



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**ESTUDI I ANÀLISI DEL VECTOR ENERGÈTIC D'HONDURES I  
ESCENARIS D'EMISSIONS FUTURES**



**Memòria i Annexos**

**Autor:** Elisabet Toro Vidiella  
**Director:** Albert Turon Florenza  
**Co-Director:** Olga Alcaraz Sendra  
**Departament:** FIS  
**Convocatòria:** Gener 2019



## Resum

Aquest projecte treballa en l'anàlisi de sector energètic d'Hondures i les seves emissions de CO<sub>2</sub> associades, provinents de l'ús de diferents combustibles fòssils, actuals i de perspectiva futura. Aquesta anàlisi es realitzarà a través de l'evolució històrica del vector energètic del país, des del 1990 fins al 2016, i relacionant aquesta amb l'evolució dels factors conductors del canvi climàtic pel mateix període de temps. Posteriorment es realitzarà una sèrie d'estudis de projecció futura del vector energètic, i les emissions de CO<sub>2</sub> associades a aquest, en el 2050. Aquests escenaris es classificaran en dues categories, aquell que seguirà una tendència basada en l'històric, anomenat *Business As Usual* (BAU), i aquells que basaran les seves projeccions en variacions dels diferents factors conductors del canvi climàtic buscant la reducció de les emissions de CO<sub>2</sub>.

Observant els resultats obtinguts en l'anàlisi de l'històric, s'ha conclòs que, tant l'alteració del vector energètic com l'alteració dels diversos factors conductors, tenen efectes significatius en el resultat final de les emissions. En l'estudi dels escenaris de futur s'ha arribat a la conclusió que, si Hondures compleix amb els compromisos exposats a la NDC (*Nationally Determined Contributions*), el seu vector energètic tendirà a un increment positiu de les energies renovables, però, per tal d'implementar aquest canvi conjuntament amb un desenvolupament econòmic, s'haurà d'aplicar un canvi de paradigma cap a una societat energèticament més eficient.

## Resumen

Este proyecto trabaja en el análisis del sector energético de Honduras y sus emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas, procedentes del uso de distintos combustibles fósiles, actuales y de prospectiva futura. Este análisis se realizará a través de la evolución histórica del vector energético del país, desde 1990 hasta el 2016, y relacionando ésta con la evolución de los factores conductores del cambio climático por el mismo periodo de tiempo. Posteriormente se realizarán una serie de estudios de proyección futura del vector energético, y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a este, en el 2050. Estos escenarios se clasificarán en dos categorías, aquel que seguirá una tendencia basada en el histórico, nombrada *Business As Usual* (BAU), y aquellos que basaran sus proyecciones en variaciones de los distintos factores conductores del cambio climático, buscando la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Observando los resultados obtenidos del análisis del histórico, se ha concluido que, tanto la alteración del vector energético como la alteración de los diferentes factores conductores, tienen efectos significativos en el resultado final de las emisiones. En el estudio de los escenarios de futuro se ha llegado a la conclusión que, si Honduras cumple con los compromisos manifestados en la NDC (*Nationally Determined Contributions*), su vector energético tenderá a un incremento positivo de las energías renovables, pero, con tal de implementar este cambio juntamente con el desarrollo económico, se deberá de aplicar un cambio de paradigma hacia una sociedad energéticamente más eficiente.

## Abstract

This project works on the analysis of energetic sector of Honduras and his associated emissions of CO<sub>2</sub>, coming from the use of different fuels fossils, current and prospects. This analysis will be realized through the historic evolution of the energetic vector of the country, since 1990 until 2016, and relating it with the evolution of the conductive factors of climatic change for the same period of time. Later will be realized some future projections studies of the energetic vector, and the CO<sub>2</sub> emissions associated with, at 2050. These scenarios will be classified on two categories, one that will track a trend based on the historic, named Business as Usual (BAU), and those that will base his projections on variations of different conductive factors of climatic change, reaching a reduction of CO<sub>2</sub> emissions.

Observing the results obtained from the analysis of the historic, it has been concluded that, both alteration of the energetic vector and alteration of the different conductive factors, have significant effects on the final results of emissions. In the study of future scenarios, it has been concluded that, if Honduras accomplish with the commitments exposed at NDC (Nationally Determined Contributions), his energetic vector will tend on a positive rise of renewable energies, but for such to be implemented jointly with an economic development, will be necessary to apply a change of paradigm to an energetically more efficient society.





## **Agraïments**

M'agradaria agrair l'ajuda prestada pel meu director del treball, Albert Turon, i la meva codirectora, Olga Alcaraz, en tota la realització del treball. Els seguiments del treball i el suport donat per tirar endavant el projecte amb noves propostes i ajudes en tots aquells àmbits de desconeixença han estat indispensables per a la finalització d'aquest.

També m'agradaria agrair al professor Josep Xercavins, inicial director del treball, per la proposta d'aquest i les directrius inicials donades per començar el TFG.







# Índex

<b>RESUM</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>III</b>
<b>AGRAÏMENTS</b>	<b>V</b>
<b>1. PREFACI</b>	<b>9</b>
1.1. Motivació .....	9
1.2. Objectius del treball .....	9
1.3. Abast del treball .....	10
<b>2. INTRODUCCIÓ GENÈRICA</b>	<b>11</b>
2.1. Efecte hivernacle i Escalfament Global .....	11
2.2. Actuacions internacionals .....	14
2.2.1. IPCC .....	14
2.2.2. UNFCCC .....	16
<b>3. INTRODUCCIÓ A HONDURES</b>	<b>21</b>
3.1. Caracterització del país .....	21
3.1.1. Geografia .....	21
3.1.2. Població .....	22
3.1.3. Economia .....	24
3.1.4. Sector Energètic .....	25
3.2. Anàlisi de vulnerabilitat .....	26
3.3. Estratègies de Mitigació i Adaptació .....	27
3.4. Compromisos respecte a la UNFCCC .....	29
3.5. INGEI 2000 .....	30
<b>4. ANÀLISI DE DADES</b>	<b>34</b>
4.1. Selecció de dades .....	34
4.2. Evolució històrica .....	36
4.2.1. Vector Energètic .....	36
4.2.2. CO <sub>2</sub> .....	40
4.2.3. Població .....	41
4.2.4. Producte Interior Brut .....	42

---

4.3. Indicadors i Factors de Kaya .....	43
<b>5. ESCENARIS DE FUTUR _____</b>	<b>49</b>
5.1. Mètodes de projecció i anàlisi.....	50
5.2. Escenari BAU.....	52
5.3. Escenari 1: NDC.....	60
5.4. Escenari 2: PIB.....	64
5.5. Escenari 3: I <sub>C</sub> + PIB.....	65
5.6. Escenari 4: I <sub>E</sub> .....	67
<b>6. ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL _____</b>	<b>70</b>
<b>CONCLUSIONS _____</b>	<b>71</b>
<b>PRESSUPOST _____</b>	<b>75</b>
<b>REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES _____</b>	<b>77</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA _____</b>	<b>80</b>
<b>ANNEXES _____</b>	<b>81</b>

# 1. Prefaci

## 1.1. Motivació

El motiu principal de l'elecció d'aquest treball va ser la seva temàtica sobre el canvi climàtic. Després de cursar l'assignatura de Canvi Climàtic: Ciència, Energia, Economia, Política i Futur, la qual vaig decidir cursar per un interès personal en la temàtica de l'assignatura, em vaig adonar de la profunditat real del canvi climàtic, i com la seva mitigació era més complexa que una simple reducció en l'ús d'energies, que anava acompanyada per un important factor socioeconòmic. Posteriorment, en cursar un semestre d'estudis sobre enginyeria mediambiental a Finlàndia, vaig decidir definitivament, realitzar el meu TFG en aquest àmbit, i poder aprofundir encara més ell.

## 1.2. Objectius del treball

L'elaboració d'aquest treball respon a una sèrie d'objectius, el principal dels quals és projectar i analitzar escenaris de futur del vector energètic d'emissions i dels factors conductors de la identitat de Kaya d'Hondures. Aquest objectiu busca poder determinar l'evolució del país fins l'any 2050 relacionant la seva evolució amb diferents situacions de comportament.

A més a més també busca assolir els següents objectius teòrics:

- Estudiar la realitat socioeconòmica i energètica del país a través de l'anàlisi de la seva situació actual i l'evolució històrica des del 1990.
- Situar el comportament actual i projectat d'Hondures respecte a alguns valors de referència mundials i d'Espanya.
- Observar la relació dels diferents factors de Kaya en la progressiva evolució de les emissions, i com la influència entre ells pot variar la situació energètica del país.
- Aplicar aquesta relació per obtenir escenaris de futur alternatius i analitzar-los des d'una perspectiva de mitigació del canvi climàtic.
- Determinar la resposta actual d'Hondures als compromisos realitzats a la UNFCCC. També s'espera determinar els efectes de reducció d'emissions pel 2050 si es compleixen amb els compromisos establerts.

Més enllà dels objectius teòrics del treball, en l'elaboració d'aquest, també es cerca una millora en les capacitats d'obtenció de dades, provinents de fonts oficials i fiables, i l'anàlisi i síntesi d'aquestes, així

com el perfeccionament de les habilitats en l'ús del full de càlcul Excel. Com a punt afegit, aquest treball també busca conèixer diferents mètodes de projecció i anàlisi de dades.

### **1.3. Abast del treball**

En la realització d'aquest treball es duu a terme una anàlisi en profunditat de les emissions de diòxid de carboni provinents dels sector energètic d'Hondures. L'estudi consisteix en determinar la procedència d'aquestes emissions i la seva evolució històrica, així com la seva projecció futura segons diferents hipòtesis socials i de mitigació d'emissions. Més enllà d'un anàlisi introductori inicial, l'estudi històric i les projeccions de futur de la resta de gasos d'efecte hivernacle i de sectors queden fora de l'abast del treball.

Els escenaris de futur es centren en la projecció del vector energètic i altres factors conductors del canvi climàtic segons un escenari tendencial BAU i altres escenaris alternatius basats en diferents hipòtesis. Les polítiques o accions de mitigació proposades, així com els compromisos d'Hondures amb la UNFCCC, queden expressats als escenaris com a variacions dels factors de Kaya.

## 2. Introducció Genèrica

La terra està rodejada per una sèrie de gasos, els quals anomenem genèricament com a aire, que formen l'atmosfera terrestre, i és la capa menys densa del planeta terra. Aquesta està retinguda per la força de la gravetat, i és de vital importància perquè ens protegeix de part de la radiació solar, manté la temperatura terrestre dins d'un rang estable i els gasos que la formen són els que permeten, entre altres coses, la vida d'organismes més complexos, com són les plantes i els animals.

Els gasos que formen l'atmosfera terrestre són majoritàriament el nitrogen, l'oxigen i l'argó. La resta de gasos traça, també anomenats gasos d'efecte hivernacle (*Green House Gases*, GHG), entre els quals trobem diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), metà (CH<sub>4</sub>), hidrogen (H<sub>2</sub>), òxid nitrós (N<sub>2</sub>O) i vapor d'aigua (H<sub>2</sub>O).

L'atmosfera es subdivideix en cinc capes:

- La troposfera és la capa en contacte amb la superfície terrestre i s'estén fins als 6-20 km. En aquesta capa és on produeixen els fenòmens meteorològics.
- L'estratosfera és la capa que s'estén des del límit superior de la troposfera, la tropopausa, fins a aproximadament uns 50 km. A l'estratosfera és on trobem la capa d'ozó, on es concentra la major part de l'ozó de l'atmosfera, i és la responsable d'impedir el pas de la radiació ultraviolada.
- La mesosfera s'estén des de l'estratopausa fins a uns 85 km de la superfície de la terra i és capa més freda de l'atmosfera.
- La termosfera s'estén des de la mesopausa fins a uns 690 km. Dins d'aquesta capa, a uns 100 km de la superfície aproximadament, és on es marca la línia de Karman per la baixa densitat de l'aire. A efecte astronòmic la línia imaginària de Karman estableix el límit amb l'espai exterior.
- Finalment trobem l'exosfera, que es coneix com la capa de trànsit amb l'espai exterior, i és on orbiten la major part dels satèl·lits meteorològics.

### 2.1. Efecte hivernacle i Escalfament Global

Inicialment s'ha de fer una diferenciació entre l'efecte hivernacle natural, responsable d'escalfar la superfície terrestre a una temperatura mitjana de 15 °C, i l'efecte hivernacle antropogènic, causat per l'efecte del desenvolupament humà.

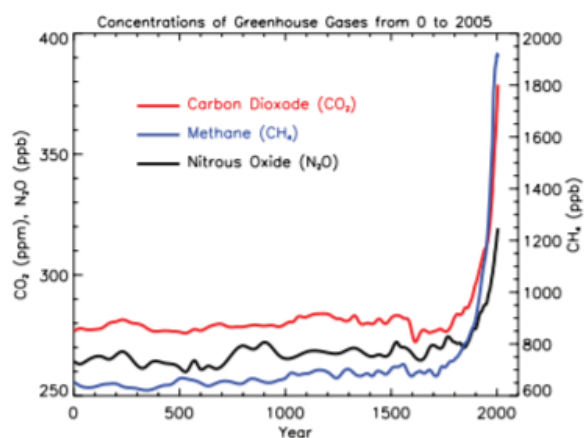
L'efecte hivernacle natural és creat per les ones de radiació solar que arriben a la superfície de la terra, que comprenen l'espectre de llum visible (VIS), la radiació infraroja (IR) i una part de la ultraviolada

(UV). Una part de la radiació solar emesa és reflectida per l'atmosfera, i la resta és reflectida o absorbida per la superfície terrestre, escalfant-la. L'energia absorbida és reemesa com a radiació infraroja a l'atmosfera, i part d'aquesta és altre cop reflectida a la superfície terrestre per la troposfera i els gasos d'efecte hivernacle.

Però a causa de l'activitat humana, i més concretament a les emissions de CO<sub>2</sub> produïdes per la crema de combustibles fòssils, s'està canviant el balanç natural de l'efecte hivernacle.

L'efecte hivernacle antropogènic és aquell creat per l'increment de la concentració de CO<sub>2</sub>, i altres gasos d'efecte hivernacle, en l'atmosfera i l'aigua, que absorbeixen i reemetten la radiació tèrmica infraroja impeding que retorni a l'espai i provocant un forçament radiatiu. L'obertura dels embornals naturals creats pel cicle de carboni en els boscos, oceans i sòls també ha creat un greu desequilibri natural, ja que eren responsables d'una gran part de l'absorció de carboni i mantenien un balanç entre els ecosistemes. Aquest desequilibri de l'efecte hivernacle natural provoca un progressiu augment de la temperatura mitjana a la superfície de la terra, el que avui en dia coneixem com a canvi climàtic i escalfament global.

L'increment en la concentració dels GHG, en especial el CO<sub>2</sub>, és degut a l'augment exponencial de la crema de combustibles fòssils i la desforestació dels boscos, un dels embornals de carboni naturals, des de la revolució industrial. Un altre de les causes principals de l'alta concentració de GHG, en aquest cas de metà i òxid nitrós, és l'augment de l'agricultura i la ramaderia, necessari per mantenir la població que segueix creixent de forma exponencial.



**Figura 2.1.** Concentració atmosfèrica dels GHG més importants fins al 2005 (Font: AR4, IPCC (1))

Cada GHG té una duració i un efecte en l'atmosfera diferent, per això es determina la seva contribució en el forçament radiatiu segons el potencial d'escalfament global (*Global Warming Potencial, GWP*) propi de cada gas, que expressa el potencial d'escalfament global determinat comparat amb el CO<sub>2</sub> pel

mateix període de temps. Gràcies a això és possible comptabilitzar en unitats de CO<sub>2</sub>-eq les emissions totals de gasos d'efecte hivernacle per un mateix període de temps.

	Lifetime (years)		GWP <sub>20</sub>	GWP <sub>100</sub>	GTP <sub>20</sub>	GTP <sub>100</sub>
CH <sub>4</sub> <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	No cc fb	84	28	67	4
		With cc fb	86	34	70	11
HFC-134a	13.4	No cc fb	3710	1300	3050	201
		With cc fb	3790	1550	3170	530
CFC-11	45.0	No cc fb	6900	4660	6890	2340
		With cc fb	7020	5350	7080	3490
N <sub>2</sub> O	121.0 <sup>a</sup>	No cc fb	264	265	277	234
		With cc fb	268	298	284	297
CF <sub>4</sub>	50,000.0	No cc fb	4880	6630	5270	8040
		With cc fb	4950	7350	5400	9560

Figura 2.2. GWP dels gasos d'efecte hivernacle (CO<sub>2</sub> no inclòs) (Font: AR5 (2))

Algunes de les conseqüències del canvi climàtic, que ja són reals actualment, són (3):

- L'augment dels fenòmens climatològics externs.
- L'augment de la temperatura mitjana del planeta.
- La desglaciació dels casquets polar i l'augment del nivell del mar.
- L'acidificació dels oceans.
- La destrucció d'ecosistemes.

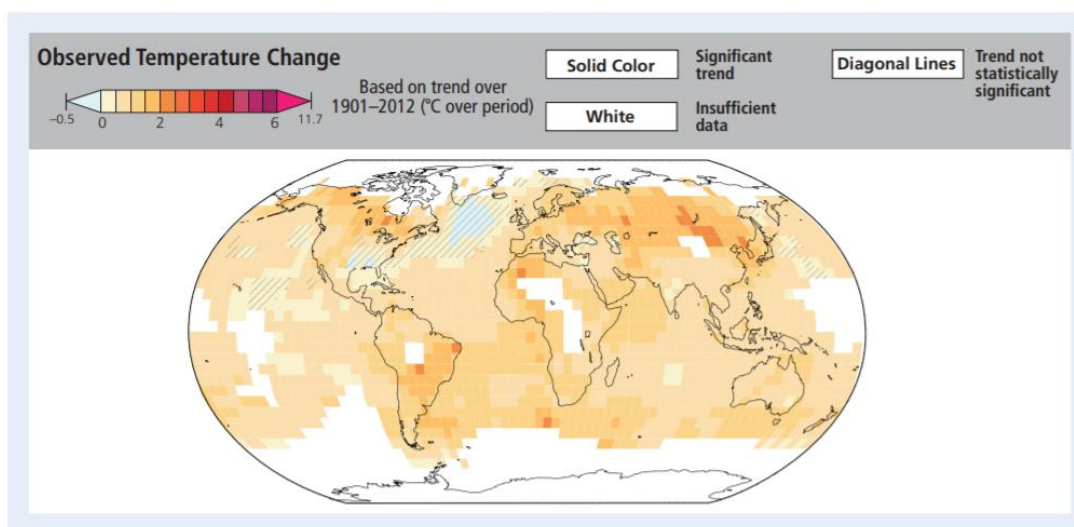


Figura 2.3. Mitjana anual observada del canvi de temperatura a la superfície de la terra (Font: AR5, IPCC(4))

## 2.2. Actuacions internacionals

El 1945, arran de les guerres mundials i els conflictes internacionals, es va crear la ONU (Organització de les Nacions Unides) com una organització d'estats fonamentada en el principi d'igualtat sobirana entre països i amb l'objectiu de treballar conjuntament en temes de problemàtica global. Donat que llavors ja molts experts parlaven dels afectes que podien tenir en el medi ambient l'emissió descontrolada de certs gasos a l'atmosfera i es començaven a detectar algunes de les conseqüències del canvi climàtic, el 1972 va tenir lloc la primera Conferència de les Nacions Unides pel Medi Ambient (Cimera de la Terra d'Estocolm), que va tenir com a resultat la creació del Programa de les Nacions Unides pel Medi Ambient (*United Nations Environment Programme*, UNEP) com a organisme de coordinació de les activitats ambientals.

### 2.2.1. IPCC

Una de les accions del programa va ser la creació del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) (5), juntament amb l'Organització Meteorològica Mundial (*World Meteorological Organization*, WMO). L'IPCC es va establir el 1988 com a organisme encarregat de redactar els informes d'avaluació (*Assessment Report*, AR) de les bases científiques del canvi climàtic, des de l'impacte, les causes i potencials riscos fins a les opcions per la seva adaptació i mitigació.

Actualment l'IPCC ja ha publicat 5 *Assessment Reports*, informes especials, i diversos informes metodològics de guia per l'inventari de gasos d'efecte hivernacle. El primer informe d'avaluació (*First Assessment Report*, FAR) es va publicar el 1990, el SAR (*Second Assessment Report*) el 1995, el TAR el 2001, l'AR4 el 2007 i l'últim (*Assessment Report 5*, AR5) el 2014. L'últim informe, presentat l'octubre de 2018, és l'informe especial anomenat *Global Warming of 1,5 °C*, i s'espera l'AR6 pel 2020.

Tots els *Assessment Reports* estan organitzats i publicats en 3 grups de treball (*Working Groups*, WG):

- WGI: El grup de treball I s'encarrega de l'avaluació de la ciència física que secunda el canvi climàtic actual, passat i futur. Més concretament engloba els GHG i l'aerosol de l'atmosfera, els canvis de temperatura dels diferents medis i els fenòmens meteorològics que això provoca, d'entre altres coses.
- WGII: El grup de treball II avalua els impactes, adaptacions i vulnerabilitats del canvi climàtic a escala global i regional. El seu objectiu és el de proporcionar un informe que resumeixi aquests impactes tant en els ecosistemes ambientals com a la societat i les seves cultures, i fins a quin punt es poden adaptar a aquest canvi.



- WGIII: El grup de treball III és el responsable d'avaluar la mitigació del canvi climàtic a través de proporcionar mètodes de reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle en els diferents àmbits de la societat i mètodes per eliminar aquests gasos de l'atmosfera.

Finalment, la majoria dels AR compten amb un últim informe de resum.

El 2000 l'IPCC també va publicar un informe especial sobre escenaris de futur (*Special Report on Emissions Scenarios, SRES*), on es descriuen possibles escenaris d'emissions que servien base per les projeccions de gasos futures. Aquests escenaris no tenien en compte polítiques de mitigació o reducció d'emissions, sinó que simplement establien la línia base pels següents informes. A l'AR4, on es va començar a relacionar les concentracions de CO<sub>2</sub> equivalents amb l'augment de temperatura respecte als nivells preindustrials, ja es van introduir aquests escenaris d'emissions.

Però en l'últim informe publicat per l'IPCC el 2014, l'AR5, es van reemplaçar els escenaris del SRES pels RCP's (*Representative Concentrations Pathways*), on es defineixen les projeccions de les trajectòries de concentracions de GHG segons el nivell d'emissions. En aquest informe es van definir 4 escenaris RCP's per diferents models d'emissions degudes a l'activitat humana fins al 2100 respecte als nivells de concentracions preindustrials:

- El RCP2.6 és l'escenari que preveu una reducció de l'emissió de gasos més immediata, amb un pic d'emissions entre el 2010 i el 2020, seguint una trajectòria amb baixos nivells de concentracions de GHG.
- El RCP4.5 defineix una trajectòria amb més emissions que el RCP2.6, on l'augment d'aquestes seguirà aproximadament fins al 2040, i a partir d'allà començarà el seu declivi, a través de tecnologies i estratègies per eliminar aquests gasos, fins a l'estabilització del forçament radiatiu cap al 2100.
- En el RCP6.0 es considera una trajectòria semblant al RCP4.5, amb un pic de les concentracions de GHG més tardà, cap al 2080, i una estabilització del forçament radiatiu posterior al 2100, sense l'ajuda excessiva de tecnologies de retenció de gasos.
- L'última trajectòria definida és el RCP8.5, on es preveu que no hi haurà cap canvi en l'emissió de gasos d'efecte hivernacle respecte la trajectòria que s'ha seguit fins a l'actualitat, establint un camí amb alts nivells de concentracions de GHG.

En el primer escenari s'espera un augment de temperatura mitjà d'uns 2 °C, i en el pitjor escenari, el RCP8.5, s'espera un augment mitjà d'entre 3.8 °C i 6 °C de temperatura a l'hivern i a l'estiu respectivament. En la Figura 2.4 es poden observar dues representacions gràfiques de les projeccions del canvi de temperatura cap al 2100 mostrades a l'AR5 pels escenaris RCP2.6 i RCP8.5.

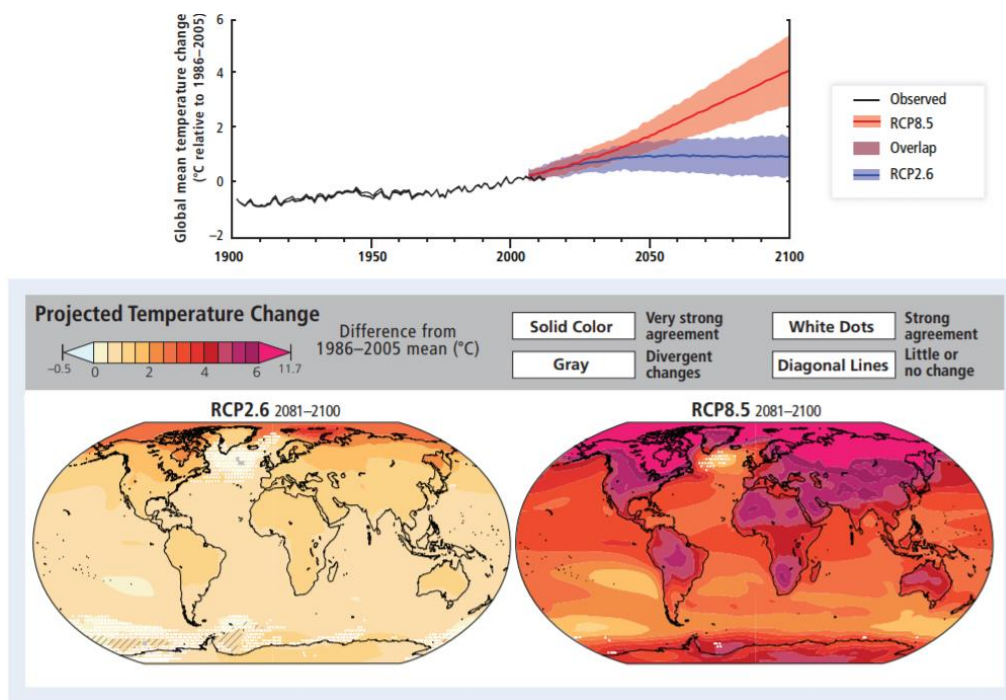


Figura 2.4. Projeccions del canvi de temperatura global a la superfície de la terra (Font: AR5, IPCC(4))

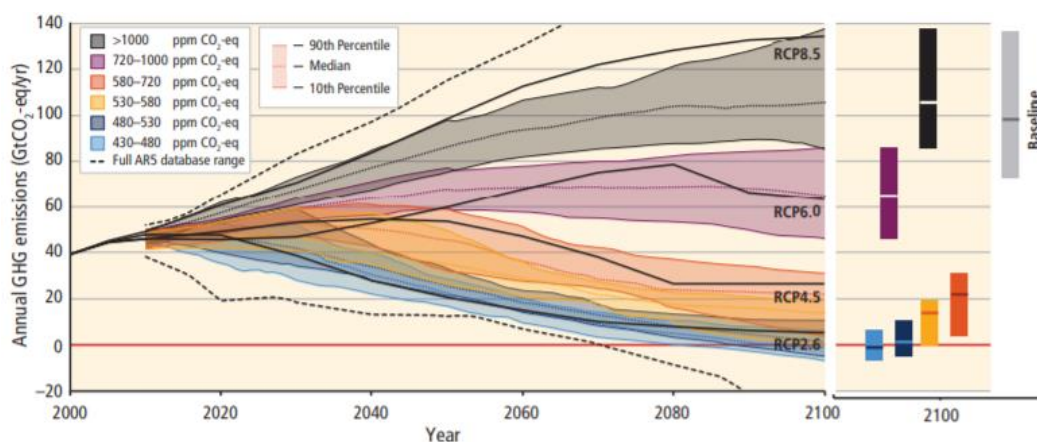


Figura 2.5. Trajectòria d'Emissions de GHG fins el 2100: Els RCP's (Font: AR5, IPCC(3))

### 2.2.2. UNFCCC

Dos anys després que surtis el FAR, l'assemblea general de la ONU van convocar la segona Conferència de les Nacions Unides pel Medi Ambient i Desenvolupament (Cimera de la Terra de Rio) a Rio de Janeiro, Brasil, el 1992. En aquesta assemblea es va aprovar i negociar, d'entre altres tractats, la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (*United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC), que establia, en el seu article 2 (6) com a objectiu de la convenció, l'estabilització de les concentracions de gasos d'efecte hivernacle a un nivell que impedis les

interferències antropògenes perilloses en el sistema climàtic. En els principis de la convenció, definits a l'article 3 (6), es declarava que totes les parts havien de protegir el sistema climàtic en benefici de les generacions presents i futures sobre les bases de la igualtat i de conformitat amb les seves responsabilitats comunes però diferenciades i les seves respectives capacitats. Aquestes responsabilitats solen estar diferenciades en tots els tractats de la UNFCCC entre els països inclosos en el seu Annex I, que són països desenvolupats i economies en transició, i el No Annex I, la resta de països. La convenció també incorpora l'Annex II, on s'inclouen els països desenvolupats i principals responsables de l'augment de les concentracions de GHG, com a parts necessàries per proveir suport econòmic i tècnic als altres països i que puguin implementar polítiques de mitigació i reduir les seves emissions. El 1994 la UNFCCC va tenir suficients ratificacions i va entrar finalment en vigor. Actualment 197 parts han ratificat i formen part de la UNFCCC.

