



# Impacte Econòmic i Social d'ALBA II



José García Montalvo (Universitat Pompeu Fabra)

Josep Maria Raya (Tecnocampus, Universitat Pompeu Fabra)



Octubre 2023



# Índex

Resum executiu	3
1. Introducció	4
2. Impacte econòmic	5
2.1. Metodologia	5
2.2. Dades per a l'anàlisi: inversió i coeficients tècnics	5
2.3. El vector de la demanda	5
2.4. La matriu de comptabilitat social	6
2.5. Resultats	6
3. Impacte socioeconòmic	7
3.1. Metodologia	7
3.2. Supòsits bàsics	7
3.3. Anàlisi financera: resultats	7
3.4. Anàlisi econòmica	8
3.4.1. Benefici per desenvolupament de nous productes	8
3.4.2. Benefici per la xarxa de coneixements i contactes	8
3.4.3. Benefici per la investigació	8
3.4.4. Benefici per desenvolupament de capital humà	9
3.4.5. Benefici per desenvolupament del capital social	9
3.4.6. Benefici per als visitants	9
3.4.7. Benefici per a la imatge del destí	9
3.4.8. Costos socials	9
3.4.9. Resultats de l'anàlisi econòmica	9
4. Conclusió	12
5. Bibliografia	13

# Resum executiu

## Aspectes generals

Aquest informe presenta l'estudi de l'impacte econòmic i social de la construcció i entrada en funcionament del Síncrotró ALBA II, projecte de modernització del Síncrotró ALBA, per transformar-lo en un síncrotró de quarta generació.

El projecte consisteix en la modernització de la font de llum Síncrotró ALBA per millorar les prestacions actuals de l'accelerador i de la llum de síncrotró emesa, sobretot el poder de resolució i coherència. A més a més, s'actualitzarà l'equipament de catorze laboratoris de llum de síncrotró i tres laboratoris addicionals, dos dels quals amb una longitud de gairebé dos-cents metres que permetran instal·lar innovadores tècniques de llum de síncrotró que situaran a ALBA II a la frontera de l'avantguarda.

Les anàlisis s'apliquen al període 2024-2056, basades en el pressupost de despeses i inversions 2024-2038 que suposa una inversió diferencial de 162,7 milions d'euros respecte a l'escenari de no modernitzar ALBA.

## Objectius

- Enfortir la posició competitiva d'Espanya i la Unió Europea en matèria de grans instal·lacions científiques.
- Facilitar l'accés de científics i empreses del sud de la Unió Europea a una font de llum de síncrotró.
- Augmentar l'ús del potencial científic i tecnològic de Catalunya i Espanya.
- Millorar la capacitat del sistema de ciència i tecnologia espanyol i la col·laboració amb altres grans instal·lacions científiques europees.
- Facilitar la millora de la competitivitat de les empreses espanyoles.
- Millorar el benestar de la ciutadania a partir de les aplicacions de la llum de síncrotró al desenvolupament de materials avançats per a l'energia i la indústria de semiconductors, i en la cerca de noves solucions de salut, canvi climàtic, medi ambient, etc.

## Supòsits de l'anàlisi de l'impacte social

La metodologia d'aquesta anàlisi de cost-benefici consisteix a quantificar, en termes monetaris, els beneficis i els costos (incloent-hi les externalitats) que comporta sobre el conjunt de la societat una determinada inversió, i permet, d'aquesta manera, la comparació directa dels resultats amb els costos a partir del valor net de la inversió.

Es té en compte un període de funcionament de vint-i-cinc anys, un cop finalitzada la construcció.

L'escenari bàsic considera una taxa d'inflació del 3 %,

una taxa de descompte del 3 %, 188 dies en els quals la instal·lació és oberta, i dos anys des del moment de posada en marxa d'una línia experimental fins a la saturació.

## Principals resultats de l'impacte social

- L'anàlisi econòmica de l'escenari bàsic proporciona un valor actual net de 544 milions d'euros, una ràtio cost-benefici d'1,37 i una taxa interna de rendibilitat de 20,3 % anual. És a dir, **cada euro invertit a ALBA II té un retorn social anual d'1,20 euros**. Aquesta xifra suposa més del doble de la taxa obtinguda a ALBA que ja era elevada, ja que no és habitual que les taxes de rendibilitat superin els dos dígitos. Això s'explica pel fet que la nova inversió a ALBA II aprofita gran part de la inversió a ALBA i n'incrementa la rendibilitat.
- El **benefici social monetitzat acumulat arribarà fins als 2,112 milions d'euros en el període 2024-2056**, xifra que comparada amb els costos de la infraestructura és molt favorable.

