tenen creixement mantingut en el consum d'energia, tot i que ja amb una tendència d'anar aturant aquest creixement o fins i tot de començar el decreixement del consum energètic total (com és el cas d'Itàlia i França).

Altrament i en bastants casos, s'observen com a tendències en consolidació la disminució de l'ús del petroli, potenciant la utilització de les energies no emissores i del gas natural - combustible fòssil amb més recursos mundials i que provoca menys emissions a l'atmosfera.

En canvi, les tendències dels països mediterranis no membres de la OCDE és ben diferent. El creixement del consum energètic és exponencial al llarg dels anys (tot i ser un consum molt inferior al dels països més desenvolupats), presentant també encara un augment molt significatiu en l'ús tant del petroli; també del gas natural.

Es troba, en aquests països, una absència quasi be total de la presència de les energies renovables en les projeccions BAU, doncs en les dades històriques i actuals encara no han invertit en aquestes energies.

En relació als possibles escenaris alternatius de futur que s'han analitzat, se'n treuen constatacions pels dos grups establerts.

En primer lloc, es ben factible una clara orientació dels països de la OCDE a reduir el pes del cru i del carbó en el total de combustibles fòssils, substituint-los per gas natural i un progressiu augment de les energies no emissores.

Per contra, un possible escenari on l'ús de carbó i de cru es reduís significativament sembla a dia d'avui molt difícil d'imaginar pels països no membres de la OCDE, degut a que el mix energètic actual es basa, actualment, quasi bé en la seva totalitat en l'ús creixent d'aquests dos combustibles fòssils.

Per últim, es conclou també en canvi, que tot i implantant unes polítiques energètiques que garantissin una reducció important de les emissions de CO₂, els països de la OCDE estan més allunyats de l'objectiu de reduir les emissions a un màxim de 2 tones de CO₂ per càpita (objectiu més congruent amb el de no augmentar més de 2 graus centígrads la temperatura terrestre en comparació a la època preindustrial) que els que no en formen part; la raó és que els països no OCDE ja estan, en aquest sentit i correlacionadament amb l'evolució dels seus PIBs, a uns nivells d'emissions per càpita molt més baixos que els de l'OCDE.

En aquest sentit i com a conclusió/reflexió significativa d'aquest projecte, cal constatar que els països en desenvolupament, amb un creixement actual important de la població, es troben davant la tessitura de créixer econòmicament amb model energètic fòssil i així, i al mateix temps, amb creixements importants de les seves emissions a l'atmosfera, o en canvi aconseguen ja créixer de maneres tals que les seves emissions no ho facin més enllà d'emissions per càpita molt baixes, coherentment amb les fites generals de l'acord de París.

En conseqüència, doncs i en general, el món es troba davant un dels reptes més importants de la nostra època: canviar les polítiques energètiques que hem portat a terme en les últimes dècades per assegurar l'avenir de les properes generacions amb unes realitats climàtiques tolerables.

L'acord de París, és un motiu per l'esperança, ja que suposa el compromís de 193 països en la lluita contra el canvi climàtic.

Tot i així, les últimes notícies aparegudes que indiquen que els Estats Units de Donald Trump podrien deixar de formar part d'aquest acord, serien un cop molt fort contra aquesta lluita, ja que es tracta del segon país amb més emissions del món.

En definitiva, els anys venidors marcaran el futur de la humanitat i esdevindran de vital importància; cal que la sensibilització i l'acció tant dels

països com dels seus habitants sigui ferma i total, i no defalleixi en aquesta gran batalla contra el canvi climàtic i assegurar un bon viure de les generacions futures.