Aquestes parts de la convenció, que són els Estats que l'han signat i ratificat, es reuneixen cada any a la Conferència de les Parts (*Conference of the Parties, COP*), que funciona com el màxim òrgan de decisió de la Convenció i és on es negocien i s'adopten totes les decisions i acords internacionals.

### **Protocol de Kyoto i COP15**

A la COP3 celebrada el 1997 a Kyoto, Japó, es va negociar i adoptar dins de la UNFCCC el Protocol de Kyoto (7), un acord internacional en el qual els països desenvolupats de l'Annex I es comprometien a reduir les seves emissions de GHG en un mínim del 5% de mitjana pel període 2008-2012, amb un compromís diferent per cada país segons les seves responsabilitats, respecte als nivells del 1990. Aquests compromisos de reducció es van incloure al nou Annex B de la UNFCCC. Per tal de la seva entrada en vigor havien de ratificar-lo els països responsables del 55% de les emissions de CO<sub>2</sub> com a mínim, que va passar el 2005 després de la ratificació de Rússia. L'únic país annexat que no va arribar a ratificar-lo mai, tot i que sí que el va signar, va ser Estats Units, tant pel primer com pel segon període. Suposadament el Protocol de Kyoto havia de tenir un segon període comprés entre el 2012 i el 2020, però mai ha entrat en vigor per falta de suport després de la retirada de països com el Canadà i Rússia.

Des de la COP13 celebrada a Bali, Indonèsia, el 2007 ja es va començar a parlar i negociar la Cimera de Copenhaguen, on es pretenia obtenir objectius i compromisos que reemplaçessin el Protocol de Kyoto, que acabava el 2012. Durant aquest període previ es va començar a negociar un full de ruta que culminés en un pacte vinculant a la Cimera de Copenhaguen i que seguís amb els objectius del Protocol de Kyoto per reduir les emissions de CO<sub>2</sub>. Com ja s'ha comentat, el mateix 2007 es va publicar l'AR4, on es presentava un escenari de futur en el qual l'augment de temperatura no superés els 2 °C limitant les emissions mundials pel 2050 en almenys el 50% respecte als nivells del 1990. El full de ruta que culminava en aquesta COP15 tenia l'objectiu de reduir les emissions de GHG per tal que no es superessin aquests 2 °C, i per tal de complir aquest objectiu es van separar les contribucions de

reducció d'emissions entre països de l'Annex I i països del No Annex I. Aquells que estaven inclosos en l'Annex I havien de comprometre's a reduir les seves emissions entre el 20 i el 40% pel 2020 i entre el 80 i el 95% pel 2050, i aquells que annexats al No Annex I entre el 10 i el 30% pel 2020 i entre el 40 i el 90% pel 2050, totes elles respecte als nivells del 1990. Aquesta distinció entre els països industrialitzats i els països en vies de desenvolupament és el que va portar al fracàs el pacte vinculant de la COP15 celebrada a Copenhaguen, Dinamarca, el 2009. Aquesta XV Conferència de les Parts, després de llargues discussions entre aquests països, va acabar finalment amb un text no vinculant que no tenia ni terminis ni objectius compromesos.

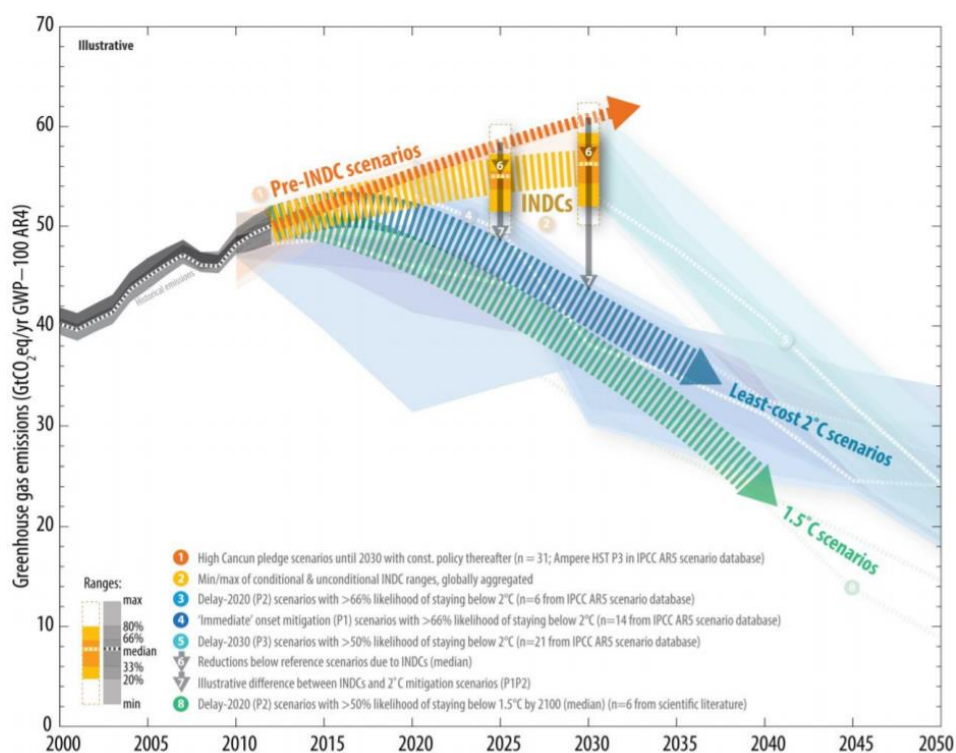
### **Acord de París**

Dos anys després de la Cimera del Clima de Copenhaguen es va dur a terme la XVII Conferència de les Parts a Durban, Sud Àfrica, per parlar d'un tractat o protocol que establís un contracte amb força vinculant dins de la UNFCCC amb la participació de totes les Parts per tal de limitar les emissions de carboni a l'atmosfera i minimitzar l'augment de la temperatura mitjana mundial en aquesta. Durant la conferència es va decidir que el procés d'elaboració del protocol o tractat es duria a terme pel Grup de Treball Especial sobre la Plataforma de Durban per una acció reforçada (*Ad Hoc Group on the Durban Platform for Enhanced Action, ADP*) i que hauria d'estar completat el 2015 per se adoptat a la XXI Conferència de les Parts i implementat pel 2020. Durant la COP19 l'ADP va introduir el concepte de les Contribucions Previstes Determinades a nivell Nacional (*Intended Nationally Determined Contributions, INDC*), un document on cada país havia d'expressar les seves contribucions de mitigació en l'àmbit nacional, oferint més llibertat perquè cada país apliqués les seves polítiques d'adaptació i mitigació segons les seves possibilitats i necessitats. Aquestes INDC's eren entregades el 2015 a la COP21 celebrada a París, França, juntament amb l'esborrany final presentat per l'ADP, com a base sobre la qual es pactava el que es va acabar firmant com a Acord de París (*Paris Agreement, PA*). En l'article 2 de l'Acord (8) s'estableix com a objecte d'aquest reforçar la resposta mundial a l'amenaça del canvi climàtic, en el context de desenvolupament sostenible i dels esforços per erradicar la pobresa, reflectint en tot moment l'equitat i el principi de les responsabilitats comunes però diferenciades i capacitats respectives, a través de:

- Mantenir l'augment de temperatura mitjana mundial molt per sota dels 2 °C, i seguir amb els esforços per limitar aquest augment de la temperatura a 1,5 °C, respecte dels nivells preindustrials en ambos casos.
- Augmentar la capacitat d'adaptació als efectes adversos del canvi climàtic i promoure la resiliència al clima i un desenvolupament amb baixes emissions de GHG.
- Situar els fluxos financers a un nivell compatible amb aquesta trajectòria.

L'Acord de París va entrar en vigor el 2016 <sup>1</sup>després de més de 55 països, les emissions conjuntes dels quals representen més del 55% de les emissions mundials, el ratifiquessin amb un inici del seu període d'implementació previst pel 2020, amb la finalització del segon període del Protocol de Kyoto.

La metodologia per tal d'assolir l'objectiu de l'article 2 es basa en les Contribucions Determinades a nivell Nacional (*Nationally Determined Contributions, NDC*), definides en el primer període com aquelles presentades en les INDC's, amb previsions de renovació cada 5 anys per contribucions cada cop més ambicioses, i poder aconseguir així que el pic d'emissions arribi al màxim al més aviat possible, tal com es planteja a l'article 4 de l'informe. A més a més l'Acord de París defineix també en el seu article 14 un mecanisme d'avaluació per veure en quin punt estem en la trajectòria cap als objectius, realitzat a través de balanços mundials periòdics cada 5 anys, amb el primer el 2023.



**Figura 2.6.** Comparació dels nivells de reducció d'emissions mundials resultants de l'aplicació de les INDC's respecte a les corresponents per els escenaris de temperatura de 2 i 1.5°C (Font: FCCC/CP/2016/2(9))

<sup>1</sup> Va entrar en vigor el 4 de Novembre del 2016, 30 dies després de la ratificació de l'Acord per part de la Unió Europea el 5 d'Octubre del 2018.

El 2016, després que s'haguessin presentat les INDC's es va elaborar un informe per veure quin nivell de reducció d'emissions representaven aquestes intencions de contribució, per tal de comparar-ho amb l'objectiu final d'evitar un augment de temperatura superior als 2 o 1.5 °C, en el qual es va poder observar que els objectius de contribució establerts a nivell mundial no eren suficients. A la Figura 2.6 es pot observar la gràfica dels diferents escenaris.

### 3. Introducció a Hondures

Després d'aquesta breu introducció al canvi climàtic i a les actuacions d'àmbit internacional per trobar-ne una solució, ens centrarem en el cas d'estudi concret del treball, la República d'Hondures. En aquest capítol es procedirà a comentar els aspectes generals d'Hondures per poder introduir posteriorment la seva situació dins de les polítiques climàtiques i les estratègies de mitigació.

Es considera necessari esmentar que moltes de les dades de les quals es fa menció o referència d'algun dels factors no estan actualitzades als darrers anys per falta de documentació recent.

#### 3.1. Caracterització del país

##### 3.1.1. Geografia

La República d'Hondures és un país situat a la part més ample de l'istme centreamericà, entre Nicaragua, el Salvador i Guatemala i delimitat pel mar del carib al nord i l'oceà pacífic al sud-oest. Hondures es divideix en 18 departaments, amb un governador propi per cada un d'ells designat pel president, càrrec que pertany a Juan Orlando Hernández actualment, i amb capital a Tegucigalpa.



Figura 3.1. Mapa geogràfic i de divisió política d'Hondures (Font: Segunda Comunicación Nacional (10))

Segons dades de la CIA (*Central Intelligence Agency*) (11) l'extensió territorial d'Hondures és de 112.090 km<sup>2</sup>, on predomina la regió muntanyosa situada a l'interior, que s'estén a més del 80% del territori, rodejada per les estretes planícies costaneres del nord, que donen a la costa caribenya i representen el 16% del territori nacional, i del pacífic, que comprenen el 2% del territori. La serralada centreamericana es divideix en tres grans regions a Hondures, l'oriental, la central i l'occidental, amb altures superiors als 2.000 metres sobre el nivell del mar.

Gràcies a la ubicació geogràfica del país Hondures compta amb una gran biodiversitat, tant de flora com de fauna. La CIA estimava que el 2011 el 45,3% del territori estava cobert per boscos i el 28,8% a terra agrícola, utilitzada tant per cultius com per la ramaderia. Tot i això, a causa de l'augment de la població i l'ús de la llenya per les cases Hondures ha anat reduint els últims anys la població vegetal i animal del territori.

Hondures, igual que la resta de països de l'istme centreamericà, té un clima tropical, més calorós a les terres baixes i més fred a mesura que es va elevant. El seu règim de precipitacions és variable, d'entre 900-3300 mm segons la regió, diferenciat sobretot entre les terres muntanyoses, on hi plou menys, i la zona costanera del país. La costa nord, que dona al mar del Carib, hi ha un règim de precipitacions molt més contant, motiu pel qual és la principal zona on es concentra l'agricultura i la ramaderia. La costa de l'Atlàntic i la regió entre muntanyes té les estacions molt més diferenciades, amb una estació seca entre el setembre i l'abril i una estació plujosa entre maig i octubre.

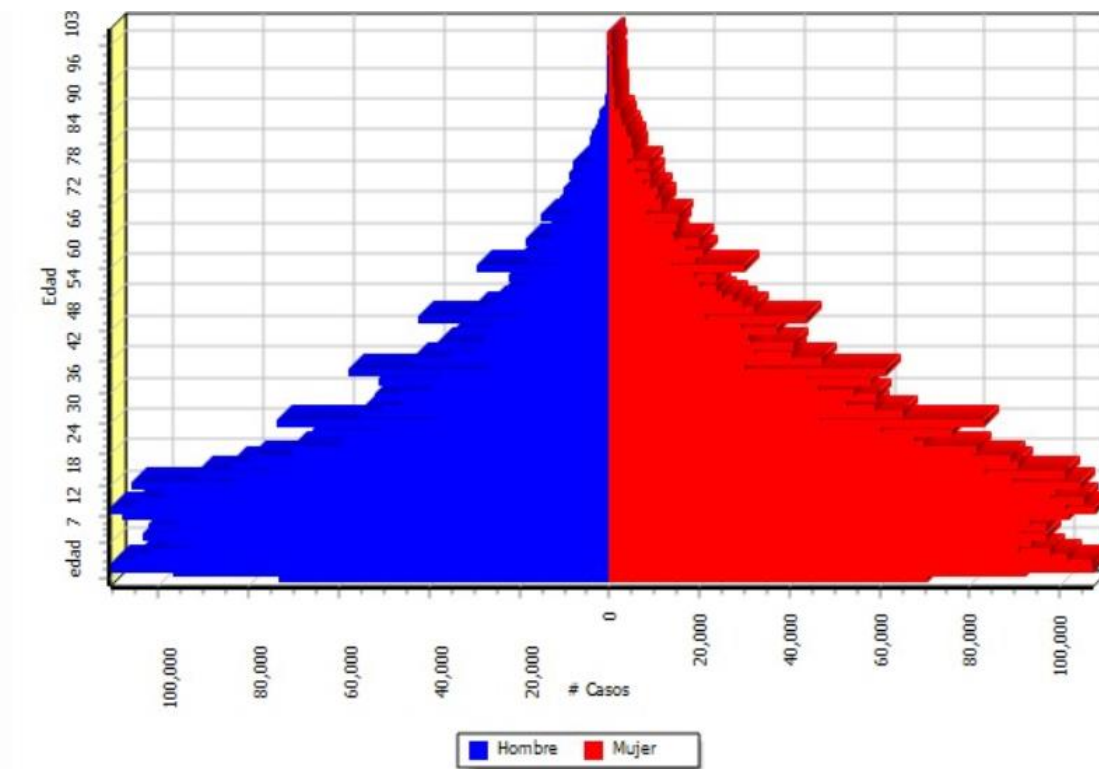
Segons la Segona Comunicació Nacional (SCN) (10) presentada per Hondures, el país està dividit en 19 conques hidrogràfiques, amb un cabal mig aproximat de 1,524 m<sup>3</sup>/s, que ofereixen un gran potencial hidroelèctric, mal aprofitat avui dia.

Tot i que en menor mesura, la capacitat solar, eòlica i geotèrmica del país també ofereix un potencial no poc significatiu, que s'ha començat a explotar en els darrers anys, però està encara lluny d'aprofitar tota la seva capacitat.

### **3.1.2. Població**

Segons l'Informe presentat pel Programa de les Nacions Unides pel Desenvolupament (*United Nations Development Programme*, UNDP) (12) Hondures ocupava el 2015 el lloc 130 de la llista sobre l'Índex de Desenvolupament Humà (*Human Development Index*, HDI), amb un valor de 0,625 i una taxa mitjana de creixement anual respecte el 1990 de 0,84, classificant-se com un país amb un desenvolupament humà mitjà.





**Figura 3.2.** Piràmide censal estructurada per sexe i edat de la població d’Hondures el 2013 (Font: INE (13))

Segons dades de la CIA el Juliol del 2018 la població s’estimava en 9.182.766 persones amb una piràmide pròpia dels països en desenvolupament, on la taxa més gran de població es troba entre els joves, i va decreixent ràpidament amb l’edat, tal com es mostra a la Figura 3.2 Hondures és un país amb una taxa de natalitat molt gran, del 2,5% el 2015 respecte a el 2010 (12), però té una de les taxes de mortalitat més altes a escala mundial, per culpa del poc desenvolupament sanitari i a l’alta inestabilitat social.

Cal destacar també que Hondures és un dels països més pobres d’Amèrica Llatina, amb el 62,8% de la població vivint per sota del llindar d’ingressos segons dades de l’informe de l’UNDP (12), dels quals el 20,7% en pobresa extrema. Un clar exemple de la situació de pobresa del país és que només 4 de cada 5 habitatges tenen accés a aigua potable, i d’aquests, un tant per cent significatiu l’extret de pous.

La població hondurenya està repartida entre les zones rurals, on es pot trobar l’índex més gran de pobresa del país, i les zones urbanes. Fins fa pocs anys la major part de la població vivia a les zones rurals, on es vivia de l’agricultura, principal font d’ingressos del territori nacional. A causa de la disminució de l’agricultura i els seus llocs de treball, i l’augment de la indústria, la població ha començat a migrar cap a les zones urbanes, que el 2015 ja situava el 54,7% de la població total.

Finalment, cal destacar també la necessitat del país d'aprofundir en els àmbits de l'educació i la salut, sector en els quals s'ha incrementat el nombre de recursos destinats els últims anys, però que continuen representant una gran problemàtica en l'evolució del país.

### 3.1.3. Economia

Com ja s'ha comentat Hondures és un país que viu en un gran índex de pobresa, i on la riquesa del país està distribuïda de forma extremadament desigual, amb una gran part de la població des empleada. El seu producte interior brut per càpita el 2017 segons dades de la CIA (11) s'estimava en 5.600 \$, en constant de 2017, situant-se en el número 170 de la classificació dels països segons el nivell de riquesa.

Hondures ha depès econòmicament de l'agricultura durant molts anys, per la gran capacitat de recursos disponibles del país, principalment provinents dels productes de cafè, banana, pinya, meló, peixos, oli de palma i sucre d'entre altres. En l'estratègia presentada per l'Institut Interamericà de Cooperació per l'Agricultura (IICA) (14) s'exposa que el sector agropecuari va contribuir el 2013 en el 12,5% del PIB del país, i en un 28% d'aquest si es junta amb els productes agroindustrials. Segons l'IICA aquest sector continua sent el motor principal de creixement de l'economia hondurenya, ja que ajuda en la reducció de la malnutrició i en la generació de llocs de treball<sup>1</sup>. El 2013 les exportacions de productes agropecuaris representaven el 64,8% de les exportacions del país, valor molt important per la seva economia, però que es va veure reduït pràcticament en un 10% respecte a les exportacions del 2007. Els últims anys, gràcies a una millora de les relacions internacionals i de la productivitat del país, Hondures ha augmentat el seu nivell d'exportacions, tot i que els principals socis comercials segueixen sent els Estats Units i la resta de països centreamericans.

Hondures també depèn en un percentatge molt significatiu de les importacions de cereals, combustibles i altres matèries primeres per l'ús industrial, que han vist un considerable augment en els darrers anys.

Actualment la indústria ha anat agafant més i més força, i és la principal causa de la migració de la població hondurenya cap a les zones urbanes del país. Tot i això el sector industrial no està

---

<sup>1</sup> Segons l'enquesta d'habitatges del INE2011 realitzada el 2011 el 35,5% de la població econòmicament activa treballava en el sector agropecuari.

extensament desenvolupat, sinó que està centrat principalment en les operacions de *maquila*, la producció tèxtil i el processament de productes agrícoles.

El sector forestal també és part essencial de l'economia local de país, que proporciona una de les majors ofertes laborals, així com el sector turístic, un dels principals recursos a explotar per augmentar la seva economia.

HONDURAS: PRINCIPALES INDICADORES ECONÓMICOS									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 a/
	<b>Tasas de variación anual b/</b>								
Producto interno bruto total	-2,4	3,7	3,8	4,1	2,8	3,1	3,8	3,8	4,8
Producto interno bruto por habitante	-4,3	1,8	2,0	2,3	1,1	1,4	2,2	2,2	3,3
<b>Producto interno bruto sectorial</b>									
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	-1,9	1,8	6,5	10,7	3,4	2,8	2,6	4,6	10,7
Explotación de minas y canteras	-0,9	-4,0	-10,6	-3,2	-6,8	-8,3	-1,0	3,4	10,9
Industrias manufactureras	-8,1	4,5	4,4	1,8	3,4	3,0	3,9	2,9	4,0
Electricidad, gas y agua	4,3	-0,2	3,6	2,9	-2,5	1,6	8,8	3,7	3,6
Construcción	-13,3	-2,4	4,4	2,4	-2,5	-9,6	2,3	6,4	7,8
Comercio al por mayor y al por menor, restaurantes y hoteles	-10,5	3,4	4,2	3,8	2,1	2,1	3,1	3,3	3,4
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	8,8	7,4	6,6	5,9	4,7	4,4	4,2	3,7	3,9
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	0,1	5,7	6,2	5,1	4,1	6,8	7,9	7,1	6,1
Servicios comunales, sociales y personales	6,1	3,2	0,6	2,6	3,2	1,5	1,6	1,8	2,4

Figura 3.3. Principals Indicadors Econòmics d'Hondures (Font: CEPAL (15))

Segons dades de la Comissió Econòmica per Amèrica Llatina i el Carib (CEPAL) (15), la taxa d'atur el 2017 va disminuir un 0,7% respecte a el 2016, situant-se al 6,7%. Les zones urbanes, en mantenir una major concentració de gent, aquesta taxa és més gran.

### 3.1.4. Sector Energètic

Tal com indica l'informe de la Universitat Tecnològica Centreamericana (16) Hondures, tot i la seva situació econòmica, té un enorme potencial d'autoabastiment, gràcies als recursos hídrics, solars, eòlics i geotèrmics de país. Però, donat que aquest potencial encara no està ben aprofitat, també compta amb el mercat elèctric centreamericà, que disposa de diverses línies de connexió de 230kV amb els mercats elèctrics de la regió centreamericana i Mèxic i funciona a través del Sistema d'Interconnexió Elèctrica dels Països d'Amèrica Central (SIEPAC). Tot i això el sector energètic hondureny està format en la seva majoria pels combustibles fòssils, importats dels Estats Units, Veneçuela i Equador i la biomassa, responsable en part del problema de desforestació del país.

Dins del sector de l'electricitat la principal empresa distribuïdora, que és l'empresa pública de l'estat que fins al 1993 s'encarregava en exclusiva de la producció d'energia, és la ENEE (*Empresa Nacional de Energía Eléctrica*). La ENEE, a causa d'una mala gestió econòmica per la compra de combustibles fòssils, s'ha mantingut en un dèficit financer permanent durant molts anys. A més a més, com indica l'informe

del *World Bank* (17), aquest dèficit s'ha vist incrementat per les múltiples pèrdues elèctriques, degudes principalment al furt, el frau i a les connexions il·legals. Per aquests dos motius Hondures és un dels països de Centreamèrica amb un percentatge de cobertura elèctrica més baix el 2016, amb un valor del 75,12% segons un informe de la CEPAL (15). En el mateix informe de la CEPAL, es descriu el sector rural com el més afectat per la poca cobertura elèctrica de les xarxes d'electrificació, ja que només el 65,15% de la seva població tenia accés a l'electricitat el 2016, fet que impossibilita en gran mesura el desenvolupament d'aquestes zones. A causa d'això, els darrers anys s'han començat a incentivar projectes d'energia solar en les regions rurals perquè puguin abastir-se de forma autònoma. Comparativament, el 82,75% de la població urbana tenia cobertura elèctrica el 2016, valor que segueix sent molt baix en el segle XXI.

En el sector de la producció d'energia elèctrica inicialment tota ella provenia de les fonts de producció de la ENEE. A partir del 1993, degut a la profunda crisi econòmica de la ENEE, que li impossibilitava donar l'abast a la demanda total del país, es van començar a incorporar al mercat les empreses privades. Segons dades de la CEPAL, pel 2016, les empreses privades ja cobrien el 84,2% de la generació total d'Hondures.

### 3.2. Anàlisi de vulnerabilitat

Segons la Segona Comunicació Nacional (10) Hondures és considerat un dels països del món més vulnerables al canvi climàtic per la seva situació geogràfica, sotmesa a un creixement dels huracans i les inundacions durant la època de pluges i la sequera extrema durant l'època seca en els darrers anys, i les seves característiques socioeconòmiques, incapaces de sostenir les conseqüències provocades per l'augment d'aquests desastres. Hondures ha quedat greument afectat els darrers anys per l'increment de fenòmens meteorològics extrems, arribant a ser el tercer país més afectat pel canvi climàtic, classificant-se a l'Índex de Risc Climàtic Global de l'organització Germanwatch com el número 3.