## Supòsits de l'anàlisi de l'impacte econòmic

La metodologia adoptada és el model input-output que calcula els impactes directes, indirectes i induïts, que recull els fluxos de transaccions intersectorials o intermèdies en una determinada regió o país en un any concret, així com els diferents vectors de la demanda final i els inputs primaris.

Es considera l'impacte econòmic sobre tres magnituds: producció, valor afegit i ocupació.

Es distingeixen tres fases: el període de funcionament de la infraestructura actual i aprovisionament d'ALBA II (2024-2029), el període de construcció (2030-2031) i el període de funcionament (2032-2056).

## Principals resultats de l'anàlisi de l'impacte econòmic

En el conjunt del període (funcionament-aprovisionament, construcció i funcionament) es generarà un **impacte de 1.123 milions d'euros** (el que implica un **multiplicador d'1,9 per cada euro** de producció directa a ALBA II), un **valor afegit de gairebé 346 milions d'euros (multiplicador d'1,94 per cada euro** de valor afegit directe a ALBA II) i **361 llocs de feina a temps complet (multiplicador de 4,36 per cada lloc de feina** directa a ALBA II).

# 1. Introducció

S'han fet dos estudis de l'impacte econòmic i social d'ALBA, un el 2003 abans de l'inici de la inversió (avaluació ex ante) i un altre el 2010 abans de l'entrada en funcionament (avaluació ex post) (García-Montalvo i Raya Vilchez, 2005; Raya-Vilchez i García-Montalvo, 2016). Aquests estudis d'impacte econòmic i anàlisi cost-benefici (Raya Vilchez i Moreno-Torres, 2013), permeten transmetre a la societat de manera quantificada l'efecte econòmic i social de la construcció/millora d'una determinada infraestructura.

L'estudi de 2010, redactat en acabar la fase de construcció inicial, basava els càlculs en un funcionament de vint-i-cinc anys amb set línies de llum a partir del 2011. L'anàlisi financera determinava que la taxa interna de rendiment era del 6,4 % i la ràtio de benefici sobre cost (B/C) de l'1,18. L'anàlisi econòmica de l'escenari bàsic proporcionava un valor actual net de 147,7 milions d'euros, una taxa interna de rendibilitat del 7,9 % i una ràtio de benefici sobre cost d'1,35. L'any 2023, amb deu línies de llum en operació i quatre més en construcció amb una inversió pública semblant malgrat que lleugerament incrementada, es pot manifestar clarament que aquestes previsions de l'escenari bàsic conservador han estat superades. Això també confirma el sentit i la validesa de la metodologia aplicada a l'estudi de l'impacte socioeconòmic d'ALBA, com un instrument d'avaluació de la inversió necessària.

Els avenços en la tecnologia de les fonts de llum de sincrotró estan impulsant l'evolució cap als sincrotrons de quarta generació arreu del món. Són sincrotrons amb un feix de fotons molt més brillant que obren noves portes d'exploració dels detalls de la matèria. Fa poc, el Sincrotró ALBA ha començat a dissenyar ALBA II, això inclou renovar l'accelerador que funciona com a font de llum, construir noves línies experimentals i renovar les actuals, així com les infraestructures de dades i altres serveis. ALBA II tindrà més capacitat de resolució, d'anàlisi de dades, serà més ràpid en l'experimentació i continuarà oferint els millors instruments competitius a escala internacional a la comunitat científica i industrial. La renovació es basa a reutilitzar de manera optimitzada els desenvolupaments que ja existeixen en la majoria d'infraestructures.

Es preveu dissenyar i construir ALBA II en paral·lel al funcionament d'ALBA fins al 2029, dedicar el 2030 i el 2031 a desinstal·lar l'accelerador actual i instal·lar i posar en marxa de nou l'accelerador i les noves línies de llum. ALBA II entraria en funcionament l'any 2032, vint anys després de la inauguració d'ALBA.

L'estudi de l'impacte econòmic i cost-benefici original va recaure en mans del mateix nucli d'investigadors que ha fet l'estudi d'impacte en aquesta evolució a un sincrotró de quarta generació.