CAPÍTOL 7: GLOSSAROI DE CONCEPTES

- **Medi Ambient:** S'entén per medi ambient l'entorn que ens envolta i que condiciona les nostres circumstàncies de vida i la de les generacions venidores. No es tracta només de l'espai en què es desenvolupa la vida, sinó que també comprèn els éssers vius, els objectes, l'aigua, el sòl, l'aire i les relacions existents entre ells, així com elements tan intangibles com la cultura. El medi ambient comprèn el conjunt de valors naturals, socials i culturals existents en un lloc en un moment determinat.
- **Vector energètic:** Els vectors energètics són els productes resultants de les transformacions i elaboracions de recursos energètics naturals. L'únic origen possible de tota l'energia secundària és un centre de transformació, i l'únic destí possible és un centre de consum. Els principals vectors energètics són els combustibles derivats del petroli (gasolina, gasoil, querosè), del gas natural, de les roques sedimentàries del carbó, de la biomassa, dels residus i de l'electricitat obtinguda per la transformació de diverses fonts primàries com els combustibles fòssils, l'energia nuclear, hidràulica, eòlica, etc.
En tots els casos són necessaris processos que tenen un gran consum d'energia primària i emissions de gasos.
- **Escenaris de futur alternatius:** Els denominats escenaris alternatius de futur, són projeccions de futur amb objectius predeterminats, els quals provoquen canvis en el vector energètic en aquest cas. Són aquestes variacions en el vector energètic degudes a l'escenari proposat, les que serviran pel posterior anàlisi i estudi de viabilitat.
- **BAU:** El terme BAU (en anglès "Business as usual"), correspon a la idea de continuar amb les tendències actuals projectant-les a anys vista, per veure quins efectes tindria. Tant és així, que quan es

dissenyen escenaris de futur, sempre s'hi inclou l'escenari BAU, que es sol prendre com a referència a la qual millorar o no empitjorar.

- **OCDE:** L'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE, o OECD segons les sigles en anglès) és una organització internacional formada pels països desenvolupats que accepten els principis de democràcia participativa i lliure mercat. Es va originar el 1948 com a Organització per a la Cooperació Econòmica Europea (OCEE), per tal d'ajudar en l'administració del Pla Marshall per a la reconstrucció europea després de la Segona Guerra Mundial. Posteriorment es va ampliar a estats no europeus, i el 1961 es va reformar i es va convertir en l'organització actual
- **IEA:** L'Agència Internacional de l'Energia (AIE; en anglès: International Energy Agency o IEA) és una organització intergovernamental autònoma establerta a París en el marc de l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE), el 1974 arran de la crisi del petroli de 1973. L'AIE es va dedicar inicialment a respondre a les interrupcions físiques en el subministrament de petroli, a més de servir com a font d'informació amb estadístiques sobre el mercat internacional del petroli i altres sectors energètics.
- **TPES:** Subministrament d'energia primària total (TPES en anglès) són aquelles fonts d'energia que s'utilitzen sense procés de conversió. Algunes energies primàries són la solar, la nuclear, la lliurada per la combustió dels combustibles fòssils (gas natural, fuel, carbó, etc.), l'eòlica, la geotèrmica i l'energia de fusió nuclear. Les energies primàries tenen major eficiència que les finals no primàries, ja que a la transformació energètica se'n perd sempre una part en forma de calor. L'exemple més típic d'energia no primària és l'electricitat, tampoc no ho és l'hidrogen que s'usa com a combustible, per exemple. El fet que una energia sigui primària no vol dir que no estigui sotmesa a cap mena de tractament o de procés industrial.
- **IPCC:** El Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (GIECC), en anglès Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), és un organisme internacional que depèn de les Nacions Unides encarregat d'avaluar el coneixement científic relatiu al canvi climàtic. El GIECC emet avaluacions periòdiques sobre la base científica del canvi climàtic, les seves repercussions i futurs riscos, així com les opcions que existeixen per adaptar-se al mateix i mitigar-ne els efectes.
- **UN DESA:** El Departament d'Assumptes Econòmics i Socials de les Nacions Unides (UN DESA en anglès), és el departament que s'ocupa d'assessorar en la presa de decisions als països amb l'objectiu de que compleixin els seus reptes econòmics, socials i mediambientals.
- **Combustible fòssil:** Els combustibles fòssils són aquells combustibles que provenen d'un procés de descomposició parcial de la matèria orgànica. Els combustibles fòssils s'originen per un procés

de transformació de milions d'anys de plantes i vegetals (casos del petroli, el carbó i el gas natural).

Es tracta de fonts d'energia primàries ja que es poden obtenir directament sense transformació.