Aquests fenòmens recurrents s'han registrat amb un percentatge del 85% en hidrometeorologies, corresponents a huracans i inundacions, d'un 9% en sequeres, d'un 4% en incendis i d'un 2% per temperatures extremes.

Els principals sectors detectats vulnerables a aquests canvis, deguts a les amenaces causades per l'increment de les temperatures extremes mitjanes, tant mínimes com màximes, sequeres de llarga duració i a esdeveniments extrems com intenses precipitacions, huracans, onades de calor o tempestes tropicals, segons l'estudi realitzat per experts publicat en l'Estratègia Nacional pel Canvi Climàtic (ENCC) (18) són:

- Recursos Hídrics: El sector dels recursos hídrics és vulnerable sobretot a l'increment de les sequeres a zones àrides o semiàrides i canvis en la temperatura mitjana del país. Aquests fenòmens amenacen la biodiversitat d'Hondures, tant de la flora i la fauna com de la població humana, ja que pot provocar una disminució significativa de la qualitat de l'aigua o de la seva disponibilitat pels diferents usos humans i de l'ecosistema. A més a més pot provocar inundacions o afectar el recurs per la producció d'energia hidroelèctrica. Aquests impactes es poden veure incrementats per la gran taxa de desforestació, els canvis en l'ús del sòl, resultat principal de la producció agrícola, pecuària, mineral i forestal, i la mala gestió dels procediments i proteccions en general.
- Agricultura, sòl i seguretat alimentària: Per culpa dels diversos canvis climàtics i als seus fenòmens extrems associats, l'agricultura pot perdre la productivitat dels cultius per la falta o excés d'aigua, la seva destrucció per malalties, plagues o forts vents o un estrès tèrmic per condicions climàtiques inviables pel seu desenvolupament. La potencial amenaça es veu incrementada pel continu augment de la demanda agrícola, insostenible en les zones rurals i forestals, i la consegüent desforestació i canvi en l'ecosistema del voltant. Els sistemes de reg procedents de pous salobres i l'extrema pobresa de les zones rurals tampoc afavoreixen a erradicar el problema.
- Boscos i biodiversitat: Aquests fenòmens poden alterar greument la biodiversitat dels ecosistemes d'Hondures, modificant des de la vegetació fins a l'hàbit de les espècies. Això pot provocar una alteració de la cadena tròfica, fins al punt de l'extinció d'algunes espècies i de l'augment de plagues i malalties. Les sequeres extremes també amenacen amb l'increment d'incendis en les zones forestals més seques.
- Marítimes i costaneres: Hondures depèn en bona part de la pesca, en el seu comerç nacional i internacional. Amb l'augment del pH de mar podria perdre part de la biodiversitat marina, i l'augment del nivell del mar i les inundacions podria provocar la pèrdua de la línia costanera i les àrees productives properes al mar, moltes de les quals estan destinades a la producció agrícola. La mala gestió dels residus, que degrada la qualitat de les aigües marines, i l'absència de criteris d'habitatges sostenibles són factors que incrementen els potencials riscos descrits.
- Salut Humana: Si ja la sanitat del país es considera deficient, amb l'increment dels desastres naturals augmentaran les malalties de transmissió vectorial, hídric i aèries d'entre altres, accentuades per la falta d'higiene provocada per una escassetat de l'aigua.

### 3.3. Estratègies de Mitigació i Adaptació

La ENCC, per tal d'adaptar-se a les diferents vulnerabilitats definides a l'apartat superior, més les derivades de la gestió de riscos i les infraestructures (especialment la hidroelèctrica), defineix una sèrie d'estratègies. Aquestes estratègies estan dividides en 15 objectius amb diferents mesures d'adaptació

per cada un d'ells. Els diferents objectius establerts, juntament amb la informació detallada dels instruments d'execució d'aquests, es poden trobar a l'últim informe publicat el 2010 (18).

Segons la primera NDC publicada (19), la República d'Hondures s'ha encaminat cap a l'establiment d'un marc normatiu institucional per la reducció de les vulnerabilitats esmentades i d'importància primordial per aconseguir adaptar-se a elles a la vegada que es lluita contra la pobresa a través d'un desenvolupament sostenible amb baixes emissions de carboni.

A més a més de l'Estratègia Nacional pel Canvi Climàtic, Hondures també ha desenvolupat i implementat la Llei del Canvi Climàtic, l'Estratègia de Seguretat Alimentària i Nutricional, el Pla d'Acció Nacional en Contra de Desertificació, l'Estratègia Nacional d'Adaptació al Canvi Climàtic pel Sector Agroalimentari, Salut i Cafeïcultura, el Pla d'Inversió del Canvi Climàtic, les Avaluacions de les Necessitats Tecnològiques i el Pla Nacional d'Adaptació d'entre altres projectes.

Actualment, el govern d'Hondures, juntament amb la *Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas* (SERNA), treballen en el desenvolupament dels següents projectes per la mitigació del canvi climàtic:

- Projecte REDD+ (*Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques*): L'objectiu del projecte climàtic internacional a Hondures és la de restaurar les àrees forestals del país, així com mantenir la biodiversitat de l'ecosistema, amb una reducció de les emissions de carboni, un augment de les reserves de carboni forestals i incentius de conservació i gestió sostenible. El projecte REDD+ també compta amb una estratègia contra la desforestació i per incentivar la reforestació de diferents àrees.
- *Paisajes Productivos*: El projecte *Paisajes Productivos* intenta reduir els impactes de la ramaderia mitjançant el maneig sostenibles de les zones de pastura i altres abordatges multisectorials.
- GAR Mercurio: El següent projecte es centra en el control i reducció del mercuri en la societat, principalment en el sector de la mineria i de la salut, amb la implementació d'un marc regulador i polítiques de gestió ambientals.
- *Mariono Costero*: Aquest projecte s'enfoca en la conservació de la biodiversitat marina a través de diferents sistemes operatius per incrementar la cobertura efectiva i la sostenibilitat productiva.
- Tercera Comunicació Nacional pel Canvi Climàtic: La tercera comunicació nacional té l'objectiu d'informar de l'estat de la implementació dels compromisos de la UNFCCC. En aquest informe també s'hi inclou l'informe d'actualització dels gasos d'efecte hivernacle (INGEI, *Informe Nacional de Gases de Efecto Invernadero*).

A més a més, després de la ratificació del PK el 2005, Hondures va implementar el *Mecanisme de Desenvolupament Limpio* (MDL) per reduir les emissions i poder generar Certificats de Reducció d'Emissions (CER) per tal de complir amb els compromisos establerts. Aquest mecanisme tenia l'objectiu d'incentivar el desenvolupament sostenible i la mitigació a baix cost dels països en desenvolupament. Actualment, Hondures segueix implementant el MDL a través de la incorporació de centrals generadores d'energia renovable, amb noves centrals ja en funcionament i molt projectes en tràmit o cerca de finançament, així com projectes per la gestió dels residus i l'eliminació del metà en sòls i aigües residuals. A l'informe de la CEPAL (20) sobre el monitoratge de l'eficiència energètica a 2018 s'informa de les millores en el sector de l'eficiència energètica i algunes de les centrals d'energia renovable ja en procés de construcció.

Però, tot i els recursos que s'han destinat als diferents programes per la mitigació i adaptació dels gasos d'efecte hivernacle, Hondures segueix sent un país amb una gran inestabilitat social, causada principalment pel gran índex de pobresa, i amb uns recursos financers insuficients per fer front a aquest desenvolupament sostenible amb baixes emissions de carboni. Per aquest motiu els avanços dels projectes exposats solen tenir un desenvolupament excessivament lent, i necessiten ajuda econòmica internacional per poder tirar endavant les diferents propostes plantejades.

### 3.4. Compromisos respecte a la UNFCCC

Després de la ratificació al Protocol de Kyoto, Hondures també es va sumar a la iniciativa contra el canvi climàtic proposada a la COP21, l'Acord de París, que va ratificar el 21 de setembre del 2016. El govern d'Hondures, a través de SERNA, va crear el Programa Nacional del Canvi Climàtic per complir amb els compromisos de la UNFCCC. Aquest programa és actualment l'encarregat de realitzar les comunicacions nacionals cada cert període de temps, informes que tenen l'objectiu de recopilar totes aquelles dades necessàries per informar de l'estat d'implementació dels compromisos i els informes d'actualització dels GHG. Actualment, tot i que el tercer informe INGEI ja està acabat, el publicaran conjuntament amb la Tercera Comunicació Nacional, que encara es troba en el 30% del seu total segons la pàgina web oficial del Programa Nacional del Canvi Climàtic (21).

Els compromisos d'Hondures respecte a la UNFCCC van ser publicats en la seva primera NDC (19), que es corresponia a la mateixa INDC, on Hondures es comprometia a reduir per el 2030 les emissions de diòxid de carboni, metà i òxid nitrós en un 15% respecte de l'escenari BAU (*Business As Usual*) en els sectors de l'energia, agricultura, residus i processos industrials en tot el territori nacional, així com a la reducció de llenya de les llars familiars en un 39% pel 2030 respecte de l'escenari BAU. A més a més es comprometia a l'aforestació o reforestació de 1 milió d'hectàrees de boscos pel 2030 en la seva lluita contra la desforestació.

El període d'implementació d'aquests compromisos es compren entre el 2012-2030, amb una revisió d'aquests cada 5 anys, començant després de la publicació de la Tercera Comunicació Nacional, encara en període de desenvolupament.

### 3.5. INGEI 2000

Com ja s'ha comentat en apartats superiors l'últim Inventari Nacional de Gasos d'Efecte Hivernacle (INGEI) es va publicar amb la SCN (10) d'Hondures, d'on s'ha extret la major part de la informació d'aquest apartat, i les seves dades són relatives als valors del 2000. Les dades restants s'han aconseguit del petit "avanç" de la Tercera Comunicació Nacional (TCN) i el seu INGEI corresponent (22) (amb dades actualitzades al període 2005-2015). Aquest document el va realitzar la SERNA a través del Programa Nacional de Canvi Climàtic i finançat pel Fons Global pel Medi Ambient (*Global Environment Facility*, GEF), part del UNDP.

Com a part del No Annex I Hondures utilitza pels càlculs de les emissions les directrius marcades per l'IPCC en la seva guia per els inventaris de GHG (23). Tots els càlculs reportats en el document s'han trobat utilitzant el mètode 1 (*Tier 1*) proposat per la mateixa guia de l'IPCC.

En la realització del INGEI Hondures va separar les dades en els següents sectors:

- Energia: El sector de l'energia incloïa la Indústria Energètica, la producció em plantes tèrmiques, l'auto producció a partir de biomassa sòlida, les Indústries Manufactureres i de Construcció, l'aviació nacional i internacional, el transport per carreteres i marítim i l'ús residencial de llenya, GLP (Gas líquid de Petrolí) i Querosè.
- Agricultura: El sector de l'agricultura incloïa la fermentació entèrica, el tractament de femtes, el cultiu d'arròs, els sòls agrícoles i la crema prescrita de sabanes i residus agrícoles.
- Processos Industrials: El sector de processos industrials incloïa la producció de ciment i cal, la utilització de pedra calcària i dolomita, els usos emissius dels carbonats, la producció de minerals variats, químics i metalls, les indústries de polpa i paper, els aliments i begudes i la producció i consum de halocarburants i hexafluorur de sofre.
- Canvis en l'Ús del Sòl i Silvicultura: En el sector dels canvis en l'ús del sòl i la silvicultura s'incloïa els canvis en els boscos i altra biomassa llenyosa, l'abandonament de terres cultivades, la conversió de boscos i prades, la crema in-situ dels boscos i les emissions del sòl per maneig i canvis en el seu ús.
- Deixalles: En el sector de les deixalles s'incloïa els abocadors controlats i clandestins, els efluents industrials, llacunes d'estabilització i fosses sèptiques.



Els resultats de les emissions calculades a l'INGEI pels gasos d'efecte hivernacle amb una major contribució es poden observar a la Figura 3.4.

Gas	Emisiones en Gg	PCG	Total Relativo	Contribución Relativa en %
<b>Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)</b>				
		<b>1</b>		
Energía	3728.99		3728.99	24.60
Procesos Industriales	689.97		689.97	4.60
Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura	2826.86		2826.86	18.70
Desechos	268.00		268.00	1.80
<b>Total</b>	<b>7513.82</b>		<b>7513.82</b>	<b>49.70</b>
<b>Metano (CH<sub>4</sub>)</b>				
		<b>21</b>		
Energía	11.39		239.19	1.60
Agricultura	103.61		2175.81	14.40
Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura	58.56		1229.76	8.10
Desechos	69.00		1449.00	9.60
<b>Total</b>	<b>242.56</b>		<b>5093.76</b>	<b>33.70</b>
<b>Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)</b>				
		<b>310</b>		
Energía	0.35		108.50	0.70
Agricultura	7.31		2266.10	15.00
Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura	0.40		124.00	0.80
Desechos	0.07		21.70	0.10
<b>Total</b>	<b>8.13</b>		<b>2520.30</b>	<b>16.70</b>

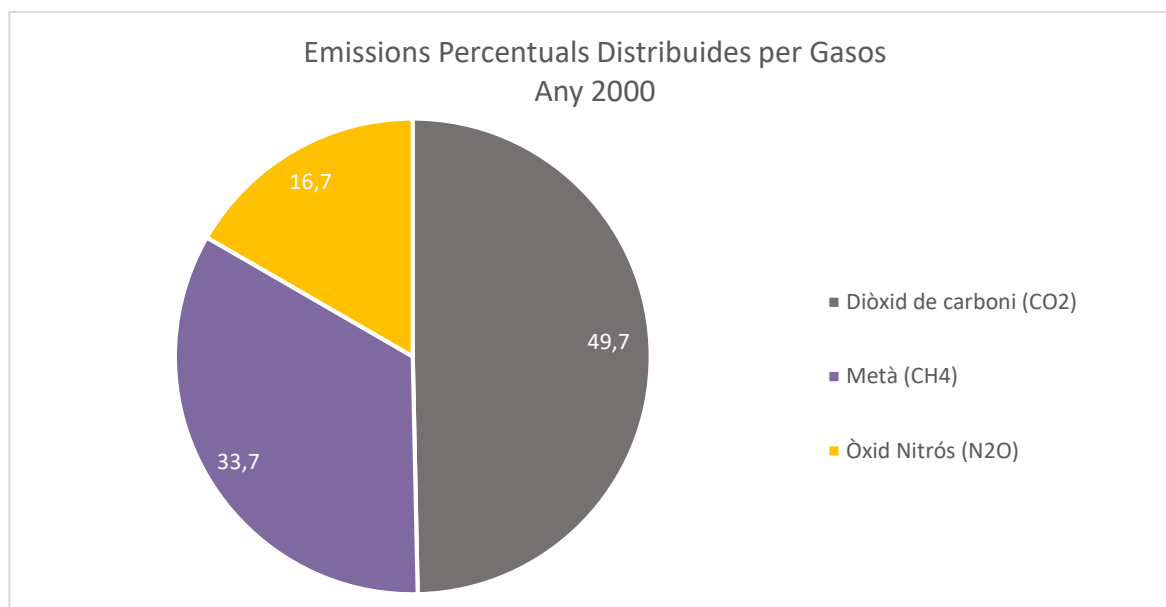
**Figura 3.4.** Emissions relatives de GHG separades segons els seu potencial d'escalfament global (Font: SCN(10))

Les principals contribucions d'emissions de CO<sub>2</sub> venen del sector de l'energia, corresponents a un 60% del vector, seguit pels canvis de l'ús del sol i silvicultura en un 25%, sobretot per la tala d'arbres per l'agricultura i la llenya, i els processos industrials en un 11%. El 4% restant correspon a les emissions de les deixalles.

Relatiu a les emissions de CH<sub>4</sub> el responsable principal és el sector de l'agricultura, representant el 43% del vector, seguit pels canvis en l'ús del sòl i silvicultura i les deixalles, amb un percentatge similar del 24% i el 28% respectivament. En una contribució menor del 5% es troba el sector de l'energia.

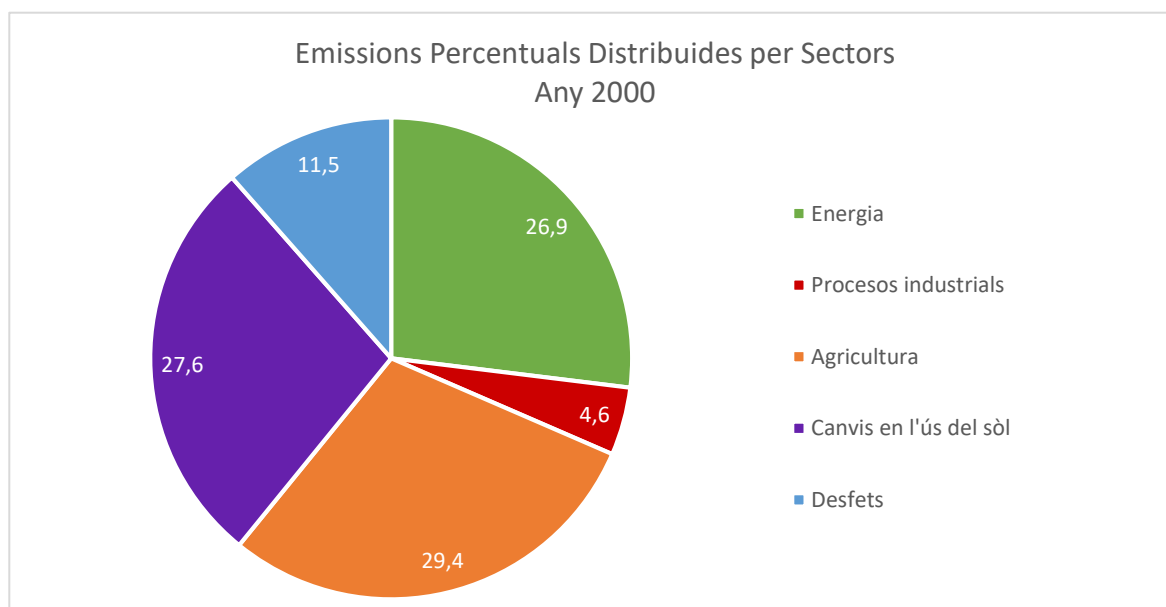
En el cas de l'òxid nítrós el 90% de les emissions corresponen al sector de l'agricultura, amb petites contribucions dels sectors de l'energia i els canvis en l'ús del sòl i silvicultura, en un 4% i 5% respectivament.

Per tal de poder observar les dades en el seu percentatge de contribució en l'escalfament global segons el potencial relatiu de cada gas s'han convertit les emissions de cada gas obtingudes a unitats de CO<sub>2</sub> equivalent a través del GWP en un període de 100 anys.



**Figura 3.5.** Percentatge d'emissions d'Hondures distribuïdes entre els principals GHG (Font: Pròpia)

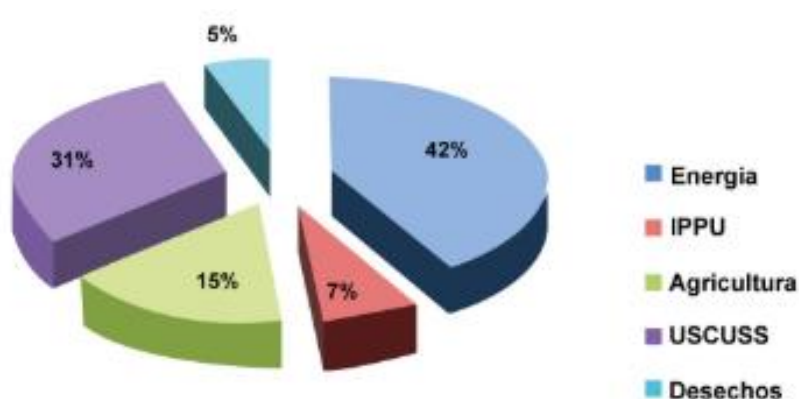
A la Figura 3.5 es mostra com el diòxid de carboni és el gas amb un percentatge d'emissions més gran, corresponent a pràcticament el 50% d'aquestes. Si aquesta gràfica es compara a escala mundial es veuria que les contribucions d'emissions a Hondures de metà i òxid nitrós corresponen a un percentatge molt alt del seu vector. Aquest fet és degut principalment en la gran dependència del país del sector de l'agricultura i la mala gestió dels residus procedent d'aquest sector en les aigües i en la terra.



**Figura 3.6.** Percentatge d'emissions d'Hondures distribuïdes per sectors (Font: Pròpia)

Si s'analitzen les emissions dels diferents gasos per cada un dels sectors de la societat hondurenya es reafirma l'agricultura com el principal responsable de les emissions del país, amb una contribució del 29,4%, seguides de prop pels canvis en l'ús del sòl i el sector de l'energia, amb una contribució del 27,6% i el 26,9% respectivament. Desglossant cada sector per separat, es pot afirmar que dins del sector de l'energia el major contribuïdor és el transport terrestre, en el sector de l'agricultura els majors responsables són els sòls agrícoles, la gestió de les femtes i la fermentació entèrica, i en el sector de les deixalles el major responsable són els desfets de palma africana a les aigües residuals.

Les gràfiques observades corresponen a dades obtingudes el 2000. Amb l'última publicació sobre l'avanç de la Tercera Comunicació Nacional s'ha publicat també un avanç del segon inventari de GHG (22). La gràfica extreta es mostra a la Figura 3.7. En ella es pot observar que pel 2015 la contribució del sector de l'energia augmenta fins a un 42% en detriment del sector dels residus, i l'agricultura perd percentatge amb l'augment dels processos industrials (IPPU), malgrat que segueix representant una important part del vector d'emissions. Un altre dels sectors que contribueix en l'augment de les emissions és el sector relacionat amb els canvis en l'ús del sòl i la silvicultura (USCUSS), producte de la conversió de les zones forestals a terres destinades a altres usos.



**Figura 3.7.** Percentatge d'emissions dels gasos d'efecte hivernacle l'any 2015 (Font: MiAmbiente+ (22))

## 4. Anàlisi de dades

En aquest capítol s'estudia l'evolució d'Hondures a nivell energètic, d'emissions, de població i econòmic, en el període de temps comprès entre el 1990 i el 2016. S'ha escollit el 2016 com a últim any per ser la data on hi ha registres publicats de quasi tots els sectors estudiats, i el 1990 com a data inicial per la disponibilitat de dades i per ser un any habitual en els estudis sobre canvi climàtic (l'any 1990 l'IPCC publica el primer AR i poc després es constitueix la UNFCCC). Amb l'estudi d'aquestes dades és possible analitzar l'evolució d'Hondures en relació als diferents factors que comprèn la identitat de Kaya<sup>1</sup>, i ajudarà a realitzar les estimacions d'escenaris de futur tendencials o alternatius. Per tal d'aprofundir en l'anàlisi sobre la situació d'Hondures i tenir certs valors de referència, es compararan algunes dades amb la situació del món i Espanya.

A nivell energètic s'engloba el consum de matèries primeres en tots els sectors de la societat, des de la producció d'energia elèctrica fins al consum residencial. També s'inclou dins d'aquests balanços l'energia derivada del sector del transport i la indústria, que representen, ambdues, un percentatge en la distribució del consum elevat tant a Hondures com en l'àmbit mundial. Cal destacar que només es treballarà amb les dades de diòxid de carboni emeses dins del sector energètic, les quals representaven menys del 42% del vector d'emissions l'any 2015 (Figura 3.7), deixant de banda els valors emesos per activitats procedents de l'agricultura o canvis d'ús del sòl, que presenten percentatges a tenir molt en compte en el cas d'Hondures.

Donat que no és possible afegir totes les dades, càlculs i gràfiques al treball, només s'inclouran aquelles imprescindibles i més important. Tot i això, tot l'estudi tècnic d'aquest capítol, amb les dades concretes a les quals es farà menció durant l'anàlisi, es troba adjunt a l'Annex I – Dades Històric del treball.

### 4.1. Selecció de dades

Un aspecte important abans de qualsevol anàlisi de dades és l'obtenció d'aquestes, que s'ha de dur a terme en fonts oficials on es pugui assegurar la seva fiabilitat. En aquest treball es parteix de les dades

---

<sup>1</sup> Expressió matemàtica que estableix una relació entre els diferents factors involucrats en la tendència de emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera.

obtingudes dels balanços energètics, les emissions de CO<sub>2</sub>, estimacions poblacionals i valors del PIB d'Hondures.

Les dades dels balanços energètics, a través de les quals s'ha obtingut el consum d'energia total i el seu vector associat, s'han extret de la pàgina web de la IEA (*International Energy Agency*) (24). Per tal de treballar sempre amb unitats del sistema internacional s'ha procedit a la conversió de les dades expressades en Quilo Tones Equivalents de Petroli (ktep<sup>1</sup>) a unitats Joules (J), en el nostre cas en Petajoules (PJ), equivalents a 10<sup>15</sup> J, per facilitar els càlculs. A la pàgina web de la IEA es pot observar tot el vector energètic desglossat per fonts d'energia primària i el seu ús repartit en els diferents sectors de la societat. De l'apartat TPES (*Total Primary Energy Supply*) s'ha extret els valors del consum energètic total per energies primes, en els quals es consideren les importacions i exportacions del producte, les transferències i la producció per sectors. Les transferències solen ser rellevants pel cas del petroli, on s'observen transferències de petroli cru a productes derivats del petroli, tot i que en el cas d'Hondures, al ser tot el petroli importat, només les realitzen els primers anys i amb quantitats poc significatives.

En el cas de les emissions de CO<sub>2</sub> s'han contrastat les dades del *World Bank* (25), expressades en ktCO<sub>2</sub> (Quilo Tones de Diòxid de Carboni), i les de la IEA, en MtCO<sub>2</sub> (Mega Tones de Diòxid de Carboni), les quals s'han considerat finalment més fiables en aquest àmbit, tot i que els seus valors en cada període no diferien en excés. En el cas de les emissions es treballarà directament amb les unitats donades per la IEA.

Les dades de la Població també s'han extret de dues fonts oficials diferents, el *World Bank* (acrònim WB) i UNDESA (*United Nations Department of Economic and Social Affairs*) (26). Les dades obtingudes en els dos casos són les mateixes, ja que el WB obté les dades directament de UNDESA, i per tant s'han utilitzat les de UNDESA, ja que a banda també disposen d'estimacions de la població futura fins al 2100, calculada per diferents mètodes. En el nostre estudi s'ha decidit utilitzar les projeccions obtingudes pel mètode *Medium Variant*, que es considera l'escenari poblacional més factible, amb visió de la trajectòria actual i en vistes de la futura. Al ser valors de població elevats i en creixement es treballarà amb unitats de milions de persones, matemàticament expressat com 10<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> Els valors de conversió es poden trobar a la mateixa pàgina web de la IEA (1 ktep = 4,1868 \* 10<sup>3</sup> J).