L'objectiu és fer una anàlisi de l'impacte econòmic –en termes de producció, valor afegit brut (VAB) i ocupació– i

social –posant en valor aspectes com els efectes d'ALBA II en la investigació i la formació– de la inversió que transformarà ALBA en ALBA II. Per tant, es tracta d'una nova avaluació ex ante. Totes les anàlisis prenen de referència el període 2024-2056: període d'inversió i posada en marxa d'ALBA II i les noves línies. Aquest període de vint-i-cinc anys des de l'entrada en funcionament d'ALBA II el 2032, és l'horitzó mínim que s'ha trobat en la literatura de projectes d'inversió en infraestructures tecnològiques. Tenint en compte la distribució d'ingressos i costos, expandir l'horitzó temporal implica augmentar la rendibilitat de la inversió.

El present estudi s'estructura de la següent manera. A la secció 2 es presenta l'anàlisi d'impacte econòmic que inclou la descripció de la metodologia, les dades d'anàlisis, el vector de la demanda, la matriu de resultats i l'exposició dels resultats. A la tercera part, es presenta l'impacte social a través de la metodologia d'anàlisi de cost-benefici i els resultats obtinguts. A l'última part s'exposen les conclusions.

## 2. Impacte econòmic

L'impacte econòmic de la font de llum de sincrotró ALBA II s'analitza tenint en compte tant la inversió inicial com les despeses associades al seu funcionament fins al final del període útil. S'ha fet servir la metodologia estàndard en aquesta mena d'estudis que són els càlculs corresponents a les taules input-output (TIO), que ja es van fer servir en l'estimació de 2003 i de 2010.

### 2.1. Metodologia

L'avaluació de l'impacte econòmic d'una infraestructura es fa a partir de la informació de les TIO que recullen els fluxos de transaccions intersectorials o intermèdies en una determinada regió o país en un any concret, així com els diferents vectors de la demanda final i els inputs primaris. Les TIO mostren de manera desagregada informació sobre:

- Les transaccions intermèdies de béns i serveis entre els sectors productius d'una economia.
- Les compres finals de béns i serveis per part dels consumidors, les empreses, el sector públic i el sector exterior (en forma d'exportacions).
- Els pagaments de les empreses als factors primaris, al sector públic (en forma d'imposicions) i al sector exterior (en forma d'importacions).

Amb aquesta informació estadística és possible desenvolupar un model input-output de l'economia en el qual les variacions en el nivell global de l'activitat econòmica dels sectors productius estan explicades per les variacions que es produeixen en les demandes finals, amb una particularitat destacable: les interdependències sectorials permeten computar l'efecte creuat d'un canvi en la demanda final del bé o servei ofert per un sector sobre l'índex d'activitat global de la resta de sectors. L'efecte concret sobre un sector dependrà, naturalment, de l'estructura que tingui la tecnologia de producció en relació amb els béns i serveis necessaris en l'activitat productiva, però que són produïts i provenen de la resta de sectors.

L'avantatge fonamental de l'anàlisi input-output és la seva capacitat per a mesurar l'efecte de la interdependència productiva entre sectors i distingir entre l'impacte directe i l'impacte indirecte. L'impacte directe mesura l'efecte sobre l'activitat d'un sector d'haver d'ajustar, en primera instància, la seva producció per satisfer els nous nivells de demanda final. En canvi, l'impacte indirecte mesura els ajustos en els nivells de producció de tots els sectors en resposta a les noves demandes d'inputs que són necessàries per poder acomodar el nivell de producció del sector en què originàriament recau la nova demanda final. Ja que cada sector proveïdor d'inputs també requereix els inputs de la resta de sectors, l'impacte indirecte capta l'ajust seqüencial de tots els sectors per satisfer mútuament les necessitats d'inputs en resposta als canvis promoguts en la demanda final.

El càlcul dels efectes directes i indirectes retalla la seqüència d'influències econòmiques en la generació de rendes factorials. No obstant això, el flux circular de la renda en el món real no s'atura aquí, sinó que la generació de noves rendes contribueix a una ampliació de la capacitat adquisitiva dels consumidors receptors d'aquestes noves rendes, i, per tant, té un efecte addicional sobre la demanda final. Per exemple, l'augment en la remuneració dels assalariats pot comportar un creixement del consum a les llars en productes de diversos sectors de l'economia. Els efectes causats per l'increment en la demanda final de les llars es coneix com els efectes induïts.