- **Energia no emissora:** Es consideren energies no emissores, totes aquelles fonts en les quals durant el procés de generació d'energia no s'emet gasos a l'atmosfera. Les principals fonts no emissores són: l'energia solar, eòlica, nuclear, hidroelèctrica i la provinent de les biomasses.
- **Banc Mundial:** El Banc Mundial és una institució financera internacional que proporciona préstecs als països en vies de desenvolupament per als programes de capital. Es compon de dues institucions: el Banc Internacional per a la Reconstrucció i el Desenvolupament (BIRD) i l'Associació Internacional per al Desenvolupament (AID). El Banc Mundial és un component del Grup del Banc Mundial, i membre del Grup per al Desenvolupament de les Nacions Unides.

CAPÍTOL 8: PRESSUPOST

S'exposa en aquest capítol un pressupost orientatiu del cost que un projecte com el realitzat per aquest TFG tindria. Es tindran en compte algunes consideracions per a la seva realització:

- Els dies festius es contaràn com a no treballats, tot i que s'hagin pogut realitzar algunes petites tasques.
- Es restaran també els dies que no es van dedicar al treball degut a la realització d'altres assignatures a la universitat.
- En un dia hàbil, es considerarà com que s'ha treballat una mitjana d'hores igual a les hores efectives d'una jornada laboral.

Volum total d'hores treballades	
Inici període TFG	10/02/2017
Fi període TFG	08/06/2017
Dies festius	10
Dies no treballats	5
Dies treballats	119
Mitjana d'hores diària	5,5
Total d'hores	654,5

Es tindran en compte altres consideracions per la realització del pressupost:

- El preu de l'ordinador: Lenovo ideapad 510 (500 euros).
- El preu de ma d'obra serà d'uns 22 euros l'hora un cop descomptat un 40% al preu mitjà d'un tècnic superior, per la falta d'experiència laboral.

- L'IVA serà del 21%

Desglossament pressupost	
Preu ma d'obra (€/hora)	22
Preu total	14.399 €
Ordinador portàtil	1
Preu total	500 €
TOTAL sense IVA	14.899 €
TOTAL amb IVA	18.026,58 €

CAPÍTOL 9: BIBLIOGRAFIA

[1] IEA. Energy Efficiency Indicators Highlights 2016 [Consulta: Febrer 2017] Disponible a:
<<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/energy-efficiency-indicators-highlights-2016.html>>

[2] IEA. CO2 Emissions from fuel combustions [Consulta: Febrer 2017] Disponible a:
<<http://data.iea.org/payment/products/115-co2-emissions-from-fuel-combustion-2016-edition.aspx>>

[3] IPCC. Climate Change 2013 - The Physical Science Basis. A: *Climate Change 2014: Synthesis Report* [en línia]. 2014. [Consulta: Febrer 2017]. Disponible a: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf>

[4] Los Vectores energéticos. [Consulta: Febrer 2017]. Disponible a:
<<http://o3zono.blogspot.com.es/2013/06/los-vectores-energeticos.html>>

[5] United Nations. About UN DESA. [Consulta: Febrer 2017]. Disponible a:
<<https://www.un.org/development/desa/en/about.html>>

[6] Energia Solar. Combustibles fòssils. [Consulta: Febrer 2017]. Disponible:
<<https://ca.solar-energia.net/energies-no-renovables/combustibles-fossils>>

[7] IPCC. About us. [Consulta: Febrer 2017]. Disponible a:
<http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml>

[8] Energia Primària. [Consulta: Febrer 2017]. Disponible a:
<https://ca.wikipedia.org/wiki/Energia_prim%C3%A0ria>

[9] OCCC. *Guía pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH)* [en línia]. OCCC, 2015. [Consulta: Març 2017]. Disponible a:
<http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/campanyes_i_comunicacio/publicacions/publicacions_de_canvi_climatic/Guies_calcul_emissions_GEH/150301_Guia-practica-calcul-emissions_sense-canvis_CA_v2.pdf>.

[10] World Bank. *Data-World Bank Country and Lending Groups* [en línia]. World Bank, 2015. [Consulta: Març 2017]. Disponible a:
<https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519#OEC_D_members>

[11] United Nations, Department of Economic and Social Affairs. *World Population Prospects [en línia]: 2015 Revision, Key findings and Advanced Tables*. New York: United Nations, 2015. [Consulta: Març 2017]. Disponible a:
<https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf>.

[12] UNFCCC. *Paris Agreement. A: 21st Conference of the Parties* [en línia]. 2015. [Consulta: Abril 2017]. Disponible a:
<http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf>.