Finalment també s'ha fet una recerca del Producte Interior Brut (acrònim PIB) d'Hondures al *World Bank*, el qual es considera la font d'obtenció de dades més fiable en els estudis econòmics i actualitza les seves dades anualment, convertits en dòlars internacionals<sup>1</sup> amb taxes de paritat del poder adquisitiu (acrònim PPA) i expressats en el preu de referència constant del 2011, el qual és a  $10^3$  milions de PPA constant de 2011 \$ per treballar amb valors més manejables pels càlculs i les gràfiques.

## 4.2. Evolució històrica

En aquest apartat es procedirà a mostrar i analitzar l'evolució històrica dels factors conductors del canvi climàtic comentats amb anterioritat, per poder veure com afecten els diferents components socioeconòmics en el consum energètic del país i les seves emissions associades. En aquest apartat s'interrelacionaran aquests sectors i es comentarà la seva influència.

### 4.2.1. Vector Energètic

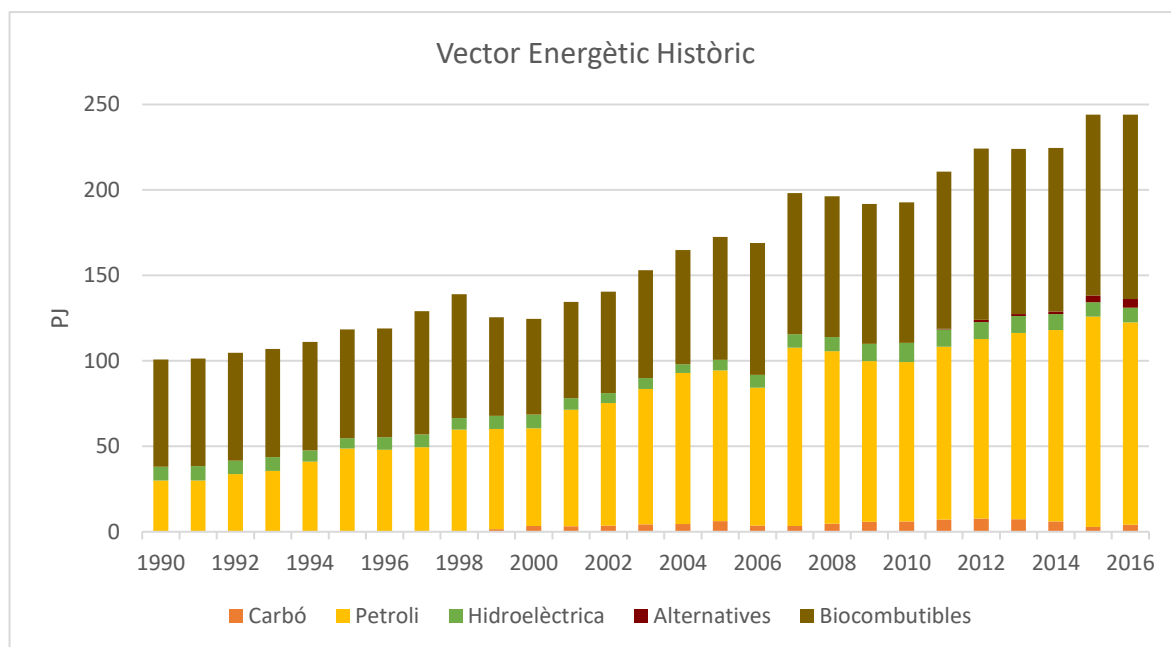
Es procedirà inicialment a l'anàlisi de l'històric del consum energètic total i el seu vector associat. Observant a nivell global la Figura 4.1 es pot extreure una gràfica de creixement relativament continuat i lineal. Aquesta figura ens mostra que el consum de combustibles ja ha superat el doble dels seus nivells respecte a l'any base el 1990, passant d'un ús de combustibles de 100 PJ el 1990 a un de 245 PJ el 2016 segons dades extretes de la IEA. S'ha de tenir molt en compte que aquest consum energètic final no només prové de la producció d'energia elèctrica a partir de la matèria primera, sinó que també correspon a l'energia consumida durant la crema de combustible per e transport, la indústria, els comerços o en el sector residencial. Si s'analitza més profundament la corba global es pot observar que el creixement del consum energètic comença a tendir cap a un inici de corba exponencial, fenomen habitual en països que entren en fase de desenvolupament, amb un augment molt continuat a excepció d'alguns anys particulars.

Alguns dels pics decreixents observats es deuen a crisis financeres, com la crisi financera internacional de 2009 que va afectar les importacions de petroli del país, i altres a esdeveniments climàtics, com la de 1999, causada per l'arribada de l'huracà Mitch (27). Segons l'informe del WB (17) la davallada del 1993 és deguda a la crisi energètica provocada per un període de gran sequera, que va afectar en la

---

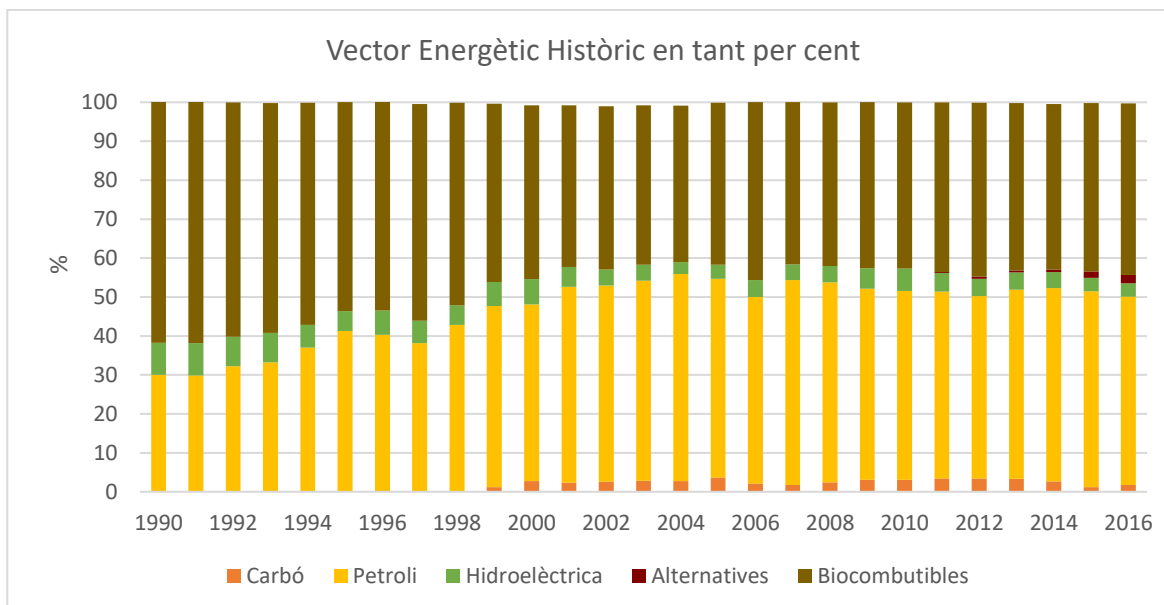
<sup>1</sup> Els dòlars internacionals es corresponen amb monetàriament amb el dòlar estatunidenc.

producció hidràulica d'energia elèctrica, tal com es mostra en la Figura 4.1, però es veu compensada ràpidament, ja que el 1994 s'incentiva la incorporació d'empreses privades en el sector energètic i s'estableix la *Ley Marco del Subsector elèctrico*, que obre el camí a un mercat energètic de lliure competència.



**Figura 4.1.** Representació gràfica del vector energètic històric en PJ. (Font: Pròpia)

Si s'aprofundeix més en les gràfiques, tant la de dalt com la de baix, es pot desglossar aquest consum energètic en les diferents fonts primàries que el formen, que són el carbó, el petroli, la hidroelèctrica, les alternatives (on es comptabilitza l'energia solar, eòlica i geotèrmica) i els biocombustibles. En el sector de les energies alternatives aquelles que han tingut major incidència en la producció energètica fins avui dia han estat la solar i l'eòlica. Analitzant aquest vector energètic es conclou que Hondures no depèn de l'activitat de plantes nuclears ni de gas natural, tot i que hi ha alguns plantejaments per incloure aquesta última en el seu vector en uns anys.



**Figura 4.2.** Representació gràfica del vector energètic històric en tant per cent. (Font: Pròpia)

En la Figura 4.2, on s'expressa el vector energètic en percentatges, es pot observar com les energies més utilitzades des de l'any base són la del biocombustible i el petroli, i cap d'elles va destinada a la generació elèctrica en la seva majoria. En el cas dels biocombustibles la seva principal destinació és el sector residencial, principalment degut a la crema de llenya a les llars de foc dels habitatges (entre el 80-85%), motiu pel qual era la primera font d'energia el 1990, corresponent al 63% aproximadament. Actualment els biocombustibles han seguit un creixement molt continuat i pràcticament han doblat la seva producció amb una contribució en el vector energètic prop del 44% del total. Malgrat això, la crema de productes del petroli, combustible importat d'altres països en la seva totalitat, ha incrementat de forma més accentuada, superant als biocombustibles amb un percentatge corresponent al 48,4% del total de l'energia consumida. Aquest ha augmentat també de forma lineal i continuada, però amb una taxa de creixement encara més pronunciada.

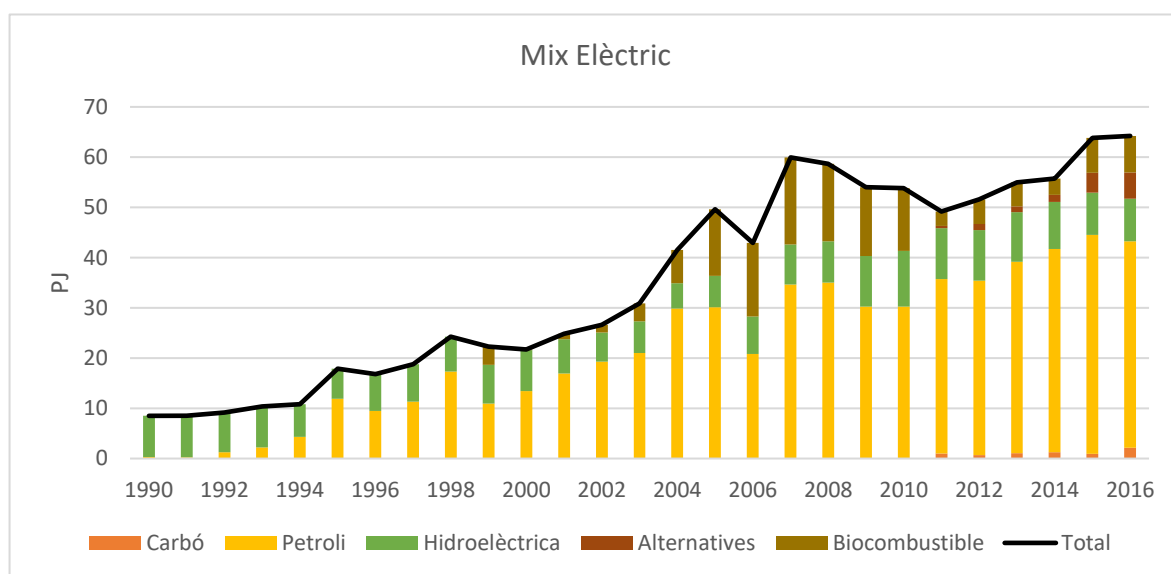
Com ja s'ha esmentat, Hondures és un país amb una gran capacitat hidroelèctrica, però amb un aprofitament i una eficiència d'aquest recurs molt baix. A la gràfica on es mostra únicament la producció hidroelèctrica, que es pot trobar a l'Annex I\_Vector Energètic és possible observar la seva trajectòria plena d'alts i baixos, amb una producció el 2016 pràcticament igual a la que tenien el 1990. A partir del 1994 la producció elèctrica per fonts hidràuliques es veu estancada i no torna a augmentar fins més endavant. Aquest fet s'explica per la incorporació de les empreses privades dins del sector energètic i al fet que aquestes no volen invertir en una energia amb uns guanys tan inestables. A banda, també existeix una forta oposició a aquesta tecnologia per part dels pobles rurals que viuen al costat d'aquests embassaments i pel seu gran impacte mediambiental.



El 1998 s'incorpora al vector energètic el carbó, d'origen importat, per l'elevat cost del petroli i pel seu ús en les indústries. Aquest presenta una trajectòria molt desigual però en augment, tot i que actualment no arriba a ser el 2% de la producció total.

L'ús de les energies alternatives, totes d'origen nacional, s'inicia el 2011 amb el seu primer part eòlic, i ha anat augmentant dràsticament fins ara, amb la incorporació de més parcs eòlics i la incentivació de la producció a través de la solar. Durant el 2017 i el 2018 han seguit incorporant energies netes en la seva producció, amb l'obertura de plantes solars que han arribat a representar el 10% del mix elèctric total.

Es poden observar les gràfiques històriques de cada energia a la pestanya de l'Annex I\_Vector Energètic.



**Figura 4.3.** Representació gràfica del mix elèctric històric en PJ. (Font: Pròpia)

Després de l'estudi s'ha pogut observar que el consum d'electricitat en el balanç energètic no és excessivament gran en comparació amb el que sol representar en altres països, sobretot els desenvolupats. Tot i això el seu mix elèctric ha tingut un creixement molt accelerat, representant actualment el 65% del consum energètic total, coeficient molt gran respecte el 8,5% que representava el 1990. Inicialment quasi tot el recurs elèctric provenia de la hidroelèctrica, ja que tota la seva producció anava destinada a aquest sector. A mesura que es necessitava abastir molta més demanda elèctrica, part del petroli es va destinar a la generació elèctrica, tot i que la majoria segueix destinat al transport i la indústria encara avui dia. El 1999 a causa del creixement de la demanda i a la impossibilitat d'abastir aquesta amb el recurs disponible es va començar a invertir també en biocombustibles per la producció elèctrica, per biomassa i biogàs, amb un percentatge d'entre el 5-10% del total d'aquesta, ja que la majoria va seguir anat destinada al sector residencial i en menor mesura al sector comercial i

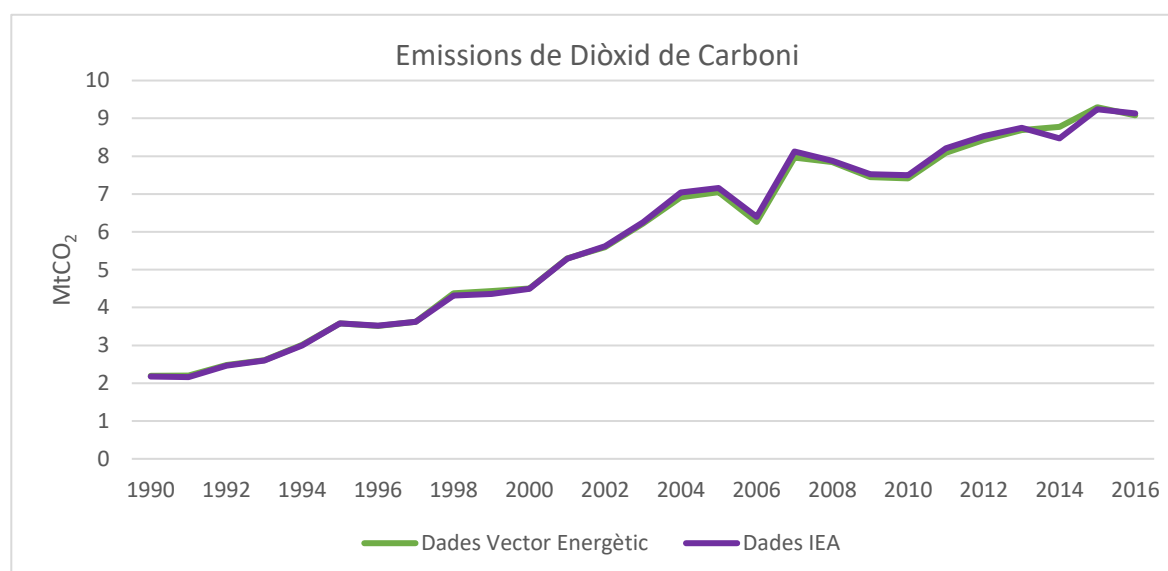
industrial. Donat que tota la producció de renovable va destinada a l'electricitat el 2011 s'incorpora aquesta, juntament amb el carbó.

Segons l'informe realitzat per Wilfredo Flores de la Universitat Tecnològica Centreamericana (16) l'any 2008 la cobertura elèctrica a Hondures era del 77%, la segona més baixa de tot centreamericà. Segons la Segona Comunicació Nacional d'Hondures (10) aquesta ha crescut fins el 81,27% pel 2011.

#### 4.2.2. CO<sub>2</sub>

Les emissions de diòxid de carboni d'Hondures, extretes de la pàgina web oficial de la IEA, es corresponen únicament a les emissions associades al sector de l'energia. Donat que les emissions corresponents als biocombustibles es consideren nul·les, ja que el balanç del que emet aquesta matèria al cremar-se amb el que absorbeix quan encara forma part de l'ecosistema s'equilibra, i Hondures no fa ús actualment del gas natural, totes les emissions estan, per tant, associades a la crema dels productes provinents del petroli i el carbó.

El CO<sub>2</sub> expulsat a l'atmosfera ha tingut un creixement molt regular, a la par amb l'augment de petroli i carbó observat a la Figura 4.3, tot i que la taxa de creixement s'ha reduït en els últims anys amb la incorporació de noves energies netes. Es poden observar alguns pics menors emissions que es poden correlacionar amb crisis econòmiques, com la de 2009, o per la pujada de preus del petroli d'importació, el 2006. A la Figura 4.4 es pot veure com el 2011 tornen a augmentar considerablement les emissions, fenomen causat per la incorporació del carbó, un dels combustibles amb un factor d'emissions més elevat, dins del vector energètic d'Hondures.



**Figura 4.4.** Comparació entre la representació gràfica de les emissions de CO<sub>2</sub> extretes de la IEA i calculades a través del vector energètic. (Font: Pròpia)

## Comprovació emissions

Per comprovar que les emissions obtingudes de la IEA es corresponen amb el vector energètic analitzat s'han extret les emissions del vector hondureny, provinents del petroli i el carbó. Després d'obtenir el factor d'emissions<sup>1</sup> dels combustibles (Taula 1) extret del 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories* (28) s'ha multiplicat el corresponent al petroli i al carbó per l'energia consumida d'aquests, a través de la fórmula expressada en l'Equació 4.1, i posteriorment s'han sumat per obtenir el total.

Factor d'emissions	MtCO <sub>2</sub> /PJ
Carbó	0,0946
Petroli	0,0733
Gas Natural	0,0561

**Taula 1.** Factor d'emissions dels principals combustibles fòssils (Font: Pròpia)

$$Emissions_{GHG,Combustible} = Consum_{Combustible}_{Combustible} + Emissions_{FactorGHG,Combustible}$$

(Equació 4.1)

Aquestes emissions, com es pot observar a la Figura 4.4 presenten una desviació mínima, amb unes discrepàncies menyspreables, un 1% de mitjana aproximadament, aportant fiabilitat a les dades obtingudes per analitzar.

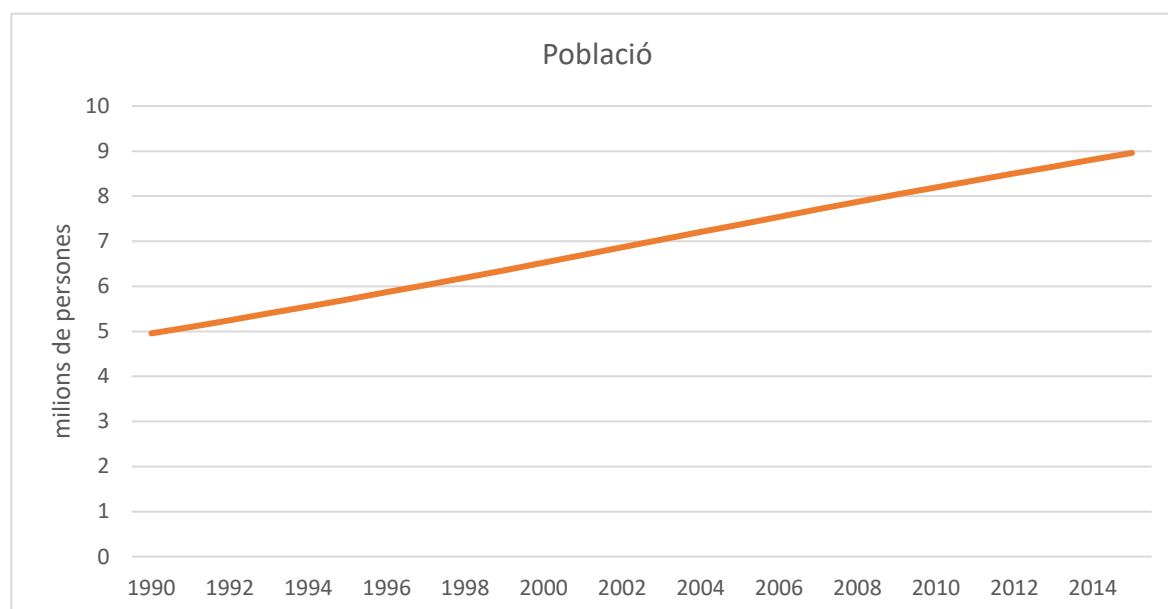
### 4.2.3. Població

La població d'Hondures té un creixement molt continuista, amb una tendència lineal que explica en part el perquè el consum energètic ha tingut aquest augment en el període estudiat. Les seves han estat extretes de la web oficial de UNDESA, i marquen una trajectòria amb una tendència de creixement típica dels països en vies de desenvolupament, tal com es mostra a la Figura 4.5.

Hondures és un país encara en vies de desenvolupament, amb uns patrons de població que es corresponen amb els esperats d'aquests casos, amb una alta mortalitat per malalties i desnutrició

<sup>1</sup> El factor d'emissions estableix la relació entre el CO<sub>2</sub> que emet cada combustible fòssil per unitat d'energia generada.

(UNDP (12)), però amb un índex de natalitat molt elevat, que provoca per tant un pendent de creixement de la població, al voltant del 2% actualment. Es preveu que, durant almenys les 3 dècades següents, segueixi creixent, però que el seu percentatge de creixement vagui disminuint gradualment, com ha succeït en els darrers anys, fins a arribar al seu pic de màxima població, on aquesta començarà el seu declivi.



**Figura 4.5.** Representació gràfica de l'històric de la població en milions de persones. (Font: Pròpia)

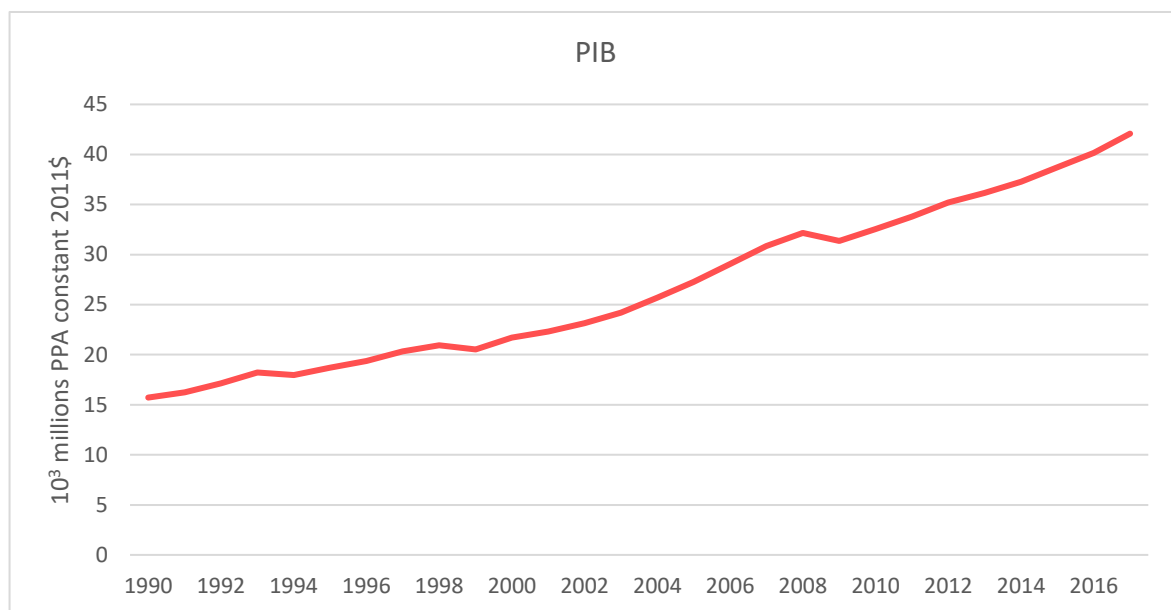
#### 4.2.4. Producte Interior Brut

El PIB d'Hondures també ha anat en augment, tot i que encara es situa a un nivell molt per sota de la mitjana mundial, pel que no es podria considerar com a una economia en transició. Hondures segueix sent un país econòmicament basat en l'agricultura i en transició cap a la indústria, com ja s'ha comentat abans, amb un gran índex de pobresa.

Actualment la població comença a traslladar-se cap a zones urbanes perquè s'ha incrementat més el mercat en el sector de la indústria que en el de l'agricultura, i per tant les zones de treball. La seva economia és típica d'un país en vies de desenvolupament, i per tant és una economia que dificulta l'addició de noves tecnologies d'eficiència o la implementació de centrals renovables per frenar el canvi climàtic. Per aquest motiu han de demanar finançament a entitats privades, països desenvolupats o bancs.

Observant la Figura 4.6, en la qual es mostra l'evolució del PIB des del 1990 al 2016, es poden relacionar les valls decreixents amb períodes de creixement del consum energètic, amb raó de motius similars, com el començament d'una crisi econòmica que ha afectat el sector energètic, com la crisi a escala

mundial del 2009, o com una crisi en el sector energètic que afecta directament al sector econòmic del mateix país, com és el cas del 1993.