En aquest punt, s'utilitza la informació sobre els coeficients tècnics de treball, que mesuren els requisits d'ocupació per unitat de producció, per calcular l'efecte sobre l'ocupació d'un canvi en la demanda final. De manera similar, es fa servir la informació sobre el valor afegit unitari (salaris i altres rendes, principalment rendes del capital) per calcular l'efecte sobre el valor afegit.

### 2.2. Dades per a l'anàlisi: inversió i coeficients tècnics

L'anàlisi d'impacte econòmic requereix dos inputs bàsics: la inversió del projecte i els coeficients tècnics de la matriu de comptabilitat social (SAM). El primer pas consisteix a calcular la inversió en la fase de construcció i desglossar-la pel seu origen sectorial.

### 2.3. El vector de la demanda

El vector de la demanda indica l'increment de la demanda a causa de la construcció i el funcionament de la font de llum de sincrotró ALBA II. Per al càlcul de l'impacte econòmic d'ALBA II s'ha fet servir informació sobre els vectors d'inversió i costos de funcionament previstos proporcionats per ALBA durant el període analitzat que es mostra a la Figura 1. El cost total que inclou la construcció del nou accelerador de tres línies experimentals, de noves infraestructures de dades, més la inversió extra de desenvolupament continu, funcionament, manteniment i personal durant quinze anys, des del 2024 al 2038, suma 1.000 M€.

La fase de construcció d'ALBA II es farà entre 2024 i 2031 amb una inversió total de 162,7 milions d'euros, representats anualment en color groc a la Figura 1. Els costos i inversions de funcionament d'ALBA coexisteixen amb aquesta fase de construcció i s'estenen més enllà de 2031 per permetre l'operació d'ALBA II com es representa de manera anual en colors blau, taronja i gris a la Figura 1. Els costos i inversions de funcionament d'ALBA II s'han extrapolat al període 2039-2056 exclusivament per poder fer aquest estudi d'impacte econòmic i social.

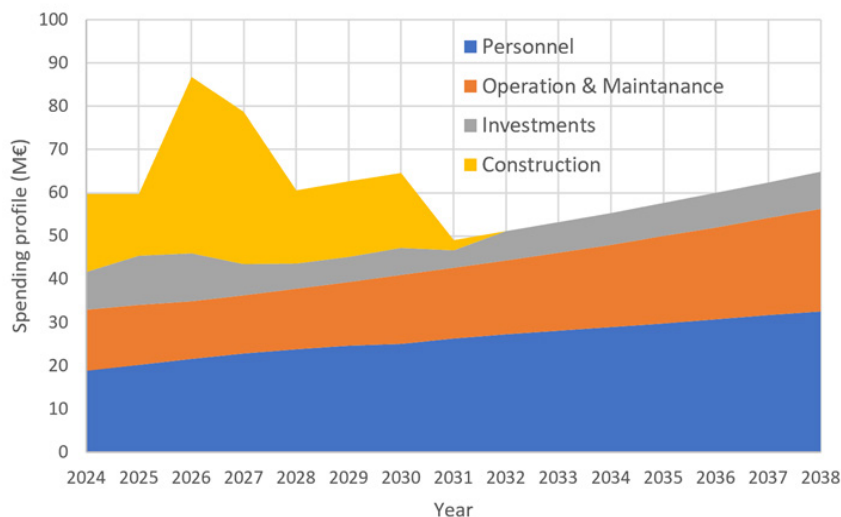


Figura 1.- Evolució anual de les inversions i despeses de funcionament previstos per a ALBA i ALBA II

## 2.4. La matriu de comptabilitat social

Així mateix, s'han fet servir els multiplicadors calculats el 2010 amb la informació sobre l'estructura econòmica catalana procedent de les ja mencionades TIO, la comptabilitat regional i d'Alcaide Guindo (2010). Com ja s'ha vist, les TIO ofereixen el detall desglossat per sectors dels comptes de producció, renda i costos. Per tancar el flux circular de la renda calen dades sobre els ingressos i despeses del sector privat, el sector exterior i el sector públic, així com dels seus respectius dèficits o superàvits (contribució a l'estalvi agregat de la comunitat). Amb aquest objectiu es construeixen les matrius de comptabilitat social (SAM) a partir de les TIO (Llop, 2012).

## 2.5. Resultats

Es considera l'impacte econòmic sobre tres magnituds: producció, valor afegit i ocupació. El punt de partida és el vector de demanda calculat a partir de l'assignació als diferents sectors econòmics segons el pressupost de despeses i inversions 2024-2038. D'entre aquestes despeses s'han exclòs les de personal i la partida d'usuaris i altres

transferències. La resta de partides (inversions, despeses corrents, de funcionament i financeres), suposen gairebé un 60 % del pressupost. Els resultats es poden observar a la Taula 1. Les partides analitzades generen un impacte de 1.123 milions d'euros (això implica un multiplicador d'1,9 per cada euro de producció directa a ALBA II), un valor afegit de gairebé 346 milions d'euros (multiplicador d'1,94 per cada euro de valor afegit directe a ALBA II) i 361 llocs de feina a temps complet (multiplicador de 4,36 per cada lloc de feina directa a ALBA II).

PIB (2024-2038)	DIRECTE	INDIRECTE	INDUÏT	TOTAL
Agricultura, ramaderia, pesca i indústries extractivistes	5,000	14,880	227,246	247,127
Indústria, construcció i energia	533,974,229	132,248,728	345,688,892	1,011,911,849
Serveis	58,196,021	7,268,745	45,821,100	111,285,866
<b>Total</b>	<b>592,175,250</b>	<b>139,532,354</b>	<b>391,737,238</b>	<b>1,123,444,842</b>
LLOCS DE FEINA (2024-2038)				
Agricultura, ramaderia, pesca i indústries extractivistes	0	0	,0	0
Indústria, construcció i energia	61	81	149	290
Serveis	22	13	37	71
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>94</b>	<b>186</b>	<b>361</b>
VALOR AFEGIT (2024-2038)				
Agricultura, ramaderia, pesca i indústries extractivistes	0	0	0	0
Indústria, construcció i energia	142,650,382	29,730,722	108,017,874	280,398,978
Serveis	35,707,718	4,392,110	25,972,462	66,072,147
<b>Total</b>	<b>178,358,100</b>	<b>34,122,832</b>	<b>133,990,336</b>	<b>346,471,124</b>

Font: elaboració pròpia. Taula 1. - Impacte econòmic d'ALBA II (euros)

# 3. Impacte socioeconòmic

Cal tenir en compte el fet que la metodologia d'anàlisi input-output és una simplificació esquemàtica de la realitat, i, per tant, presenta algunes limitacions perquè no considera, per exemple, factors monetaris, fiscals o laborals. D'altra banda, les hipòtesis de linealitat i estabilitat dels coeficients tècnics i el caràcter estàtic de l'anàlisi són les principals restriccions intrínseques al model (Muñoz, 2010). Així mateix, alguns autors (Taks et al., 2011) destaquen que moltes de les crítiques en els estudis d'impacte econòmic basats en l'anàlisi input-output estan relacionades amb l'ús de multiplicadors d'impacte sobredimensionats (especialment en els aspectes relatius als visitants i no depurar per *time-switchers* o visitants casuals), com indica Matheson (2009), i en la no consideració de les externalitats positives i negatives, com destaquen (Barget i Gouguet, 2007).

## 3.1. Metodologia

És per això que es considera adequat acompanyar l'estudi de l'impacte econòmic amb una metodologia d'anàlisi cost-benefici (Policy, 2014). L'anàlisi cost-benefici (ACB) és un instrument que té com a objecte avaluar els projectes d'inversió des del punt de vista de les necessitats de la societat, i així establir prioritats a l'hora de prendre decisions (De Rus, 2010). L'ACB consisteix a quantificar, en termes monetaris, els beneficis i els costos que comporta sobre el conjunt de la societat una determinada inversió, i permet, d'aquesta manera, la comparació directa dels resultats amb els costos a partir del valor net de la inversió. Així, quan els beneficis superin els costos (valor net positiu), estarà econòmicament justificada aquesta activitat.

El principal problema recau en les dificultats per expressar tots els efectes rellevants d'una inversió pública, com la dedicada a ALBA II, a una magnitud monetària. L'economia considera benefici social tot allò que contribueix a augmentar el benestar de les persones, i cost social com tot allò que contribueix a reduir-ho. Per tant, un benefici o un cost d'una gran infraestructura de recerca no és només allò que produeix un guany monetari, sinó tot el que millora o empitjora el benestar, definit a partir de les preferències individuals donada una determinada distribució de la renda. La conseqüència d'això és que els beneficis i els costos d'una inversió pública han d'adoptar una perspectiva social, tal com s'ha assenyalat abans.