**Figura 4.6.** Representació gràfica del PIB històric en 10<sup>3</sup> milions de PPA constant 2011\$. (Font: Pròpia)

### 4.3. Indicadors i Factors de Kaya

En aquest apartat s'estudiaran els factors analitzats en els apartats anteriors respecte als mateixos factors. A través d'aquest estudi és possible trobar diferents indicadors, que permeten comparar la situació d'Hondures amb la d'altres països o inclús amb el món. En aquest estudi s'ha realitzat la comparació amb Espanya i el Món. Els indicadors que s'han calculat són:

- **Intensitat de Carboni:** S'obté dividint les emissions de diòxid de carboni entre el consum energètic (Equació 4.2). Aquest indicador ens permet observar quantes de CO<sub>2</sub> es generen per produir una unitat d'energia, sent un indicador del percentatge de fonts baixes en emissions del país. Si el resultat és molt elevat, ens indicarà que el país depèn en gran mesura de combustibles fòssils.

$$I_C = \frac{\text{Emissions de CO}_2}{\text{Energia}} \quad \text{(Equació 4.2)}$$

- **Intensitat Energètica:** Es correspon a la divisió entre l'energia produïda en un país i la seva riquesa, PIB (Equació 4.3). Ens dona informació sobre quanta energia necessita produir un país per generar riquesa. En certa mesura pot servir com a indicador de l'eficiència energètica del país, així com també ens pot servir de referència per mesurar el grau de desenvolupament

d'un país. Un país desenvolupat, on l'economia està més decantada cap al sector serveis, tindrà una baixa intensitat energètica, mentre que un en vies de desenvolupament, amb una economia més centrada en la producció industrial o l'agricultura s'associa a una més elevada intensitat energètica.

$$I_E = \frac{\text{Energia}}{\text{PIB}} \quad (\text{Equació 4.3})$$

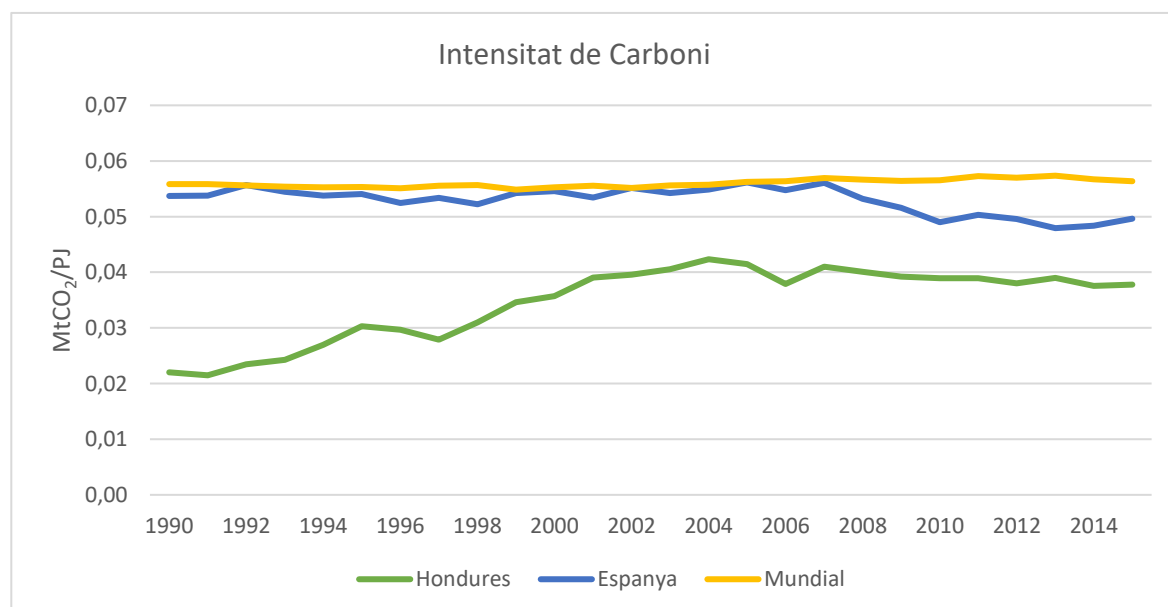
- PIB per Càpita: S'obté a través de la divisió del PIB entre la seva població total (Equació 4.4). Aquest indicador s'utilitza per estimar el nivell de riquesa dels habitants d'un país, com més elevat sigui el seu resultat es pressuposa un major nivell de vida dels seus ciutadans.

$$\text{PIB per càpita} = \frac{\text{PIB}}{\text{Població}} \quad (\text{Equació 4.4})$$

- Consum Energètic per Càpita: És resultat de la divisió entre el consum energètic total i la població del país (Equació 4.5). A través d'aquest indicador és possible estimar, en certa mesura, el desenvolupament de la qualitat de vida dels ciutadans del país. Es pot relacionar fàcilment amb l'evolució del PIB per càpita.

$$\text{Consum Energètic per càpita} = \frac{\text{Consum Energètic}}{\text{Població}} \quad (\text{Equació 4.5})$$

Els 3 primers indicadors formen part de l'equació de Kaya, que s'utilitza per determinar les emissions de CO<sub>2</sub> d'un país, regió, societat, etc. En aquest apartat es treballarà amb ells de forma separada, sense entrar amb detall en l'equació, que es veurà més endavant.



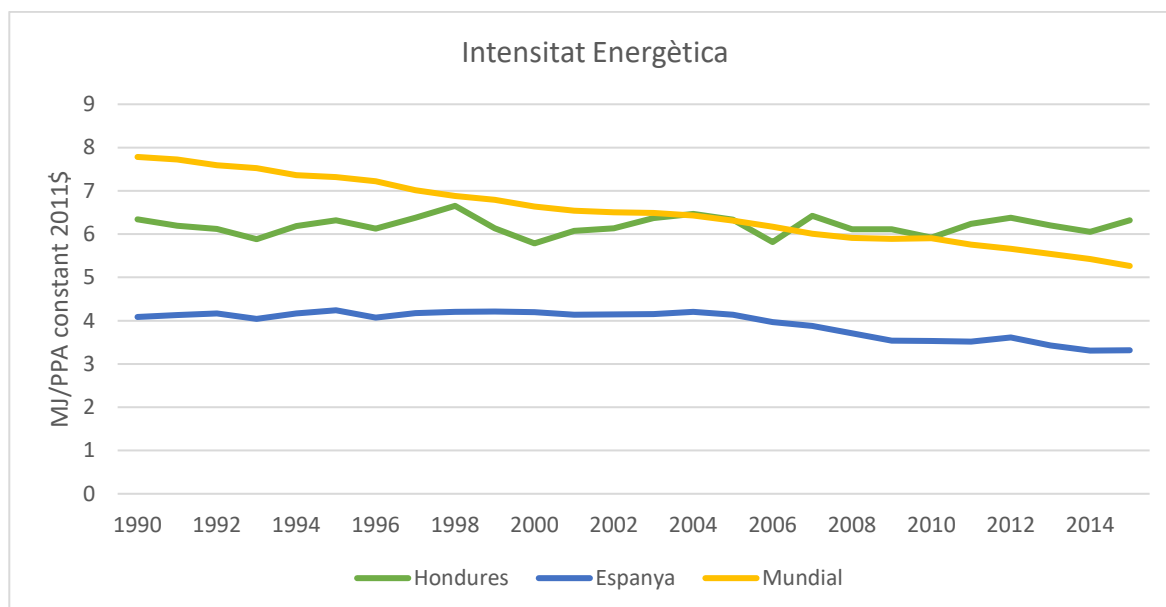
**Figura 4.7.** Representació gràfica de la Intensitat de Carboni per Hondures, Espanya i el Món. (Font: Pròpia)

Primerament s'ha obtingut la Intensitat de Carboni calculada per Hondures, Espanya i el Món, tal com es mostra a la Figura 4.7, identificats en verd, blau i groc respectivament. Aquest patró de color es mantindrà en tots els indicadors d'aquest apartat.

En el cas d'Hondures s'observa una intensitat de carboni relativament baixa en tot el període d'estudi, tot i que els valor a 2015, de 0,038 MtCO<sub>2</sub>/PJ, pràcticament havien doblat els relatius a l'any 1990, de 0,022 MtCO<sub>2</sub>/PJ. El 1998, amb la incorporació del carbó en el vector energètic, es mostra un increment de la seva taxa de creixement que arriba al seu pic l'any 2004, amb una intensitat de carboni augmentada en 0,02 MtCO<sub>2</sub>/PJ més que l'any base. Com a conseqüència de la crisi econòmica internacional del 2008-2009, que va donar lloc a una disminució del consum de petroli, la producció hidroelèctrica es va veure incrementada per donar abast a la demanda energètica, fet que es tradueix en una davallada de la intensitat de carboni. I, tot i la recuperació econòmica els anys posteriors, aquesta segueix decreixent moderadament per la implantació de noves centrals eòliques el 2011 i solars el 2014.

Si s'observen les altres dues línies de tendència, es pot veure com a escala mundial la gràfica s'ha mantingut constant, ja que alguns països han reduït la seva empremta de carboni però d'altres l'han augmentat, i a Espanya es comença a reduir a partir del 2007 per les polítiques del canvi climàtic imposades per la Unió Europea.

Comparativament, els nivells d'intensitat de carboni d'Hondures es mantenen per sota de la mitjana mundial i d'Espanya en tot el període d'estudi. Aquest fet es podria relacionar principalment amb la gran dependència d'Hondures envers els biocombustibles en el seu ús residencial (crema de llenya). Matisar però, que malgrat l'índex positiu que això implica en les emissions de carboni, no es tenen en compte les emissions associades a la desforestació que comporta l'elevat ús d'aquesta energia.



**Figura 4.8.** Representació gràfica de la Intensitat Energètica per Hondures, Espanya i el Món. (Font: Pròpia)

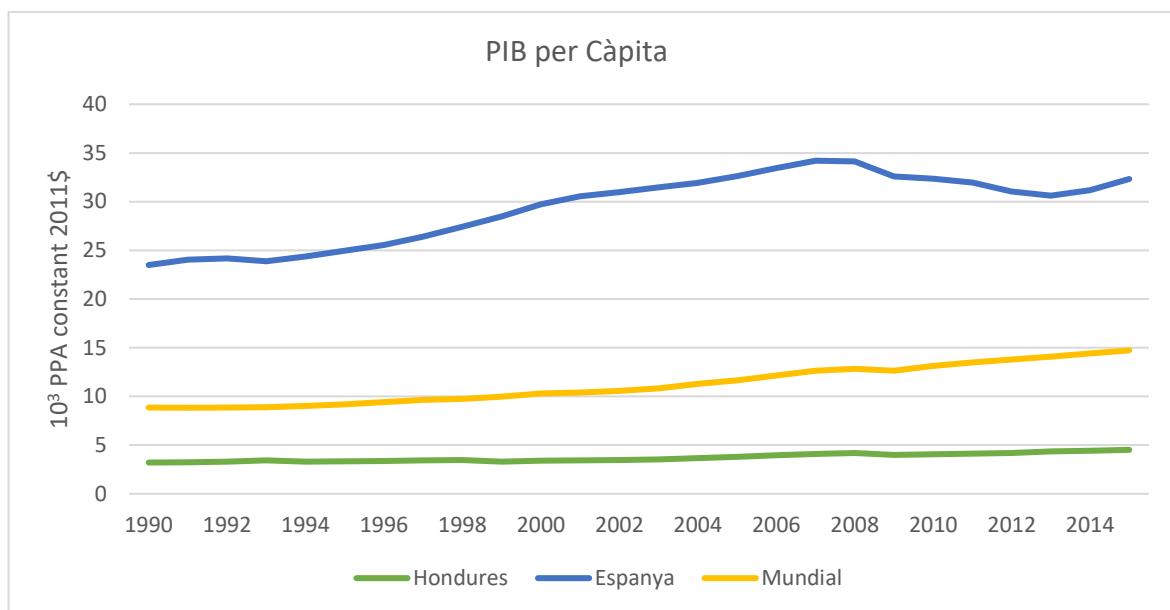
Pel que fa a la intensitat energètica, Hondures s'ha mantingut dins del mateix rang de valors durant tot el període d'estudi, tal com es mostra a la Figura 4.8. Tot i això la seva evolució no ha estat estable, amb una oscil·lació de fins a aproximadament 1 MJ. Les pronunciades variacions s'expliquen com a conseqüència de l'afectació de les crisis econòmiques en la importació de combustibles fòssils. A 2015 els seus valors d'intensitat energètica eren de 6,318 MJ.

Comparativament, a nivell mundial s'observen valors més alts d'intensitat energètica els primers anys, que segueixen una tendència de millora en els 25 anys d'estudi fins a l'obtenció d'uns valors inferiors dels calculats per Hondures. El decreixement en la trajectòria del món es deu al desenvolupament progressiu dels països en vies de desenvolupament, que van desplaçant l'economia mundial del sector industrial i agrícola a un sector més enfocat en els serveis. Aquest canvi de paradigma es tradueix amb una tendència de millora en l'eficiència energètica.

Comprant l'evolució en la intensitat energètica entre Espanya i Hondures es manifesta clarament una diferència de valors, significativament inferiors en el cas d'Espanya, i encara en procés de decreixement el 2015. Espanya és un país ja desenvolupat, que amb menys energia aconsegueix produir més riquesa, fet que es tradueix amb una eficiència energètica superior a la d'Hondures, un país en vies de desenvolupament.

Hondures és un país que depèn econòmicament de l'agricultura i, en menor mesura, la indústria, fet que justificaria els resultats observats a la Figura 4.8. Donat que actualment Hondures encara està en transició cap a una societat més industrialitzada, es considera difícil la millora de la intensitat energètica en els pròxims anys.



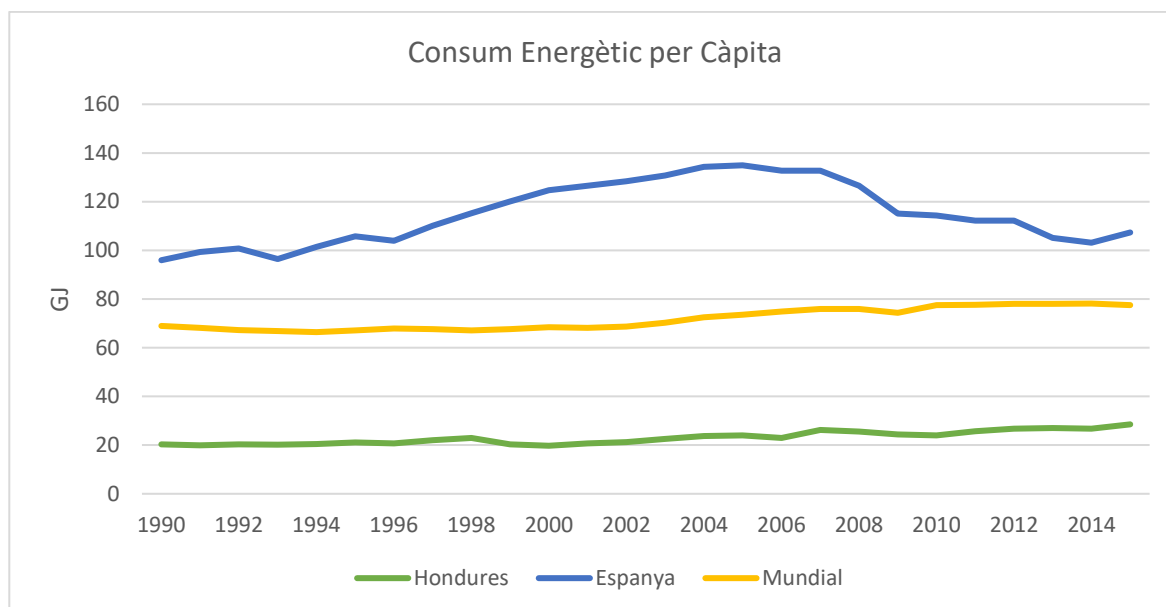


**Figura 4.9.** Representació gràfica del PIB per Càpita de Hondures, Espanya i el Món. (Font: Pròpia)

L'indicador del PIB per càpita, que es mostra a la Figura 4.9, permet identificar la situació de la qualitat de vida de la societat hondurenya en tot el període històric. La seva evolució, continuada i lineal, presenta un augment respecte als valors del 1990 amb una taxa de creixement conservadora, que ha implicat un augment mitjà de 1.148 \$ per persona l'any amb 25 anys. Això es degut al fet que, malgrat el manifestat desenvolupament de l'economia en l'evolució històrica, la població també ha incrementat (de forma menys accentuada). Aquest gràfic reafirma l'extrema pobresa en la qual viuen gran part dels habitants del país, amb un petit creixement en la qualitat de vida d'aquests en els últims anys d'estudi. Actualment no arriben ni als 5000 \$ per persona l'any.

Tot i el desenvolupament mostrat, el nivell econòmic d'Hondures no arriba ni a la meitat de la mitjana mundial actual, i presenta valors molt per sota de l'economia espanyola. El 1990 tant els nivells d'Espanya com els del món s'observaven significativament superiors, però al presentar un creixement més accelerat en els 25 anys d'estudi, la diferència entre els seus nivells de vida es veu accentuada pel 2015.

Donat que Hondures és un país en vies de desenvolupament, aquesta diferència és clarament assumible, i més considerant que Espanya pertany als països desenvolupats, tot i que la seva evolució presenta una trajectòria més moderada del que seria esperable d'un país en desenvolupament.



**Figura 4.10.** Representació gràfica del Consum Energètic per Càpita de Hondures, Espanya i el Món. (Font: Pròpia)

Finalment s'analitzarà el consum energètic per persona, mostrat a la Figura 4.10. Aquesta gràfica mostra un patró molt semblant a la figura anterior, tendència esperada al mostrar implicacions socials similars.

De la gràfica es detecta una trajectòria de creixement moderat, amb una tendència de progressió bastant lineal. El seu valor a 1990, de 20,1 PJ per persona, es veu incrementat en 7,1 PJ per 2015.

Comparativament amb els valors observats en la trajectòria d'evolució mundial i espanyola, Hondures presenta un factor de consum energètic per persona molt inferior, que es traduiria en un menor nivell de vida mitjà dels ciutadans del país.

Com ja s'ha esmentat a l'apartat 4.2.1 la cobertura elèctrica no arriba a la totalitat d'Hondures, fet que explica en part el perquè dels resultats obtinguts.

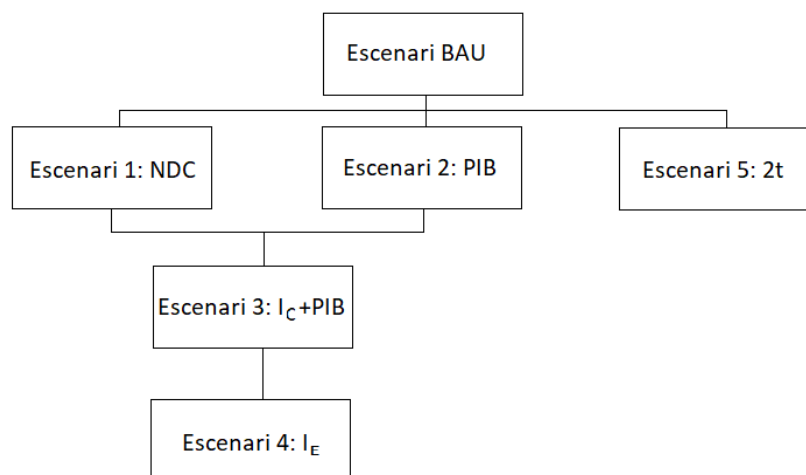
## 5. Escenaris de Futur

En aquest capítol es tractarà amb les projeccions d'escenaris futurs dels factors conductors del canvi climàtic i el vector energètic d'Hondures, a través d'un escenari tendencial BAU (acrònim de *Business As Usual*) i alguns escenaris alternatius projectats segons les seves polítiques i intencions de mitigació o altres factors de millora sobre la tendència actual del país. Aquests escenaris es calcularan fins al 2050, ja que per un període més llarg aquestes projeccions, considerant la metodologia aplicada en el present treball, perden cada cop més fiabilitat per estar sotmeses a un grau major d'incertesa.

Finalment s'han estimat 6 escenaris de futur, l'escenari tendencial BAU, que es pot consultar a l'Annex II del document juntament amb tots els càlculs i gràfiques no adjuntades a la memòria, i 5 escenaris alternatius, un dels quals s'ha descartat pels seus resultats, que es poden trobar a l'Annex III del document, inclòs aquell no adjunt a la memòria.

L'escenari BAU es basa en una projecció que segueixi la tendència històrica del país, per poder mostrar l'evolució de la situació en aquest si no es produeix cap canvi de paradigma. En el cas d'aquest estudi l'escenari BAU pretén demostrar quina serà l'evolució de les emissions si no es prenen polítiques de mitigació o canvis socioeconòmics. Més enllà de l'anàlisi de l'escenari BAU, alguns valors d'aquest també s'utilitzaran per projectar els escenaris alternatius, que treballaran sobre les bases de l'escenari BAU implementant canvis de comportament en un o més dels sectors i factors amb els quals s'ha treballat fins ara.

Com s'acaba de comentar alguns dels escenaris alternatius parteixen de les variables obtingudes en l'escenari BAU, respecte a les quals si aplica una modificació en algun dels factors. La resta d'escenaris parteixen de les suposicions aplicades en els escenaris alternatius anteriors. A la Figura 5.1 es mostra la seva classificació segons la procedència de les seves variables d'origen.



**Figura 5.1.** Classificació del escenaris alternatius segons variables de procedència (Font: Pròpia)

Com que la projecció de la població s'ha obtingut de les dades d'UNDESA no es modificaran els seus valors en cap dels escenaris alternatius.

A l'escenari 5 es pren com a condició de mitigació que per l'any 2050 Hondures redueixi les seves emissions per càpita a 2 tones de CO<sub>2</sub>, objectiu seleccionat per ser un propòsit determinat a escala global. Com s'ha observat en l'anàlisi de les emissions històriques, Hondures és un país amb un índex d'emissions per càpita relativament baix i per sota la mitjana, motiu pel qual, encara que segueixi la tendència actual, les projeccions BAU realitzades mostren un valor el 2050 de poc més de 2 tones, diferència que es podria considerar menyspreable. En vista d'aquests fets s'ha demostrat que l'escenari 5 pràcticament imitava la trajectòria del BAU, i per tant s'ha obviat el seu estudi en la memòria d'aquest treball.

En el següent apartat s'explicaran els mètodes d'anàlisi i de projecció que s'han dut a terme en la fase tècnica de l'estudi, seguit dels apartats referents a l'explicació i l'anàlisi en detall dels escenaris de futur mencionats.

## 5.1. Mètodes de projecció i anàlisi

A continuació es procedirà a detallar els mètodes de projecció i anàlisi utilitzats per estimar els escenaris de futur d'aquest treball. Els mètodes utilitzats pel càlcul de les projeccions són el de la regressió lineal i la variació exponencial. El mètode d'anàlisi consistirà en la normalització dels factors de Kaya per veure la seva evolució i permetre una comparació entre escenaris més visual.

### Factors de Kaya

Com ja s'ha comentat amb anterioritat, a part de treballar amb el vector energètic i les emissions d'Hondures, també s'ha treballat amb una sèrie de variables (Consum Energètic, Població i PIB) que conformen la Identitat de Kaya. A través d'aquesta, expressada en l'Equació 5.1, es relaciona la tendència dels diferents indicadors (també anomenats factors conductors) amb les emissions de CO<sub>2</sub> expulsades a l'atmosfera per un país, regió o zona geogràfica.

$$Emissions\ de\ CO_2 = \left( \frac{Consum\ Energètic}{Emissions\ de\ CO_2} \right) * \left( \frac{Emissions\ de\ CO_2}{PIB} \right) * \left( \frac{PIB}{Població} \right) * Població \quad (\text{Equació 5.1})$$

Els escenaris 2, 3 i 4 basaran les seves premisses en variacions d'un dels factors de l'equació, per poder observar així els canvis que es produirien en les emissions de CO<sub>2</sub>, relacionant-ho amb les diferents polítiques aplicables.

Per facilitar l'anàlisi i comparació dels resultats es procedirà a normalitzar cada un dels factors de Kaya respecte al 1990, l'any base de l'actual estudi. La normalització de variables és un mètode que

consisteix a dividir tots els valors respecte a un mateix any, per poder observar així el seu augment o reducció envers l'any escollit. La normalització dels factors permetrà analitzar totes les dades respecte a un mateix eix de treball.

### **Regressió lineal**

Una de les metodologies aplicades pel càlcul de les projeccions és el de la regressió lineal. Aquest mètode consisteix a realitzar una recta de regressió de l'històric que permeti estimar el comportament futur del factor basant-se en el seu comportament passat.

Aquesta recta de regressió i la seva equació associada, on s'expressa el valor del pendent, s'ha formulat directament a través d'una de les aplicacions de l'Excel. Un cop trobat el pendent de la recta de regressió és possible projectar els seus valors futurs, que presentaran sempre una tendència lineal.

El problema associat a aquest mètode de càlcul és la precisió de la tendència estimada, ja que suposa que aquesta sempre serà lineal i el seu pendent es pot veure afectat per esdeveniments extrems concrets d'algun any. Malgrat això es considera que aporta suficient precisió en l'estimació d'alguns dels factors amb creixements clarament lineal tenint en compte l'abast del treball.

### **Variació exponencial**

L'altre metodologia aplicada pel càlcul de les projeccions és el de la variació exponencial. Aquest mètode consisteix a realitzar una projecció de tendència exponencial en el factor d'estudi, aplicable després de calcular la taxa de variació d'un període de temps. L'Equació 5.2 mostra la fórmula aplicada pel càlcul d'aquesta taxa de variació.

$$T_v(\%) = \left[ \frac{N(t_f)}{N(t_0)} \frac{1}{t_f - t_0} - 1 \right] * 100 \quad \text{(Equació 5.2)}$$

La variable  $t$  representa l'any que es calcula, i per tant  $t_f$  i  $t_0$  són les variables corresponents al any final i l'inicial del període respectivament. La variable  $N$  representa el valor del factor en diferents anys, en aquest cas el final i l'inicial del període, tal com indica l'expressió dins del parèntesis. Un cop calculada la taxa de variació es pot fer la projecció dels anys següents a través de la fórmula expressada a l'Equació 5.3.

$$N(t) = N(t - 1) * (1 + T_v(\%)) \quad \text{(Equació 5.3)}$$

Pel càlcul de la taxa de variació cal tenir en compte quin és el període d'anys que es pot considerar significatiu i representatiu del factor en estudi, per tal d'obtenir un valor que s'adeqüi a cada una de les variables.

Tot i que aquest mètode aporta bastanta credibilitat a les diferents projeccions de futur presenta una sèrie de problemes. El primer és que si el factor amb el qual es treballa ha tingut un creixement molt ràpid la projecció exponencial a la qual tendeix aquest mètode condueix les futures variables a valors molt per sobre dels que es podrien acceptar com a reals. El segon problema ve amb aquells factors que han tingut una evolució molt desigual, en els quals s'estan menystenint una gran part de les variables que podrien canviar de forma significativa el valor final.

Per solucionar el segon problema s'aplica el mètode de variació exponencial entre cada un dels anys del període seleccionat i es busquen les seves taxes de variació, amb les quals es fa posteriorment una mitjana per determinar la taxa de variació mitjana del factor d'estudi.

## 5.2. Escenari BAU

El primer escenari estimat ha estat l'escenari tendencial BAU. Aquest ha projectat els valors del consum energètic i el seu vector, les emissions de CO<sub>2</sub> i el PIB. Com ja s'ha esmentat anteriorment la projecció futura de la població s'ha obtingut directament de les dades extretes de la pàgina web oficial d'UNDESA, calculades pel mètode *Medium Variant*. Totes les gràfiques i càlculs corresponents a l'escenari BAU es poden trobar annexats a l'Annex II – Escenari BAU, amb una pestanya diferent per cada un dels factors treballats.

### Vector energètic

Primerament s'ha projectat l'escenari de futur del consum energètic i el seu vector associat. Per tal de realitzar la projecció amb la metodologia més acurada possible s'ha calculat el consum energètic i cada una de la matèries primeres que formen part d'aquest pels dos mètodes detallats a l'apartat 5.1, la regressió lineal i la variació exponencial.