## 3.2. Supòsits bàsics

Per al càlcul de l'impacte socioeconòmic la metodologia d'aquesta proposta (ACB) segueix els principis exposats a (Florio, 2019; Florio et al., 2008). Alguns supòsits habituals són:

- Es considera un horitzó temporal de vint-i-cinc anys, una vegada estigui en funcionament ALBA II. Aquesta hipòtesi està basada en el fet que es tracta d'una

inversió assimilable a les energètiques, que el període de construcció s'estendrà durant vuit anys (2024-2031) i que el període de funcionament mitjà d'aquesta mena d'instal·lacions és de vint-i-cinc anys segons els estàndards internacionals (2032-2056). De fet, a fi de ser conservadors es tria el límit inferior recomanat (entre vint-i-cinc i trenta anys).

- Es considera com a valor residual el valor dels terrenys on se situa la instal·lació, calculat a preus corrents. La base és el càlcul del valor net descomptat de la inversió en ALBA II. L'escenari bàsic considera una taxa d'inflació del 3 %<sup>1</sup> i una taxa de descompte del 3 %.

Dins de la metodologia del cost benefici se solen distingir dues parts. En primer lloc, l'anàlisi financera en la qual s'avalua la part financera de la inversió sense corregir per preus en condicions no competitives ni incorporar les externalitats positives o negatives. En segon lloc, en l'anàlisi econòmica, es parteix de l'anàlisi financera i es té en consideració les externalitats així com les correccions dels preus obtingudes en condicions no competitives (si és el cas).

## 3.3. Anàlisi financera: resultats

Els indicadors més utilitzats per a l'anàlisi financera són la TIR, VAN i la B/C.

La TIR es defineix com la taxa de rendibilitat que iguala a zero el valor actualitzat net de la inversió. Per tant:

$$VAN(S) = \sum_{t=0}^n S_t (1 + TIR)^t = 0$$

on  $S_n$  són els fluxos nets en el moment  $n$ . La guia Anàlisi del cost benefici de projectes d'inversió preparada per la Unitat d'Avaluació de la DG de Política Regional de la Comissió Europea assenyalava que un TIR reduït, o fins i tot negatiu, no invalida el projecte, condicionat al fet que pugui aconseguir els seus objectius.

El VAN es defineix com a valor present descomptat dels fluxos nets generats pel projecte.

$$VAN(S) = \sum_{t=0}^n a_t S_t = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

on  $a_t$  és el factor de descompte i  $i$  el tipus d'interès (o cost d'oportunitat dels fons).

La ràtio B/C és la relació entre el valor actual dels beneficis i el valor actual dels costos incloent les inversions.

<sup>1</sup> Encara que actualment la inflació se situa en el 3,5 % i la subjacent en el 5,8 %. En qualsevol cas, les anàlisis de sensibilitat mostren que un creixement de la inflació augmenta el valor financer net actualitzat (VAN) i la taxa de rendibilitat interna (TIR) del projecte (perquè el flux d'ingressos és més gran que el de costos)

Utilitzant les dades i els supòsits exposats en les seccions anteriors, l'escenari bàsic resulta en un valor actualitzat net de 217 milions d'euros i una taxa interna de rendiment del 9,7 % (Taula 2). Els resultats superen àmpliament els obtinguts el 2010, el motiu és que els ingressos són superiors (perquè en lloc de set línies experimentals, durant el període hi ha actives entre deu i disset) i els costos són inferiors, perquè es va fer el gruix de la inversió abans de 2010. Els ingressos per ús industrial i els costos d'inversió i funcionament d'ALBA II s'han obtingut dels comptes d'ALBA. L'ingrés financer aconseguit per les hores d'utilització d'ALBA II per part dels investigadors, s'ha obtingut d'una manera similar al calculat el 2010, però ara amb la informació dels costos d'ALBA.<sup>2</sup> L'ingrés per cada *shift* s'actualitza fent servir la mateixa taxa d'inflació (3 %) i es redueix a mesura que va augmentant el nombre de línies experimentals fins a la saturació de la dissetena línia el 2033. Respecte a la demanda es calcula suposant una utilització del 98 % – pràcticament saturació– que és la demanda actual (5,227 *shifts*). Aquesta demanda va augmentant des de les deu línies actuals a les disset, suposant que cada nova línia se satura en dos anys, que és el màxim observat fins al moment.