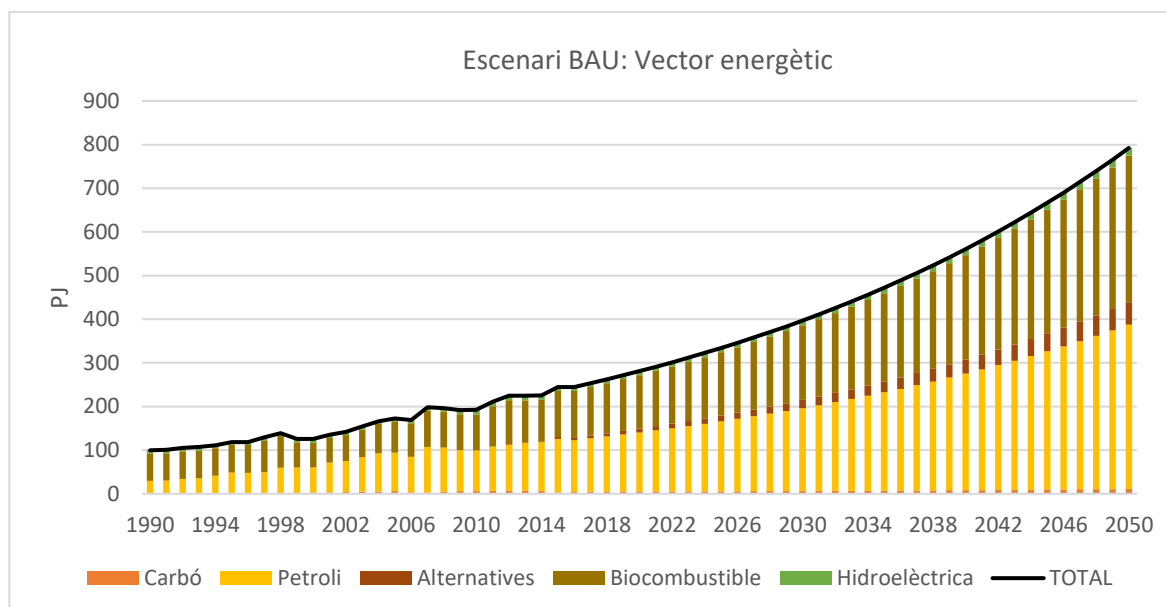
Un cop realitzades les dues projeccions s'ha procedit a escollir aquella amb un resultat més proporcionat amb la tendència actual, malgrat que en alguns casos es podrien ajustar ambdues. Com ja s'ha comentat en apartats anteriors, es considera que l'històric d'energies segueix una trajectòria majoritàriament lineal.

- Carbó: Pel mètode lineal s'ha estimat la recta de regressió pel període 1999-2016, ja que la seva implementació al vector d'Hondures no és fins al 1999. La progressió exponencial s'ha realitzat pels mateixos anys. Donat que el carbó és una de les energies que presenta una evolució menys contínua, també se li ha aplicat el mètode exponencial calculant la taxa de variació interanual, tot i que les diferències observades en els resultats finals han estat mínimes. Les projeccions obtingudes pels 3 mètodes mostren poques discrepàncies de

creixement, pel que s'ha escollit la gràfica obtinguda a través de l'exponencial any a any per ser el mètode que es considera més acurat.

- Petroli: Vist el creixement del petroli de forma continuada des del primer any d'estudi s'han aplicat els dos mètodes des del 1990 fins al 2016. Donat que la progressió exponencial sextuplica els valors del 2016, s'ha agafat la progressió lineal.
- Biocombustibles: L'evolució dels biocombustibles presenta una situació similar al petroli, pel que també s'han escollit els valors projectats pel mètode lineal. A més a més, com que la dependència d'Hondures envers els biocombustibles està associada principalment a la crema de llenya, no seria raonable assumir un creixement exponencial en una tendència al desenvolupament.
- Alternatives: Degut a la tardana implantació de les alternatives al vector energètic, s'ha calculat la seva progressió a partir del 2010. Al presentar una tendència de creixement tan accentuada, la projecció exponencial tendeix a valors incompatibles amb la realitat. Per tant, s'ha escollit la gràfica procedent de la projecció exponencial.
- Hidroelèctrica: L'evolució de l'energia hidroelèctrica presenta una gràfica històrica de tendència poc continuada, raó per la qual s'ha realitzat, a banda de la projecció lineal i exponencial estàndard, un càlcul de la seva taxa de variació interanual. Els dos mètodes exponencials mostren una progressió similar, on el seu consum no es veu incrementat. En vistes dels diferents projectes hidroelèctrics en fase de construcció, s'ha considerat més raonable escollir els valors del mètode lineal, que mostren una tendència de creixement moderada.
- Consum Energètic Total: En contraposició al seu vector, s'ha escollit la gràfica del consum energètic procedent de la projecció exponencial pel període 1990-2016, malgrat la tendència lineal que s'observa en l'històric, per ser la projecció més assumible d'acord amb el creixement que solen presentar els països en desenvolupament.

A mode de resum, els valors del petroli, la hidroelèctrica, les alternatives i el biocombustible s'han escollit de les gràfiques calculades pel mètode de la regressió lineal. El consum energètic total de la gràfica calculada pel mètode de la variació exponencial i el carbó pel mètode de la variació exponencial calculant la taxa de variació interanual.



**Figura 5.2.** Representació gràfica del Vector Energètic segons l'escenari BAU. (Font: Pròpia)

En projectar les energies que conformen el vector i el global del consum energètic separatament, les dades obtingudes de la suma del vector no està en concordança amb l'estimació del total energètic. Per tal d'acoblar aquests valors s'ha procedit, primerament, a calcular el valor resultant de la suma de les parts del vector energètic, d'on s'han obtingut els percentatges de distribució de cada una de les energies a través de l'Equació 5.4.

$$\text{Percentatge}_{\text{Matèria Prima}}(\%) = \frac{\text{Matèria Prima}}{\text{Energia Total}} \cdot 100 \quad \text{(Equació 5.4)}$$

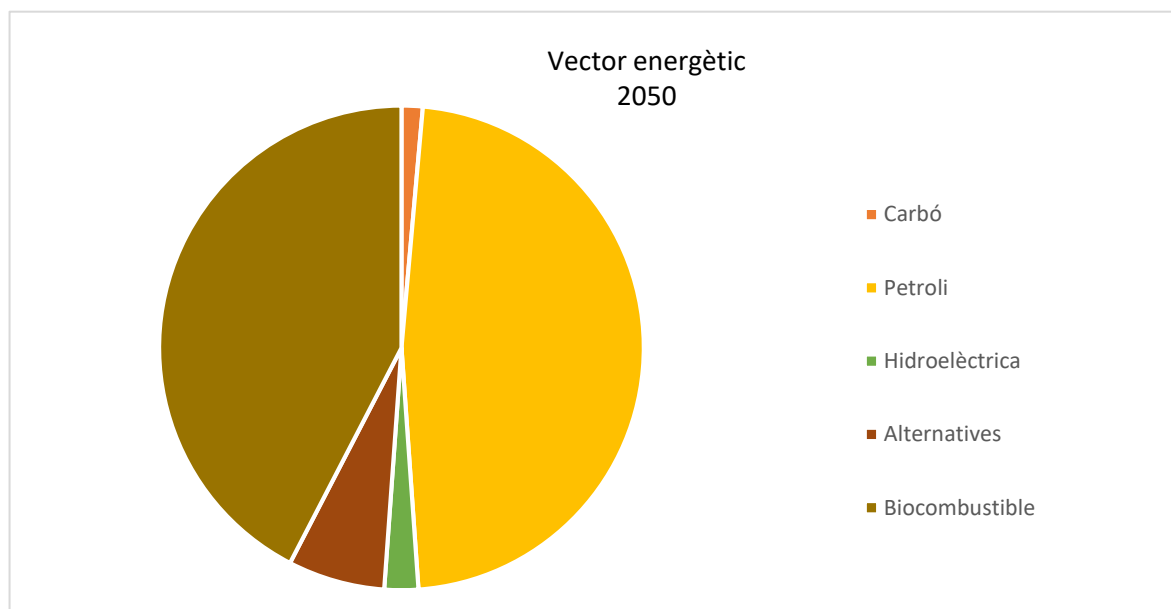
Darrerament, s'han extrapolat les variables de cada sector, aplicant el percentatge de distribució any a any, sobre els valors del BAU del consum energètic.

Les dades resultants de la suma del vector referents al període històric no concorden amb les dades del consum energètic extretes de la IEA. Aquest fet és degut a la compravenda directa d'electricitat d'altres països, que no ha estat comptabilitzada en aquest treball però sí que ho està en el balanç realitzat per la IEA. Donat que les discrepàncies es consideren poc significatives se seguirà treballant amb els valors de consum obtinguts de la IEA.

Els resultats obtinguts es poden observar a la Figura 5.2. En ella es pot apreciar el clar creixement exponencial del consum energètic, molt probable en un país que encara ha d'entrar en fase de transició, acompanyat d'un augment del petroli i el biocombustible majoritàriament. En el cas del petroli seria fàcil assumir aquest creixement massiu, ja que els països desenvolupats funcionen en la seva majoria amb l'ús d'aquest combustible fòssil, i seguiria representant pràcticament el 50% del vector energètic, com el 2016. El creixement que es podria veure més improbable en el BAU, tot i que



es correspon amb la tendència actual del país, seria el dels biocombustibles, i més sabent que el seu ús actual respon a la demanda de la crema de llenya per un ús residencial en un 80% aproximadament, ja que en una transició cap a una economia més rica es tendeix cap a un sistema energètic més eficient. Aquest increment dels biocombustibles es podria justificar amb un augment en l'ús de la biomassa, recurs amb un gran potencial disponible dins del país.



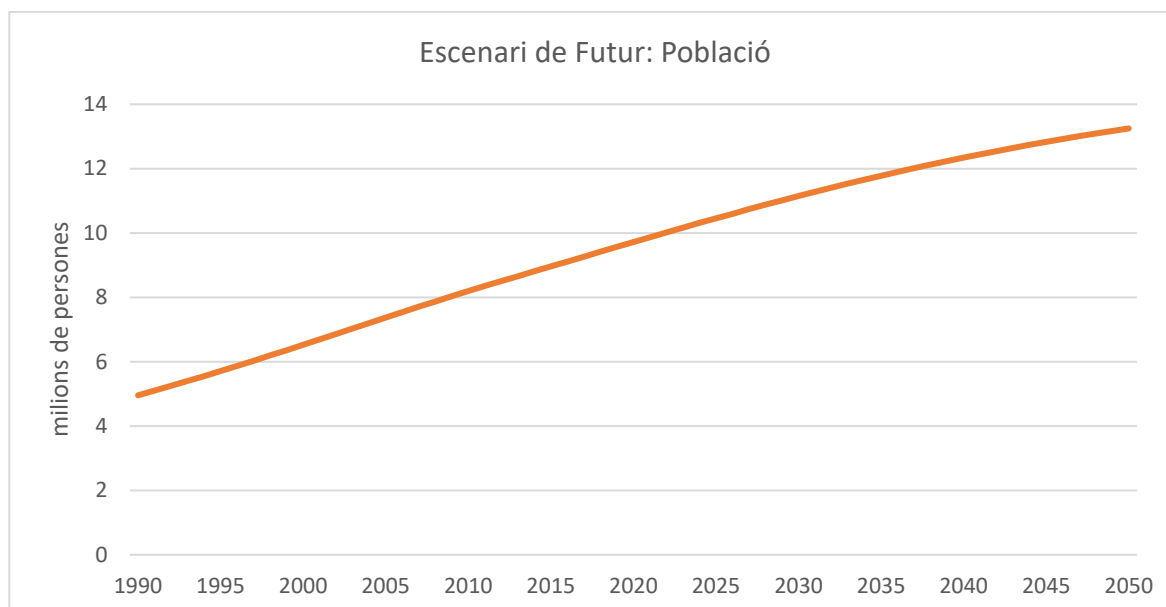
**Figura 5.3.** Representació per energies del consum energètic el 2050 segon l'escenari BAU. (Font: Pròpia)

Si es presta atenció a la Figura 5.3, que representa en un gràfic per vectors el percentatge de cada matèria primera que s'estima que formarà el conjunt total del consum energètic en un escenari BAU el 2050. La component que porta un canvi més significatiu en el vector és el de les energies alternatives, que canvia d'un 2,1% el 2016 a un 6,5% pel 2050. Aquest augment percentual del vector no és en detriment dels combustibles fòssils, sinó que ho és de la hidroelèctrica i els biocombustibles.

Cal destacar que totes les energies augmenten en certa mesura, fins i tot la hidroelèctrica i el carbó, que malgrat tenir el percentatge d'ús més baix, doblen el seu consum energètic pel 2050 respecte el 2016. Aquest fet és degut a l'augment exponencial del consum energètic total, que obligaria a augmentar la producció elèctrica en tots els sectors possibles.

### **Població**

Com ja ha estat esmentat, s'han recollit les dades de projecció de la població directament de la pàgina web oficial d'UNDESA, i per tant la projecció que es pot observar a la Figura 5.4 no ha estat representada a través d'un càlcul propi, sinó que s'ha elaborat amb els valors estimats pel mètode *Medium Variant* d'UNDESA.



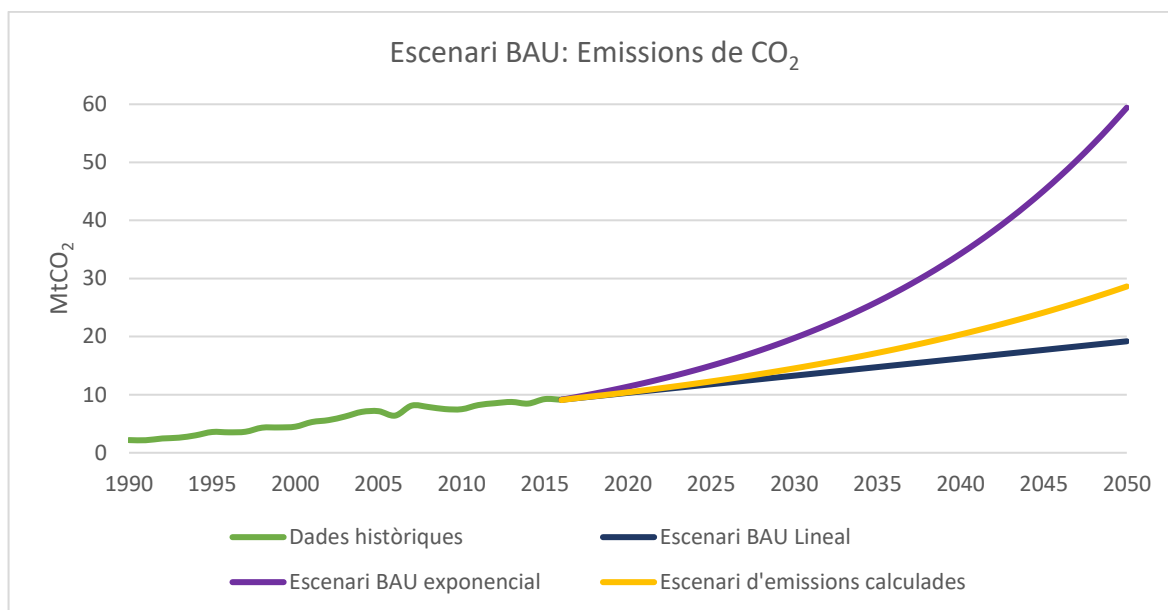
**Figura 5.4.** Representació gràfica de l'escenari de futur de la població segons dades d'UNDESA. (Font: Pròpia)

De la gràfica de la població es pot concloure que la població seguirà creixent fins no gaire més enllà del 2050, on la taxa de fertilitat disminuirà i la població es començarà a estabilitzar, amb un possible declivi de la població els primers anys. Aquest creixement és totalment acceptable en el context del país d'estudi, el qual probablement s'encami a un desenvolupament socioeconòmic per la millora del nivell de vida en els pròxims anys, que sòl venir acompanyat d'una reducció progressiva de la taxa de fertilitat.

### **Emissions de CO<sub>2</sub>**

Per estudiar l'escenari BAU corresponent a les emissions de diòxid de carboni s'ha procedit a calcular-lo per 3 mètodes diferents, el de la regressió lineal, el de la variant exponencial i com a resultat de la suma de les emissions del petroli i el carbó projectats fins el 2050 en l'escenari BAU del vector energètic.

El càlcul de les emissions associades al vector energètic s'ha executat seguint el mateix procediment emprat per la comprovació de les emissions en l'apartat 4.2.2. Inicialment s'han extret les emissions de CO<sub>2</sub> expulsades a l'atmosfera en la crema de petroli i carbó a través de les dades del consum energètic. Aquesta conversió és producte de la multiplicació del consum energètic dels combustibles fòssils pel seu factor d'emissions, tal com s'expressa en l'Equació 4.1 (Equació 4.1). Posteriorment se suma el vector obtingut per aconseguir les emissions totals.



**Figura 5.5.** Representació gràfica segons l'escenari BAU de les emissions de CO<sub>2</sub>. (Font: Pròpia)

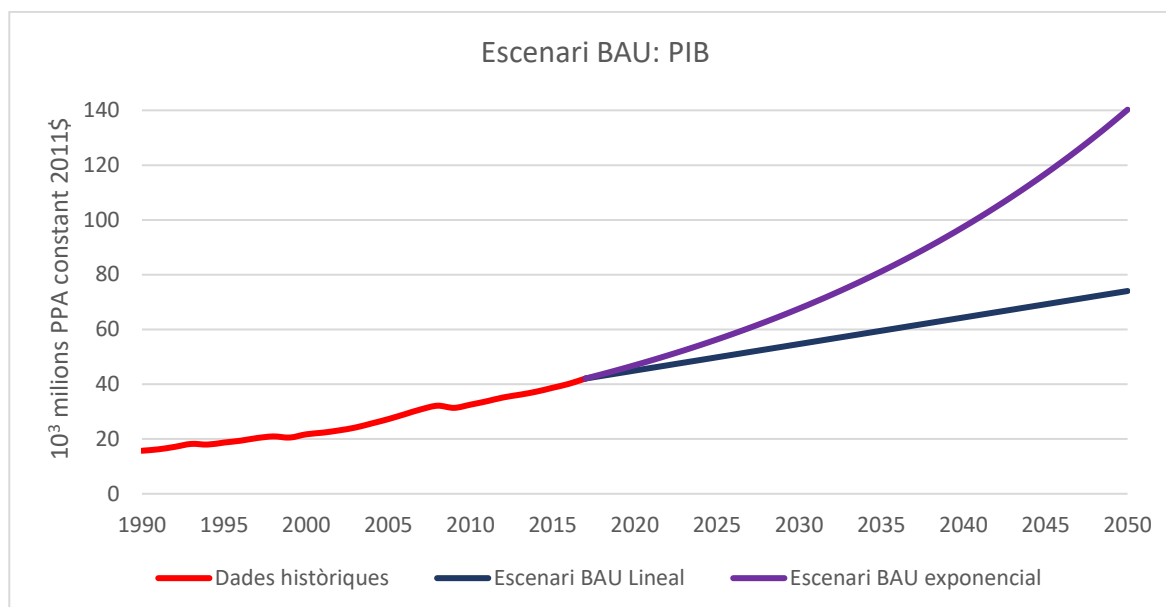
Per tal de treballar amb variables en concordança amb les projeccions dels combustibles fòssils del vector energètic, s'ha decidit agafar els valors resultants de la suma dels factors d'emissions, expressats en groc a la Figura 5.5. Els valors resultants, compresos entre les projeccions obtingudes pels altres dos mètodes, marquen una tendència de creixement suavitzada en comparació amb la projecció exponencial, que sextuplica les emissions de CO<sub>2</sub> actuals, i lleugerament superior a la lineal, la qual els duplica. Per aquest motiu es considera que la projecció BAU de les emissions d'Hondures és acceptable dins del context d'estudi.

La tendència de creixement és deguda principalment a l'increment del consum de petroli, que correspon a més del 95% del vector d'emissions, una distribució que pràcticament no ha variat respecte a les dades de l'històric. El fet que el consum de carbó, el combustible fòssil amb un factor d'emissions més gran, pràcticament no augmenti ajuda en què l'increment d'aquestes no sigui major.

Les emissions obtingues en aquest escenari BAU pel 2050, malgrat que tripliquen el valor de les seves emissions actuals, segueixen lluny de les associades als països desenvolupats en l'actualitat.

### **Producte Interior Brut**

Finalment també s'ha dut a terme la projecció del PIB pel 2050 a través dels mètodes de la regressió lineal i de la variació exponencial. Els resultats obtinguts per les dues metodologies es poden observar a la Figura 5.6.



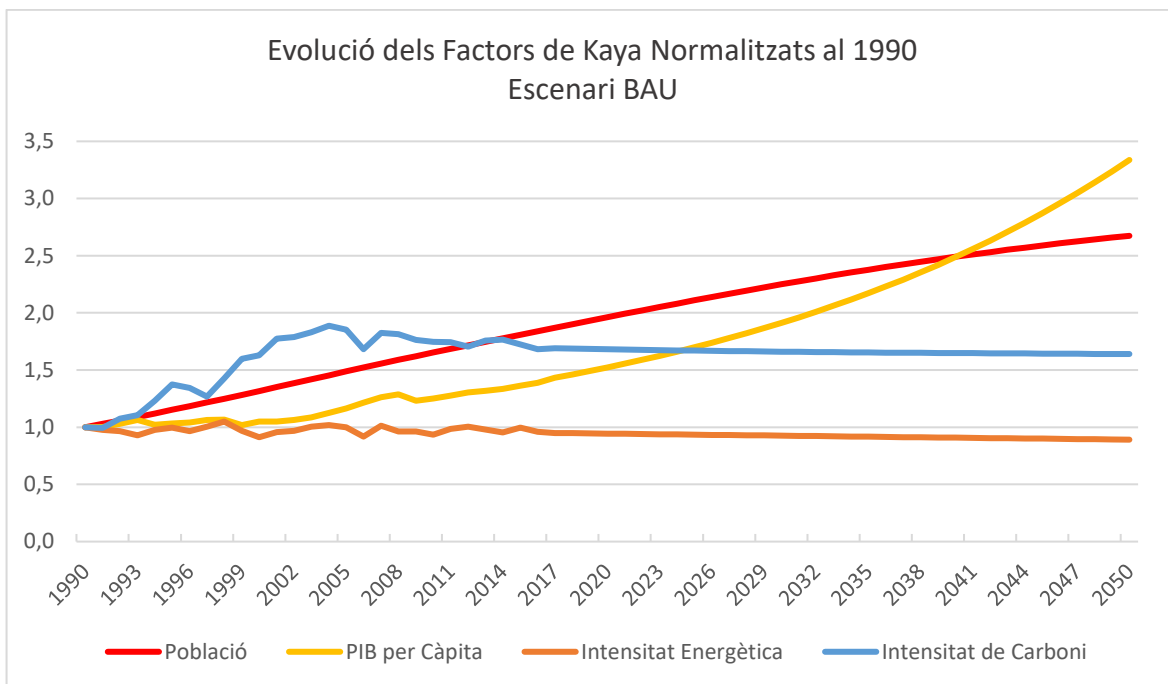
**Figura 5.6.** Representació gràfica segons l'escenari BAU del PIB. (Font: Pròpia)

Com ja s'ha comentat Hondures encara ha d'entrar en fase de desenvolupament, que s'espera que succeeixi en els pròxims anys, pel que seria acceptable suposar que la seva economia es veuria augmentada dràsticament en aquests pocs anys. A més a més el PIB és un indicador que sol augmentar exponencialment. Per aquests motius s'ha escollit com a resultat de l'escenari BAU aquell obtingut pel mètode exponencial, amb uns valors resultants molt per sobre dels obtinguts en la progressió lineal, i força coherents amb els valors esperats.

### **Indicadors**

Al presentar un històric amb una tendència tant marcada, llevat d'algunes de les energies que conformen el vector del consum, com ara el carbó i la hidroelèctrica, s'ha facilitat el càlcul dels escenaris BAU d'Hondures, que no han registrat canvis significatius envers la tendència d'evolució actual.

Per poder realitzar un anàlisi més profund dels resultats obtinguts s'ha procedit a calcular els factors de Kaya. Posteriorment s'han expressat aquests en una mateixa gràfica, amb les emissions resultants de la multiplicació d'aquests, i s'ha procedit a normalitzar-los als seus valors a l'any 1990. La gràfica obtinguda es mostra a la Figura 5.7, sense la variable de les emissions, ja que els seus valors eren massa grans i no podia realitzar un correcte anàlisi dels altres indicadors. Es pot consultar el gràfic de les emissions a l'Annex II\_BAU Indicadors, juntament amb altres gràfics de comparació amb els valors actuals d'Espanya i el Món.



**Figura 5.7.** Representació gràfica de l'evolució dels Factors de Kaya normalitzats als valors del 1990 segons l'escenari BAU (Font: Pròpia)

Observant l'evolució dels factors de Kaya normalitzats als valors de 1990 es pot observar que tots els factors han augmentat respecte a aquest any inicial excepte la Intensitat Energètica. Tot i que la Intensitat Energètica no s'ha vist incrementada, el seu declivi no és prou pronunciat en comparació amb l'augment dels altres factors, amb una reducció inferior a 0,5 MJ, que es tradueix en una mínima millora de l'eficiència energètica.

En canvi, a l'augmentar el PIB de forma exponencial i la població amb una taxa de creixement menor cada any, el PIB per càpita augmenta de forma dràstica en comparació als valors de 1990, fet que implica una millora en el desenvolupament econòmic del país. Aquest creixement econòmic, de 10.584 \$ per persona el 2050, s'ha vist doblat respecte als valors de 2016, de 4.407 \$ per persona. Tot i això segueix sense arribar als valors mundials actuals, ja que la diferència entre els PIB per càpita actuals és molt gran.

Finalment també s'ha observat una tendència de decreixement de la Intensitat de Carboni que implica, en conseqüència, valors d'emissions per unitat d'energia inferiors als mundials. Els seus valors a 2050, però, segueixen sent superiors als de 1990.

En global, els únics factors que decreixerien en un escenari continuista a les tendències actuals serien la intensitat energètica i la intensitat de carboni, però en molt poca mesura, fet que provoca un augment de tendència exponencial de les emissions de diòxid de carboni, quan entren en consideració els increments dels indicadors de PIB per càpita i població.

### 5.3. Escenari 1: NDC

A continuació s'exposarà el primer escenari alternatiu. Aquest primer escenari, anomenat escenari NDC basa les seves prediccions de reducció en l'objectiu expressat pel govern d'Hondures en la seva primera NDC (19) entregat per complir amb els compromisos assumits derivats de l'Acord de París. En aquesta NDC Hondures es compromet a reduir en un 15% les emissions respecte a l'escenari BAU per tot el conjunt de sectors continguts en aquest i, addicionalment, en un 39% el consum de llenya en les llars familiars respecte de l'escenari BAU per la lluita contra la desforestació gràcies a un projecte de fogons eficients. A més a més es compromet a l'aforestació/reforestació d'1 milió d'hectàrees de bosc. Cadascun d'aquests compromisos tenen com a any objectiu el 2030 i estan condicionats a què el suport internacional sigui favorable, i s'apliquin els mecanismes de finançament climàtic establerts en l'article 6 de l'Acord de París (8).