VAN	<b>217 216 751 €</b>
TIR	<b>9,7%</b>
B/C	<b>1,14</b>

Font: elaboració pròpia. Taula 2. Resultats de l'anàlisi financera

### 3.4. Anàlisi econòmica

L'anàlisi econòmica té com a objectiu determinar la contribució global del projecte al benestar de la regió o el país. Per tant, el subjecte d'interès en aquest cas és tota la societat i no sols el propietari de la infraestructura. Per fer la transició entre l'anàlisi financera i l'anàlisi econòmica han de tenir-se en consideració correccions dels resultats financers per a tenir en compte les externalitats i la conversió en preus de mercat de béns i serveis adquirits en condicions no competitives.

La guia del cost benefici preparada per la Unitat d'Avaluació de la Direcció general de Política Regional de la Comissió Europea (2014) i Florio (2019) recomanen tenir en compte una sèrie d'externalitats positives en les infraestructures tecnològiques. En aquest sentit, es recomana fer una valoració monetària d'aspectes com ara: la generació de coneixement (patents i publicacions), el desenvolupament del capital humà (doctors i post-doctors), el desenvolupament del capital social (conferències, visites), els beneficis per als proveïdors o els beneficis per a la imatge de Barcelona. En l'apartat de costos també es recomana incloure una valoració monetària dels costos mediambientals. Per a tots aquests casos aporten guies per al seu càlcul.

<sup>2</sup> Si es calcula exactament igual que el 2010, és a dir, tenint en compte la quota anual espanyola de l'ESRF i el número efectiu de *shifts* aconseguits, s'obtidria un cost unitari de 7.751 euros per *shift*. Rang molt similar a l'obtingut amb els costos unitaris d'ALBA en el període considerat.

Per al càlcul dels valors monetaris de les externalitats citades amb anterioritat, en tots els casos, es calcula el benefici social per a l'últim any del qual es disposa informació (habitualment 2021 o 2022) i es preveu aquest benefici al futur considerant el canvi en el nombre de línies experimentals, la taxa de descompte i la taxa d'inflació. Aquest enfocament és conservador especialment en aquells aspectes on és lògic esperar un creixement exponencial (tal com ha succeït fins al moment) com és el cas del valor dels aspectes relatius a la recerca. A continuació es comenten els principals aspectes i com s'han calculat.

#### 3.4.1. Benefici per desenvolupament de nous productes

Florio et al., (2008) recomana calcular el benefici pel desenvolupament de nous productes a partir del valor econòmic de les patents. Ara mateix, en el cas d'ALBA el nombre de patents són setze, una mitjana de dues a l'any. Posem la xifra en context. Segons dades de l'Oficina de Patents d'Espanya, les universitats catalanes van sol·licitar un total de 298 patents en l'última dècada. És a dir, en set anys (2015-2021), només ALBA n'ha sol·licitat més d'un 5 %. El valor d'aquestes patents està lligat al nombre de citacions rebudes a posteriori. Com que aquestes patents són recents, resulta complicat valorar aquest aspecte amb aquesta via. Com diu Ceccagnoli et al., (2005), es valoren les patents en 300.000 €, malgrat que Sartori et al., (2014) opta per un valor més conservador (85.000 €) extret del Banc Europeu d'Inversió (2013).<sup>3</sup>

#### 3.4.2. Benefici per la xarxa de coneixements i contactes

Altres negocis també se'n poden beneficiar de la xarxa de coneixement i de contactes que suposa la relació comercial amb ALBA. Per fer aquest càlcul s'ha pres el multiplicador mitjà dels sectors per a la rendibilitat de cada sector fent servir la base de dades SABI que conté 1,7 milions d'empreses espanyoles i totes les dades comptables i ràtios economicofinanceres. S'ha pres la mitjana ponderada de l'EBITDA sobre vendes. Amb una xifra de negocis d'1,43 i el 14,7% de rendibilitat el 2019, aquest component té una aportació d'1,8 milions el 2021.

#### 3.4.3. Benefici per la investigació

El benefici de la investigació és un dels principals beneficis socials de les infraestructures científiques. Es considera els beneficis a partir de les cites dels articles per científics que no pertanyen a ALBA. Com és habitual, les cites han crescut des del naixement d'ALBA a l'actualitat (40 el 2011 i entorn de les 10.500 el 2021). La manera habitual de calcular el valor de cada cita inclou el cost del temps de l'investigador, des de la descàrrega de la publicació fins a la citació. Aquest cost avalua el salari mitjà dels investigadors del camp. Així, el valor obtingut per a 2021 és de 63.862 €.