Aquest primer escenari, que es projectarà fins al 2030, any en els que s'estableixen els compromisos de reducció, diferencia les seves suposicions en dues hipòtesis:

- En la primera hipòtesi es considerarà la reducció de les emissions de diòxid de carboni del 15% pel 2030 respecte als valors de l'escenari BAU estimat en aquest treball. Donat que els compromisos de reducció expressats a la NDC fan referència al conjunt global dels GHG, s'assumirà en aquesta hipòtesi que la reducció s'efectuarà homogèniament entre els diversos GHG.
- En la segona hipòtesi es considerarà la reducció del 39% dels biocombustibles en el sector residencial. Fent la mitjana dels biocombustibles utilitzats en el sector residencial pels últims 5 anys d'estudi (2012-2016) s'ha estimat una contribució del 80% sobre el total, segons dades de la IEA. Per tant la reducció que s'aplicarà en el total dels biocombustibles en aquest escenari serà del 31,2%.

Un cop trobats els 2 principals objectius de reducció s'han aplicat aquests pel 2030 i s'ha procedit a calcular la taxa de variació entre el 2016 i el 2030 per trobar l'índex de l'augment any a any en aquests sectors. Donat que la NDC no especificava de quin sector dels combustibles fòssils es reduiria per la disminució de les emissions, s'ha aplicat una reducció equitativa del carbó i el petroli.

Aquestes reduccions estan referenciades respecte a l'escenari BAU, i per tant les dades de l'escenari NDC parteixen dels resultats obtinguts en aquest. Tant les dades del consum energètic com les del PIB i la Població s'ha agafat directament dels valors de l'escenari BAU, que es consideren estimacions coherents.

Partint de les dades del consum energètic del BAU i les reduccions de petroli, carbó i biocombustibles, s'han calculat els valors de les energies restants any a any com la resta del consum energètic amb la suma de les 3 matèries primeres calculades. Donat que les energies restants de calcular es corresponien amb les energies netes, la hidràulica, solar, eòlica i geotèrmica, s'han agrupat les projeccions de totes elles juntes com un mateix sector anomenat Renovables.

Donat que s'ha fet servir el mateix consum energètic que en el cas de l'escenari BAU, els valors del consum energètic obtinguts en la representació gràfica coincideixen amb el de la Figura 5.2, però es pot observar un clar canvi en el paradigma del vector energètic, on la distribució d'energies per sectors ha vist un canvi important respecte els valors actuals i respecte a l'escenari BAU, que representen un canvi en les emissions de diòxid de carboni.

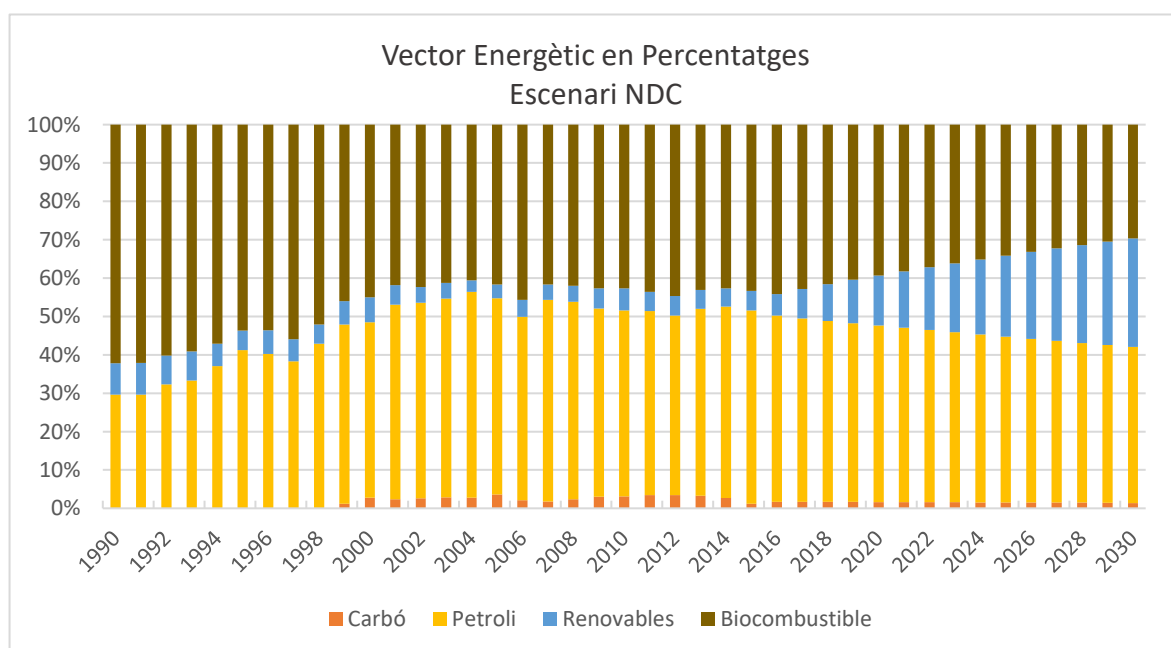
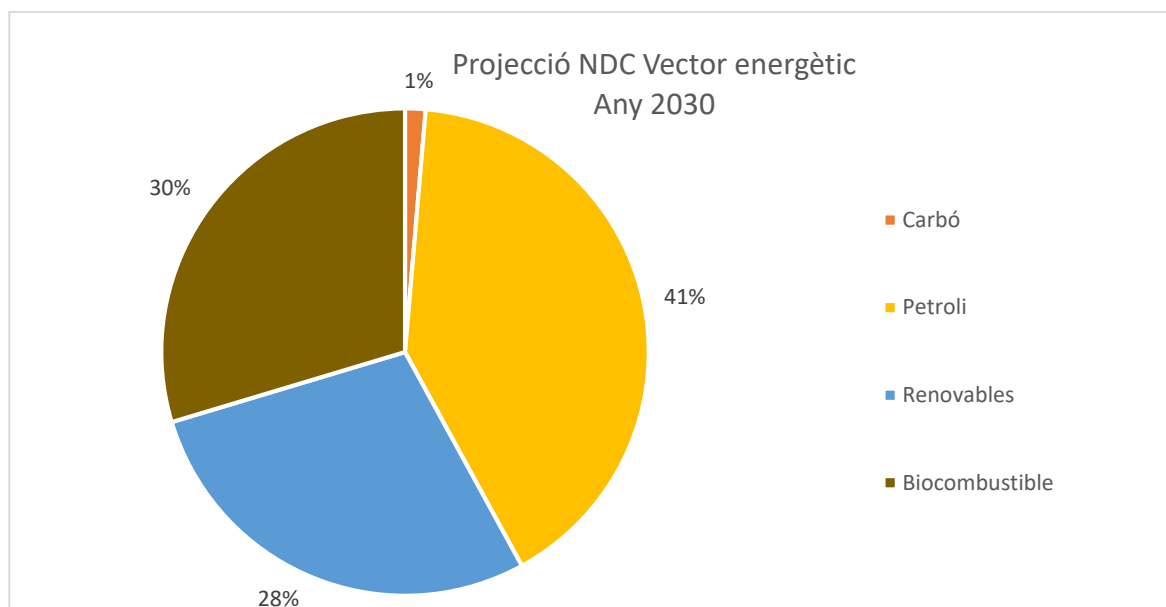


Figura 5.8. Representació gràfica del Vector Energètic segons l'escenari NDC en percentatges. (Font: Pròpia)

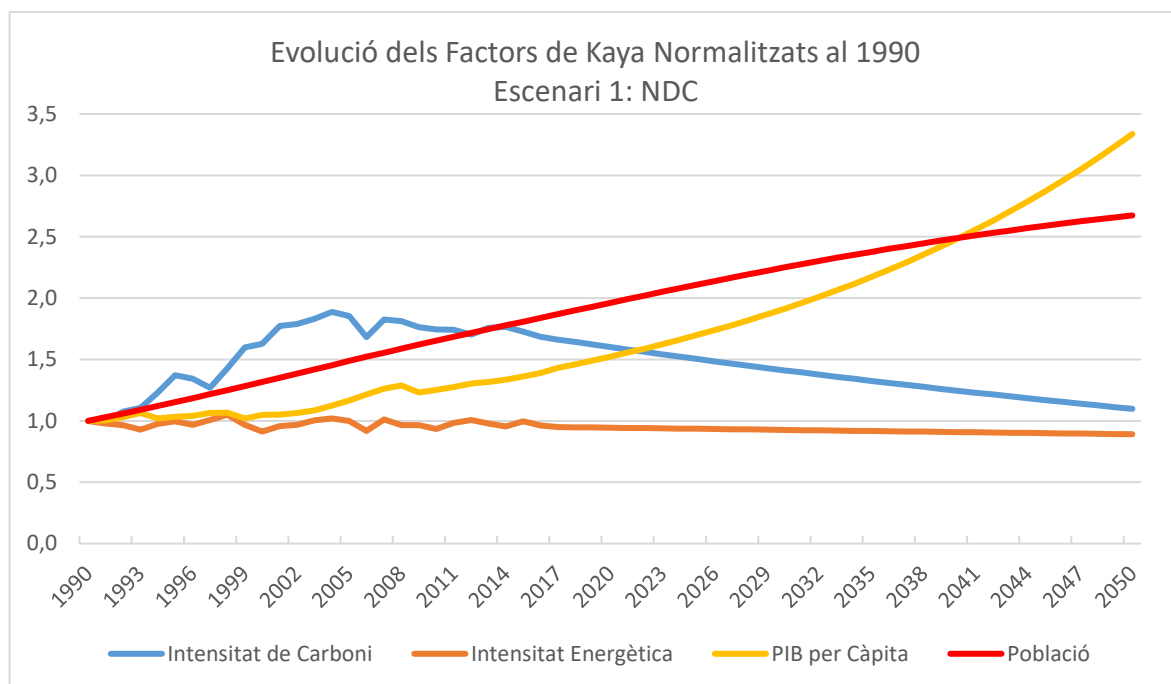


**Figura 5.9.** Representació per energies del consum energètic el 2030 segon l'escenari NDC. (Font: Pròpia)

Si s'observa detingudament les gràfiques representades en la Figura 5.8 i la Figura 5.9 és possible identificar clarament aquest augment de les energies renovables, que substitueixen en la seva majoria el consum de biocombustibles, que passa de representar el 44% del vector el 2016 a representar-ne el 29,6% el 2030, menys d'un terç d'aquest. Un altre factor observat en les representacions gràfiques és que, encara que també substitueixi part del consum energètic del petroli, de l'ordre d'un 30 PJ, aquest segueix sent el combustible més utilitzat a Hondures el 2030 segons estimacions d'aquest escenari. Cal destacar que malgrat l'elevat ús del petroli, una contribució de, pràcticament, el 30% d'energies renovables en el vector energètic és una fita molt ambiciosa si es té en compte el percentatge de les energies renovables en el vector energètic mundial actual. Tot i això Hondures ha establert diferents estratègies en l'àmbit nacional i moltes noves iniciatives de projectes renovable (20) (algunes encara a tramitar o en cerca de finançament) (29) (30) per tal d'aconseguir aquest objectiu.

Posteriorment, per poder realitzar una anàlisi de l'evolució dels factors de Kaya normalitzat als valors de 1990 comparable amb l'escenari BAU i els escenaris per venir s'han calculat els valors de les emissions i el vector energètic fins al 2050 seguint els patrons de reducció dels compromisos establerts a l'NDC.





**Figura 5.10.** Representació gràfica de l'evolució dels Factors de Kaya normalitzats als valors del 1990 segons l'escenari NDC (Font: Pròpia)

A la Figura 5.10 es mostra l'evolució dels factors de Kaya normalitzats als valors de 1990. Com que dels factors totals només s'ha modificat el valor de les emissions, l'únic indicador que s'ha vist afectat ha estat la Intensitat de Carboni i, conseqüentment, les emissions. Aquest s'ha vist dràsticament reduït, representant un vector energètic enfocat cada cop més en les renovables, assolint pràcticament els nivells d'intensitat de carboni que tenien el 1990 i allunyant-se cada cop més dels valors mitjans mundials.

Gràcies a aquest nou enfocament les emissions respecte a l'escenari BAU es veuen reduïdes considerablement el 2030, de 14,5 MtCO<sub>2</sub> a 11,1 MtCO<sub>2</sub> en l'escenari NDC. Malgrat això, les seves emissions de carboni augmenten en 2,1MtCO<sub>2</sub> respecte a les del 2016.

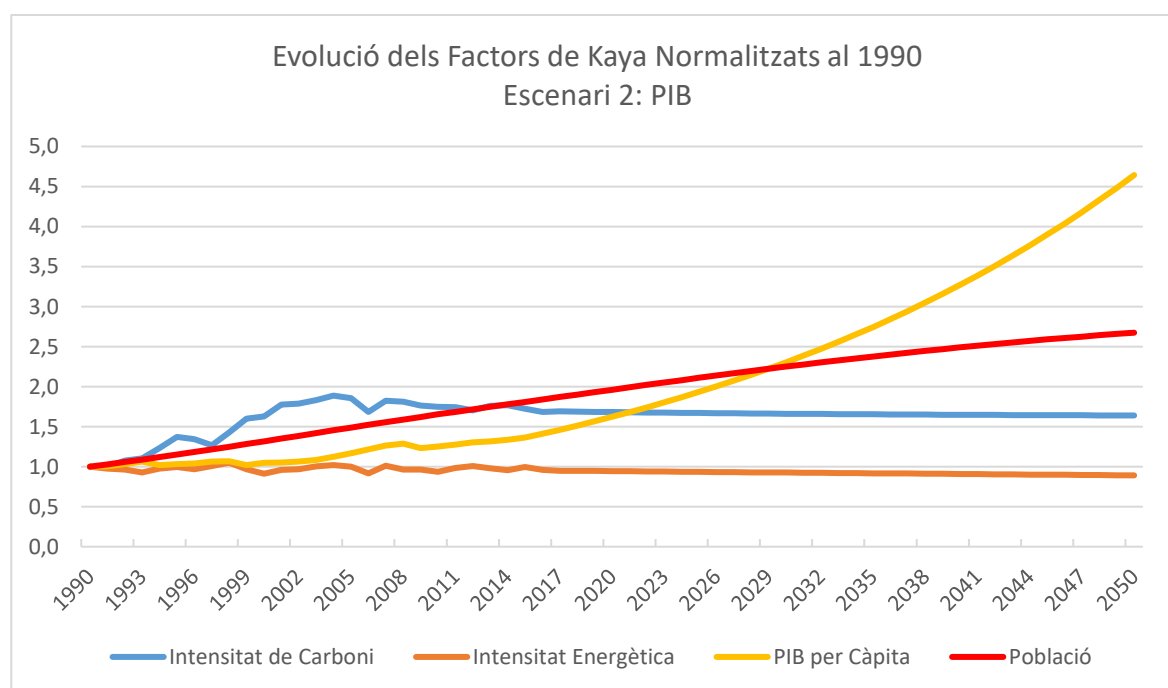
Vistes les projeccions d'aquest escenari, cal fer menció a l'important esforç que representa el compliment dels compromisos de mitigació del present escenari, ja que una millora en la qualitat de vida dels ciutadans implica en si un augment del consum energètic, que acostuma a anar lligat amb un increment de les emissions.

Totes les dades i gràfiques relatives a l'escenari 1, exposades o no a la memòria, es poden consultar a l'Annex III – Escenaris de Futur\_Escenari 1 NDC.

## 5.4. Escenari 2: PIB

El segon escenari de futur que planteja el treball basa les seves prediccions en un canvi del paradigma del PIB per càpita d'Hondures. Aquest escenari, que s'ha anomenat escenari PIB, suposa que pel 2050 el PIB per càpita d'Hondures arriba al valor del PIB per càpita mundial el 2015, de 14,727 milers de \$ (constants de 2011) segons PPA. Aquest plantejament preveu, per tant, un augment de l'economia nacional encara més elevat que l'obtingut en l'escenari BAU de 10,6 milers de \$. Els valors compresos entre el 2015 i el 2050 s'han calculat a través de la taxa de variació entre aquests dos anys.

Totes les altres variables, del consum energètic, les emissions i la població es mantindran els valors obtinguts de l'escenari BAU. Donat que en aquest escenari només es modifiquen els valors del PIB per càpita no es tractarà amb el vector energètic, que es considera igual que el del BAU pel fet que no s'ha modificat ni el consum energètic ni les emissions.



**Figura 5.11.** Representació gràfica de l'evolució dels Factors de Kaya normalitzats als valors del 1990 segons l'escenari PIB (Font: Pròpia)

En la Figura 5.11 es pot observar el creixement exponencial del PIB per càpita, que varia de 4.407 \$ l'any 2016 a 14,727 \$ el 2050, amb una diferència de 4.143 \$ respecte al valor final obtingut en l'escenari BAU. Aquest augment de la riquesa d'Hondures, sense aplicar cap modificació dels altres factors de Kaya, provoca un gran augment en les emissions del país, de l'ordre de 40 MtCO<sub>2</sub>, nivells significativament majors als obtinguts en l'escenari BAU, de 28,6 MtCO<sub>2</sub>, i doblats respecte als observats en l'escenari NDC, de 19,2 MtCO<sub>2</sub> tal com es pot observar a la Figura 5.13.

La resposta de les emissions envers l'increment del nivell de vida dels ciutadans era previsible d'assumir. Tot i això, cal recordar que, el valor final del PIB per càpita s'ha suposat basant-se en els valors mundials a 2015, per el qual a 2050 la seva economia seguiria per sota els valors mitjans mundials. La problemàtica vinculada a aquest fet és que, si l'economia tingués un desenvolupament més pronunciat, s'associaria paral·lelament a un major increment de les emissions.

Totes les dades i gràfiques relatives a l'escenari 2, exposades o no a la memòria, es poden consultar a l'Annex III – Escenaris de Futur\_Escenari 2 PIB.

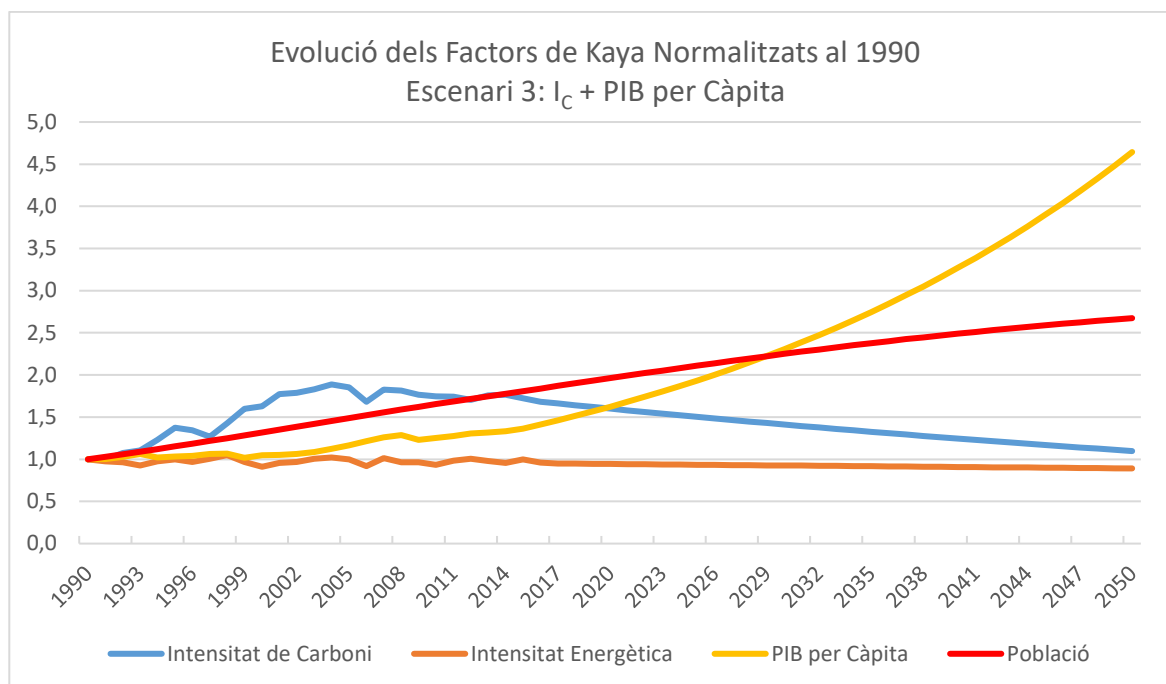
## 5.5. Escenari 3: I<sub>c</sub> + PIB

Combinant els objectius de l'escenari 1 i l'escenari 2 s'ha desenvolupat un tercer escenari anomenat escenari I<sub>c</sub>+PIB. Aquest estableix dues hipòtesis d'actuació:

- La primera hipòtesi planteja un canvi de paradigma del vector energètic, aplicant els compromisos que assumeix Hondures en la seva primera NDC. Els valors corresponents a aquesta hipòtesi parteixen de les dades de l'escenari NDC.
- La segona hipòtesi presenta un canvi de paradigma del PIB per càpita, per tal que l'economia d'Hondures assoleixi l'any 2050 els valors mundials de 2015. Els valors del PIB per càpita d'aquesta hipòtesi partiran de les dades obtingudes de l'escenari PIB.

La combinació de les suposicions formulades als dos escenaris previs, corresponents a les noves hipòtesis d'actuació, permet plantejar un escenari on es visualitzi la tendència de les emissions de diòxid de carboni resultants en el cas que Hondures reduís la intensitat de carboni, afegint un alt percentatge de renovables en el seu vector energètic, a la vegada que es desenvolupés la qualitat de vida de la seva població.

Per combinar aquests dos escenaris s'han recollit les dades de la intensitat de carboni de l'escenari NDC i els valors del PIB per càpita de l'escenari PIB. Les dades de la població i la intensitat energètica s'han utilitzat les obtingudes a l'escenari BAU.



**Figura 5.12.** Representació gràfica de l'evolució dels Factors de Kaya normalitzats als valors del 1990 segons l'escenari  $I_C$  + PIB per Càpita (Font: Pròpia)

La convergència d'aquests dos escenaris proporciona a l'escenari 3 un augment de la riquesa del país conjunt amb un distanciament de la dependència dels combustibles fòssils i la llenya, que es tradueix en una reducció de la intensitat de carboni. Calculant les emissions a través dels factors de Kaya es pot observar que aquestes, amb un valor de 26,7 MtCO<sub>2</sub>, es veuen reduïdes considerablement respecte a les calculades a l'escenari PIB, amb una variació de l'ordre de les 13,2 MtCO<sub>2</sub>, i una mica respecte a les de l'escenari BAU, amb un valor estimat l'any 2050 de 28,6 MtCO<sub>2</sub> (Figura 5.13). Malgrat la disminució de les emissions associades als factors de canvi, aquestes encara estan lluny de les obtingudes per l'escenari NDC.

Totes les dades i gràfiques relatives a l'escenari 3, exposades o no a la memòria, es poden consultar a l'Annex III – Escenaris de Futur\_Escenari 3 NDC+PIB.

A la Figura 5.13 es mostra de forma gràfica la comparativa d'emissions entre els quatre escenaris detallats fins ara. En ella s'observa el clar augment en les emissions que representaria l'augment de la qualitat de vida dels ciutadans en cas que no s'apliquessin mesures de mitigació, majors inclús que les de l'escenari BAU. També hi figura la reducció de l'escenari NDC+PIB, que representa una disminució molt conservadora i lluny de l'objectiu de mitigació del primer escenari.

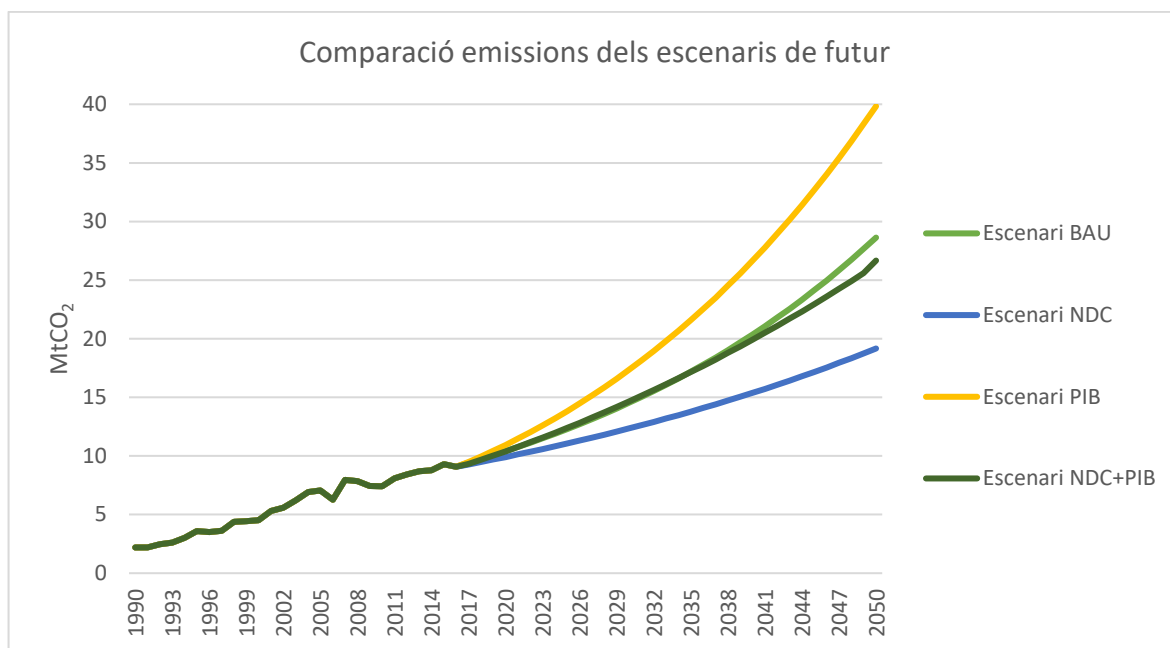
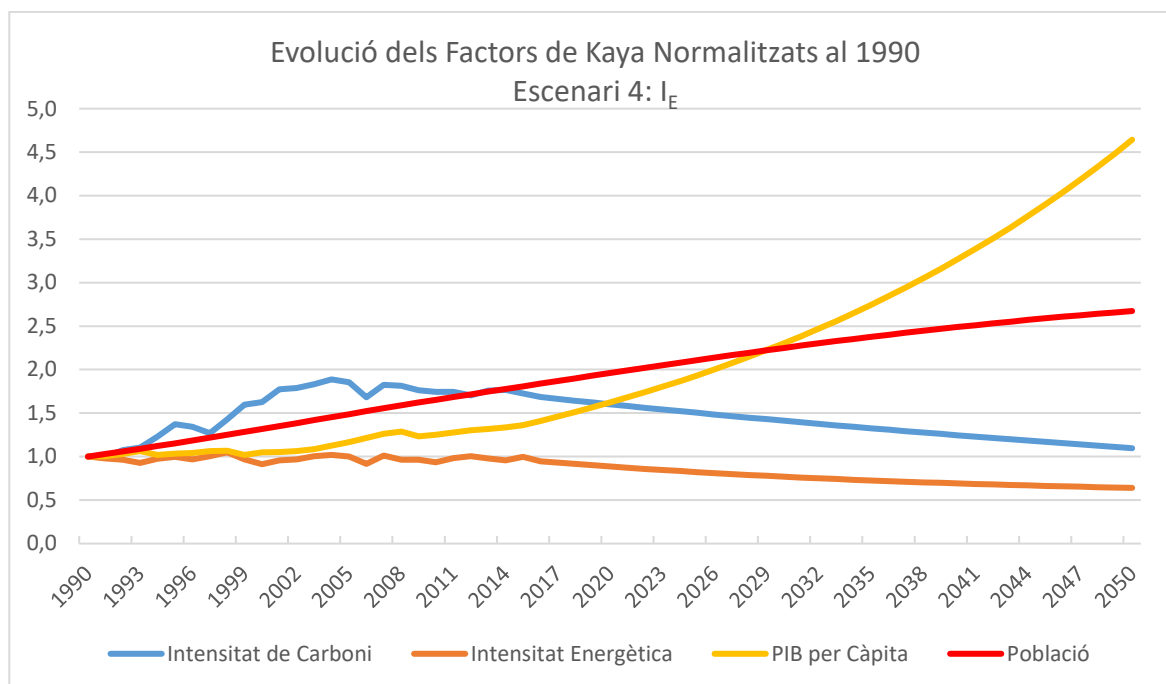


Figura 5.13. Gràfic comparatiu de l'evolució de les emissions dels diferents escenaris de futur (Font: Pròpia)

## 5.6. Escenari 4: I<sub>E</sub>

Finalment s'ha plantejat un últim escenari que obrís com la culminació dels escenaris anteriors. L'objectiu principal de l'escenari 4, que s'ha anomenat escenari I<sub>E</sub>, és el de procurar un estudi de les emissions obtingudes a l'escenari NDC per la implantació d'accions de mitigació en el seu vector energètic, amb el desenvolupament del nivell de vida dels ciutadans associat l'increment del PIB per càpita del país. En aquest escenari, per tant, es treballa amb les dues mateixes hipòtesis plantejades a l'escenari I<sub>C</sub>+PIB, afegint un compromís determinat d'emissions.

Les variables corresponents al PIB per càpita s'agafaran de l'escenari 2 i les corresponents a les emissions i la intensitat de carboni de l'escenari 1. Com ja s'ha comentat no es modificaran les dades de la població en tot el treball, ja que s'han obtingut d'una font oficial fiable. Per tant, l'única alternativa per conservar les emissions desitjades mantenint les alteracions dels factors conductors aplicats en els escenaris anteriors, ha estat modificant la intensitat energètica a través de la identitat de Kaya.



**Figura 5.14.** Representació gràfica de l'evolució dels Factors de Kaya normalitzats als valors del 1990 segons l'escenari I<sub>E</sub> (Font: Pròpia)

A la Figura 5.14 es poden apreciar els canvis realitzats per tal de concordar tots els valors. Per assolir l'objectiu de reducció d'emissions conjuntament d'un increment de la seva economia, Hondures hauria de disminuir la seva intensitat energètica a un valor de 4,1 MJ, valor inferior al mundial a 2015, de 5,3 MJ i considerablement proper al d'Espanya l'any 2015, de 3,3 MJ.

Partint dels valors de la intensitat energètica l'any 1990, la disminució dels valors el 2050 que suposaria l'escenari plantejat és d'aproximadament el 36%, comprès en un període de 35 anys. Malgrat les dimensions de la reducció en pro d'un increment de l'eficiència energètica, no és un objectiu inassolible, ja que pel període de 25 anys comprès entre el 1990 i el 2015, la intensitat energètica mitjana mundial va percebre una reducció del 33%.

Així doncs, per aconseguir aquest objectiu de reducció d'emissions sense afectar un possible desenvolupament econòmic, Hondures hauria de treballar en una millora dràstica però assolible de l'eficiència energètica i enfocar la seva economia cap al sector dels serveis, substituint en mesura la indústria i l'agricultura. Actualment Hondures és un país que, tot i que haver enfocat moltes polítiques a la mitigació del canvi climàtic, encara té molts problemes a tractar en l'àmbit de l'educació, la salut, la pobresa i la seguretat, pel que el canvi tan dràstic proposat s'hauria de realitzar a través d'una estratègia ben plantejada de desenvolupament de baixes emissions de carboni, aconseguint una major producció de riquesa emprant menys energia.

Totes les dades i gràfiques relatives a l'escenari 4, exposades o no a la memòria, es poden consultar a l'Annex III – Escenaris de Futur\_Escenari 4 le.



## 6. Anàlisi de l'impacte ambiental

Aquest treball no requereix cap mena de projecció o manipulació de prototips ni màquines físiques, pel que té impacte ambiental mínim. L'impacte ambiental derivat d'aquest treball prové principalment de l'eina de treball emprada i el mitjà de transport utilitzat pels desplaçaments:

- L'eina de treball utilitzada ha estat un ordinador i fulles de paper reutilitzades.
- El mitjà de transport utilitzat ha estat el metro, un mitjà de transport públic que funciona a través d'electricitat, i el Bicing, que no emet diòxid de carboni en el seu funcionament.



## Conclusions

A continuació es procedirà a exposar les principals idees i conclusions extretes de les dades tractades en l'elaboració del treball, i en concret, d'aquelles procedents de l'apartat tècnic del treball: Evolució de l'històric i escenaris BAU i alternatius.

La principal idea a tenir present en l'estudi d'Hondures, tant pel seu període històric com per les projeccions d'escenaris futurs, és que es tracta d'un país en vies de desenvolupament, encara lluny de la realitat socioeconòmica dels països desenvolupats pertanyents a l'Annex I de la UNFCCC, amb una responsabilitat mínima pel que fa a l'increment d'emissions d'efecte hivernacle a l'atmosfera i, per tant, al canvi climàtic. Malgrat això, és un país molt afectat per les conseqüències de l'increment de temperatura global.

Relatiu a l'evolució de l'històric, s'ha pogut observar una tendència de creixement molt continuista i lineal de tots els factors treballats, i en especial, en el cas del vector energètic. Però aquest creixement continu és molt progressiu, pel que no s'ha detectat cap succés extrem que impliqués un sobtat canvi de paradigma, més enllà de les crisis econòmiques o fenòmens climàtics. Aquest fet ha facilitat l'elaboració de l'escenari BAU.

Relacionant l'increment de les emissions de CO<sub>2</sub> amb l'evolució dels factors de Kaya, s'ha pogut comprovar una relació directa entre aquests, on una variació en les dades d'algun dels factors provoca un canvi en les emissions. Quant a l'històric d'Hondures, l'indicador que ha implicat una major contribució en l'increment d'aquestes ha estat el creixement de la població. Aquesta relació, lògicament, també pot observar-se entre les emissions i el consum dels combustibles fòssils.

Analitzant l'evolució dels factors de Kaya per separat s'observa un clar creixement de tots els indicadors, exceptuant la intensitat energètica, que es manté constant als seus valor l'any 1990. Però de tots ells, aquells factors que han vist un canvi més gran respecte al 1990 són la població i la intensitat de carboni, la qual redueix la seva taxa de creixement a la segona meitat del període històric (2004-2016).

Malgrat això, el sector que ha contribuït més en l'augment de les emissions en els darrers anys, ha estat el creixement de la importació i consum de petroli, destinat principalment a l'ús del transport i la indústria. Aquest augment s'ha vist incrementat, en part per donar resposta a la demanda provocada pel creixement de la població, i en part pel desenvolupament econòmic del país, que requereix més energia per seguir desenvolupant-se.

S'ha de destacar també els esforços de mitigació observats en el vector energètic, amb una clara implicació per incrementar el sector de les energies renovables, centrades pel moment en l'eòlica i la solar, que van començar a contribuir en el vector el 2011. Aquestes contribucions van substituir en part el creixement del consum del carbó, superant el seu consum en tan sols cinc anys. Tot i el clar potencial de creixement, l'increment d'aquestes depèn en gran part de les inversions al país i les ajudes econòmiques externes.

En la projecció dels diversos escenaris BAU s'ha detectat un creixement exponencial de les diferents variables tractades. Aquest fet és habitual en els escenaris de projecció BAU dels països en desenvolupament, on l'evolució de l'històric marca una tendència de creixement constant en quasi totes les variables i factors conductors.

A diferència de l'històric, l'escenari BAU mostra un increment de les emissions causat principalment per la tendència exponencial del PIB per càpita i seguit per l'evolució de la població. En aquest cas s'observa que la intensitat de carboni es manté en els valors de 2016, amb un lleuger declivi, semblant al de la intensitat energètica. Aquest fet es podria relacionar amb un desenvolupament del país amb baixes emissions de carboni, seguint la tendència iniciada als darrers anys.

El vector energètic, en mantenir el percentatge de cada energia pràcticament constant en tot el període històric, no veu cap diferència significativa en la distribució percentual de les energies. L'energia amb un increment més elevat és el petroli, factor que implicar un clar creixement de les emissions també, seguit dels biocombustibles.

L'únic fet a destacar de l'escenari BAU energètic és l'increment en el percentatge de les energies alternatives (principalment eòlica i solar), en detriment dels biocombustibles. Tot i que la contribució d'aquestes dins del vector segueix representant un percentatge de contribució baix, s'ha de tenir en compte que aquest augment és degut directament al seguiment de la tendència històrica. A més a més, en créixer cap a una societat econòmicament més rica, podria ser assumible suposar que, part de l'energia provinent dels biocombustibles que actualment correspon a la crema de llenya en el sector residencial, se substitueixi llavors per energia provinent de la producció amb biomassa.

Les projeccions d'emissions l'any 2050 superen per poc les 2 tones per càpita, valor que hauria d'emetre de mitja el global mundial si es vol encaminar cap a l'escenari dels 2 °C. En vistes dels resultats es pot concloure que si Hondures seguís amb la tendència de desenvolupament actual, seguiria lluny d'arribar als valors d'emissions per persona dels països desenvolupats com Espanya, i, fins i tot, lluny de la mitjana mundial a 2015.

L'estudi de l'escenari BAU ha permès la construcció d'escenaris alternatius basats en estimacions de canvi dels factors conductors del canvi climàtic projectats en aquest. La principal finalitat d'aquests és l'anàlisi de la resposta obtinguda en les emissions des d'una perspectiva de mitigació.

L'escenari NDC suposa unes hipòtesis de mitigació basades en el compliment dels compromisos de reducció, expressats a la seva primera NDC, d'un 15% de les emissions globals i un 39% dels biocombustibles destinats al sector residencial. L'aplicació de les hipòtesis plantejades, al proporcionar un canvi en els percentatges de renovables del vector energètic, es tradueix en una disminució més accentuada de la intensitat de carboni, que dóna lloc a una reducció de les emissions respecte al BAU.

Malgrat el declivi de la intensitat de carboni, les emissions resultants en el càlcul de la identitat de Kaya, mostren un augment envers les emissions històriques, ja que el creixement tendencial del PIB per càpita i la població són més accentuats que les emissions esmentades. És just posar en valor els esforços de mitigació necessaris pel compliment d'aquests objectius per un país com Hondures, tenint en compte la necessitat d'un creixement energètic que implica una millora global del nivell de vida de la societat.

Vist l'augment de les energies renovables en la distribució del vector energètic els darrers anys, pot ser assumible assolir els objectius plantejats per la NDC d'Hondures.

Per analitzar de forma separada quina seria l'evolució de les emissions en circumstàncies de desenvolupament de la qualitat de vida, s'ha construït l'escenari PIB, on se suposa, per l'any 2050, un creixement econòmic fins a assolir nivells iguals a la mitjana mundial de 2015. Aquest escenari involucra un canvi, únicament, en el PIB per càpita d'Hondures, que es veu projectat a majors valors que en l'escenari BAU, fet que provoca una immediata resposta de creixement en la projecció de les emissions a falta d'una reducció en la resta de factors conductors.

Cal remarcar que l'evolució del PIB suposada en aquest escenari preveu un increment econòmic als nivells mundials el 2015, per el qual el nivell de vida de la població hondurenya l'any 2050 restaria per sota la mitjana mundial. És a dir que, tot i patir un creixement molt destacable, l'augment del nivell de vida dels hondurenys encara hauria de ser més pronunciat per arribar a nivells similars als d'un país desenvolupat, fet que repercutiria encara més en el creixement de les emissions. Per tant, créixer econòmicament tan sols a costa d'un increment del consum energètic, i les emissions derivades d'aquest, és inviable des del punt de vista mediambiental. Cal, necessàriament, reduir alhora altres indicadors com la intensitat energètica o la de carboni.

El tercer escenari alternatiu planteja la unió de les hipòtesis assumides en l'escenari NDC i l'escenari PIB, per tal d'afrontar un desenvolupament econòmic conjuntament amb una perspectiva de mitigació, que permetria un augment del nivell de vida repercutint en menor mesura en el creixement de les

emissions. Tot i que la formulació d'aquest escenari implica un increment de les emissions més conservador que el del segon escenari, on tan sols es modifica el PIB, es segueixen estimant valors significativament per sobre dels projectats a l'escenari NDC a causa de l'accentuat creixement del factor econòmic. És a dir, l'increment econòmic plantejat, que encara seria insuficient per equiparar-lo amb el de la resta del món, acaba afectant més que els objectius de mitigació d'emissions, que ja es consideren prou ambiciosos, i més tractant-se d'un país en vies de desenvolupament.

Per tal de reduir la resposta de les emissions s'ha projectat un últim escenari de mitigació, en el qual s'implica l'efecte de la intensitat energètica en els factors de canvi.

Els 4 escenaris alternatius exposats al treball es poden concloure en aquest últim escenari, l'escenari I<sub>E</sub>, que agrupa les condicions dels 3 escenaris anteriors. En aquest es mostra una mitigació de les emissions projectades en l'escenari BAU segons els compromisos expressats a la seva NDC, conjuntament amb l'objectiu de desenvolupament econòmic suposat en escenaris anteriors i les previsions de població de UNDESA. Això necessàriament implica una reducció en la intensitat energètica, és a dir, ser més eficients econòmicament parlant, necessitar consumir menys energia per tal de generar riquesa.

La reducció de les emissions que s'observa en aquest s'atribueix al declivi més pronunciat de la intensitat de carboni i la intensitat energètica, provocat per la reducció dels combustibles fòssils i els biocombustibles en el vector energètic. Aquest fet donaria lloc, per tant, a un increment de les energies renovables en un alt percentatge. Tot i que el potencial de recursos energètics d'Hondures, per la seva situació geogràfica, és prometedor, seria necessària la inversió d'una gran quantitat de recursos econòmics per l'aprofitament d'aquests.

Els resultats obtinguts si s'apliquessin les actuacions de mitigació d'aquest escenari, podrien ser assumibles a nivell energètic, però seria necessari un canvi de paradigma de la societat per aconseguir aquest desenvolupament amb baixes emissions de carboni, enfocant, a més a més, polítiques per la millora de l'eficiència energètica. Malgrat això, i en vistes del canvi que ha afrontat la intensitat energètica a escala mundial els últims 25 anys, es conclou que el canvi de paradigma que hauria d'assumir la societat hondurenyesa és viable dins d'un context històric. Cal incidir, per això, en els importants esforços de mitigació que serien necessaris per implementar aquests canvis, i les possibles repercussions associades al desenvolupament econòmic del país.

També s'ha de tenir en consideració que les emissions de CO<sub>2</sub> provinents del sector energètic representen un 42% de les emissions totals de GHG d'Hondures, a causa de la gran contribució que representa l'agricultura i els canvis en l'ús del sòl a les emissions del país. Per aquest motiu, seria important també que es treballés en els altres sectors responsables de la resta d'emissions.

## Pressupost

En aquest apartat es detallarà un pressupost aproximat relatiu als costos associats a la producció del treball. Aquest pressupost es dividirà en 3 parts diferenciades: els costos procedents del treball d'enginyeria, els costos associats als recursos informàtics i els costos de transport.

Aquest pressupost es mesura en la seva majoria per un període de 4 mesos de treball, que és el temps de duració aproximat del projecte.

TREBALL D'ENGINYERIA	Hores dedicades (h)	Preu (€/h) <sup>1</sup>	Total (€)
Estudi previ	50	30	1.500
Apartat tècnic	250	30	7.500
Elaboració de la memòria	250	30	7.500
Reunions de seguiment	16	30	480
<b>SUBTOTAL</b>			16.980
<b>I.V.A 21%</b>			20.545,8
RECURSOS INFORMÀTICS	Mesos	Preu (€/mes)	Total (€)
HP ENVY Laptop 13-ad0xx i5-7200U/8GB	-	-	785,49
Microsoft Office 365 Personal	4	7	28
<b>SUBTOTAL</b>			813,49

---

<sup>1</sup> El preu s'ha estimat del sou mitjà d'un enginyer tècnic, tenint en compte que l'autor del projecte no està titulat.

<b>COSTOS DE TRANSPORT</b>	Mesos	Preu (€/mes)	Total (€)
<b>Bitllet T-Jove <sup>1</sup></b>	4	17,5	70
<b>Bicing</b>	4	11,79	47,16
<b>SUBTOTAL</b>			117,16
<b>PRESSUPOST TOTAL</b>			
<b>Treball d'Enginyeria</b>		20.545,8 €	
<b>Recursos Informàtics</b>		813,49 €	
<b>Costos de Transport</b>		117,16 €	
<b>TOTAL</b>		21.476,45 €	

El pressupost final del treball, tenint en compte tots els costos associats a aquest en els 4 mesos, és de 21.476,45 €.

<sup>1</sup> Descompte del 50% en per Tarifa Monoparental.

## Referències bibliogràfiques

1. WG I. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. A: . 2007. ISBN 0521705983. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004.
2. WG I. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. A: *Assessment Report 5*. 2013, ISBN 0580617300. DOI 10.1021/ie801542g.
3. IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. A: *Intergovernmental Panel on Climate Change* [en línia]. 2015. ISBN 9291691224. DOI 10.1256/004316502320517344. [Consulta: 6 desembre 2018]. Disponible a: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf).
4. WG II. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. A: [en línia]. New York: 2014. Disponible a: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf).
5. IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change. A: [en línia]. [Consulta: 1 desembre 2018]. Disponible a: <https://www.ipcc.ch/>.
6. United Nations. UN Framework Convention on Climate Change. A: *U.S. Department of State Dispatch* [en línia]. 1992. [Consulta: 15 desembre 2018]. Disponible a: [http://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/con veng.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/con veng.pdf).
7. UNFCCC. Kyoto Protocol Reference Manual. A: [en línia]. [Consulta: 24 novembre 2018]. Disponible a: [https://unfccc.int/resource/docs/publications/08\\_unfccc\\_kp\\_ref\\_manual.pdf](https://unfccc.int/resource/docs/publications/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf).
8. UNFCCC. Paris Agreement Spanish. A: [en línia]. 2015. [Consulta: 16 desembre 2018]. Disponible a: [https://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/spanish_paris_agreement.pdf).
9. COP. Efecto Agregado de las Contribuciones Previstas Determinadas a Nivel Nacional: Informe Actualizado. A: [en línia]. Marrakech: 2016. [Consulta: 16 desembre 2018]. Disponible a: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2016/cop22/spa/02s.pdf>.
10. Osiris Castro, M. et al. Segunda Comunicación Nacional del Gobierno de Honduras ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. A: [en línia]. [Consulta: 2 octubre 2018]. Disponible a: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/honnc2.pdf>.
11. The World Factbook - Central Intelligence Agency. A: [en línia]. [Consulta: 11 setembre 2018]. Disponible a: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ho.html>.
12. Human Development Report. A: . New York: 2016. ISBN 9789211264135.
13. Instituto Nacional de Estadística. Base en línea. A: [en línia]. [Consulta: 3 gener 2019]. Disponible a: <https://www.ine.gob.hn/V2/>.
14. Estrategia del IICA en Honduras: 2014-2018. A: [en línia]. [Consulta: 4 gener 2019]. Disponible a: <http://repiica.iica.int/docs/b3681i/b3681i.pdf>.

15. CEPAL. Estudio Económico de América Latina y el Caribe: Honduras. A: [en línea]. 2018. [Consulta: 4 gener 2019]. Disponible a: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43964/116/EEE2018\\_Honduras\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43964/116/EEE2018_Honduras_es.pdf).
16. Flores, W. El sector energético de Honduras : Diagnóstico y política energética. A: . 2015, núm. September.
17. Banco Mundial. Temas y Opciones del Sector Energía, Informe Final. A: [en línea]. 2007. [Consulta: 17 diciembre 2018]. Disponible a: <http://documents.worldbank.org/curated/pt/118301468252901975/pdf/420230SPANISHOHNOPower0sector01PUBLIC1.pdf>.
18. SERNA. Estrategia Nacional de Cambio Climático de la República de Honduras. A: [en línea]. Tegucigalpa: 2010. [Consulta: 6 noviembre 2018]. Disponible a: [http://www.fecomol.org/pdf/ENCC\\_HONDURAS\\_VERSION\\_LARGA\\_.pdf](http://www.fecomol.org/pdf/ENCC_HONDURAS_VERSION_LARGA_.pdf).
19. Gobierno de la República de Honduras. Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional de la República de Honduras. A: [en línea]. 2016. [Consulta: 2 noviembre 2019]. Disponible a: [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Honduras First/Honduras INDC\\_esp.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Honduras%20First/Honduras%20INDC_esp.pdf).
20. Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de Honduras. A: [en línea]. 2018. [Consulta: 2 diciembre 2018]. Disponible a: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43983/1/S1800542\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43983/1/S1800542_es.pdf).
21. Oficina Coordinadora de Proyectos Mi Ambiente+. A: [en línea]. [Consulta: 7 noviembre 2018]. Disponible a: <http://www.ocphn.org/v1/>.
22. TERCERA COMUNICACIÓN | Oficina Coordinadora de Proyectos Mi Ambiente+. A: [en línea]. [Consulta: 19 noviembre 2018]. Disponible a: <http://www.ocphn.org/v1/terceracomunicacion/>.
23. IPCC. Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. A: [en línea]. [Consulta: 23 octubre 2018]. Disponible a: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>.
24. International Energy Agency. A: [en línea]. [Consulta: 27 setembre 2018]. Disponible a: <https://www.iea.org/>.
25. World Bank Open Data | Data. A: [en línea]. [Consulta: 2 octubre 2018]. Disponible a: <https://data.worldbank.org/>.
26. UN DESA | United Nations Department of Economic and Social Affairs |. A: [en línea]. [Consulta: 20 octubre 2018]. Disponible a: <https://www.un.org/development/desa/en/>.
27. UNDP. Impactos económicos y sociales de la crisis económica internacional en Honduras. A: [en línea]. 2010. ISBN 9789992676028. [Consulta: 5 gener 2019]. Disponible a: [www.undp.un.hn](http://www.undp.un.hn).
28. Gómez, D.R. et al. Stationary Combustion. A: *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* [en línea]. Volume 2: [Consulta: 20 diciembre 2018]. Disponible a: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2\\_Volume2/V2\\_2\\_Ch2\\_Stationary\\_Combustion.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf).



29. Contratos de Energía Renovable en Honduras. A: [en línia]. [Consulta: 30 octubre 2018]. Disponible a: <https://studylib.es/doc/7020713/contratos-de-energía-renovable-en-honduras>.

30. Proyectos del Sector Energético en Búsqueda de Financiamiento. A: [en línia]. [Consulta: 30 octubre 2018]. Disponible a: <http://www.prohonduras.hn/images/sectore/energia/proyectos-energia-busqueda-financiamiento.pdf>.



## Bibliografia consultada

1. Trigo Puchol, A. *Estudi i Projectió d'Escenaris Futurs d'Emissions a partir del Vector Energètic* [en línia]. Universitat Politècnica de Catalunya, 2017. [Consulta: 7 novembre 2018]. Disponible a: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108414/TFG\\_Andrea-Trigo-Puchol.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108414/TFG_Andrea-Trigo-Puchol.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
2. Preparación de la Segunda Comunicación Nacional de Honduras a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. A: [en línia]. [Consulta: 7 novembre 2018]. Disponible a: [http://www.undp.org/content/dam/honduras/docs/proyectos/MA\\_2da\\_Comunicacion-PRODOC.pdf](http://www.undp.org/content/dam/honduras/docs/proyectos/MA_2da_Comunicacion-PRODOC.pdf).
3. Argilés Mor, G. *Escenaris de Futur de les Emissions Mundials en Base a l'Anàlisi dels Factors Conductors d'Aquestes*. [en línia]. Universitat Politècnica de Catalunya, 2017. [Consulta: 18 novembre 2018]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/105397/TFG2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
4. Mejorando el Acceso a los Mercados Energéticos. A: [en línia]. 2014. [Consulta: 29 novembre 2018]. Disponible a: <http://www.olade.org/wp-content/uploads/2015/08/INFORME-FINAL-TALLER-WF-HONDURAS.pdf>.
5. Xercavins, J. i Alcaraz, O. *Ciència de l'escalfament global i del CC*. 2016.
6. Atmósfera Terrestre: Capas, Estructura, Composición, Importancia y Más. A: [en línia]. [Consulta: 4 desembre 2018]. Disponible a: <https://www.capasdelatierra.org/atmosfera/>.
7. US EPA. Environmental Topics. A: [en línia]. [Consulta: 5 desembre 2018]. Disponible a: <https://www.epa.gov/environmental-topics>.
8. Xercavins, J. i Alcaraz, O. *La UNFCCC*. 2016.
9. Xercavins, J. i Alcaraz, O. *Introducció al temes de l'agenda política*. 2016.
10. Navarrete Rojas, M.E. Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). A: [en línia]. 2016. [Consulta: 7 desembre 2018]. Disponible a: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42720/4/S1701275\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42720/4/S1701275_es.pdf).
11. European Commission. Acuerdo de París | Acción por el Clima. A: [en línia]. [Consulta: 17 desembre 2018]. Disponible a: [https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris\\_es](https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es).

## Annexes

- Annex I – Dades Històric.
  - Gràfic d'emissions per sectors.
  - Vector Energètic.
  - CO<sub>2</sub>.
  - Població.
  - PIB.
  - Indicadors.
- Annex II – Escenari BAU.
  - Indicadors.
  - Lineal\_Vector.
  - Exponencial\_Vector.
  - BAU\_Vector.
  - BAU\_CO2.
  - BAU\_PIB.
  - BAU Indicadors.
- Annex III – Escenaris de Futur.
  - BAU Indicadors.
  - Escenari 1 NDC.
  - Escenari 2 PIB.
  - Escenari 3 NDC+PIB.
  - Escenari 4 I<sub>E</sub>.
  - Escenari 5 2t.
  - Comparació valors.