<sup>3</sup> Cal posar en valor encara que sigui qualitativament el fet que ALBA ha estat citat en 337 documents que han contribuït a crear patents (Catalano et al., 2021).



### 3.4.4. Benefici per desenvolupament de capital humà

És evident que una infraestructura científica com ALBA és bàsica en el desenvolupament de capital humà, és a dir, la creació de coneixements, habilitats i competències que són necessàries fora de l'àmbit estricte de la investigació. Les infraestructures d'investigació són fonamentalment un centre de talent. Els estudiants no paguen cap taxa per formar-se en una infraestructura de recerca, però reben formació a partir dels recursos de terceres parts (beques, etc.). D'aquesta manera es crea una externalitat. Les tècniques de l'economia de l'educació permeten obtenir l'increment en el capital humà disponible per a la societat. El capital humà contribueix al creixement i la productivitat de l'economia. Així, els estudiants de doctorat i postdoctorat accedeixen a l'aprenentatge a través de la pràctica, que és difícil obtenir fora d'aquestes institucions. Els salaris reflecteixen aquestes habilitats assolides durant l'estada en una gran infraestructura de recerca. El benefici de la formació dels doctorands es calcula a través del major salari futur, degudament descomptat (rendiment de l'educació) per les externalitats positives del fet de treballar a ALBA. Aquest paràmetre es calcula com és habitual en la literatura, és a dir, assumint que es jubilen als 65 anys. Aquesta prima per haver treballat a ALBA –al voltant del 5 %– s'aplica al conjunt de predoctorats, doctorats i postdoctorats. L'import final per a 2021 és de 2,25 milions d'euros.

### 3.4.5. Benefici per desenvolupament del capital social

En relació al desenvolupament del capital social, al llarg dels anys els investigadors organitzen seminaris acadèmics, tallers, cursos i conferències que atrauen un conjunt de visitants de tot Europa. Per exemple, el 2019 –2020 i 2021 estan fortament influenciats per la situació pandèmica– 1.225 persones van visitar ALBA bé com a ponents invitats o bé com a participants en seminaris i tallers. La disposició de pagar dels visitants es calcula mitjançant el mètode de cost del viatge: se sumen les despeses de transport, allotjament, inscripció i el cost d'oportunitat en termes dels dies de salari equivalents dels assistents. Suposant una disposició de pagar una mitjana de 2.000 euros (Sartori et al, 2017), el resultat per al nostre cas és d'1.856.000 €.

### 3.4.6. Benefici per als visitants

Altres beneficis addicionals considerats en aquesta aproximació a l'avaluació socioeconòmica d'ALBA II són el benefici per als visitants o el valor per a la imatge del territori.<sup>4</sup> Al llarg de l'any, escoles, empreses i personal d'altres universitats visiten ALBA. Per exemple, el 2019 hi va haver al voltant de 17.000 visitants. Aquests visitants són beneficiaris d'ALBA mentre la seva disponibilitat a pagar per la visita és superior al preu que efectivament paguen (la visita és gratuïta). Tal com succeeix en altres activitats recreatives, la millor manera d'aproximar la disponibilitat

4 Altres possibles beneficis com el valor del "no ús" no s'han calculat perquè és necessari tenir enquestes amb un qüestionari amb l'objectiu d'obtenir la disponibilitat a pagar per tenir la infraestructura (es faci servir o no). En el cas del Large Hadron Collider, (Florio et al. 2016) estimen que compensa el 24 % dels costos totals.

a pagar és a través del mètode del cost del viatge Clawson and Knetsch, (2013), que assumeix que els costos financers i econòmics de cada visitant permeten aproximar la disponibilitat a pagar. Seguint un enfocament conservador, s'han fet servir les dades de l'enquesta de mobilitat de l'àrea de Barcelona de 2018. Això implica suposar que els desplaçaments venen d'aquesta zona i suposen uns 16,70 euros per visitant, suposant que cap no fa despesa addicional. Per al 2021, això implica un benefici per als visitants de 117.240 €.

### 3.4.7. Benefici per a la imatge del destí

Addicionalment, altres visitants fan una visita virtual a ALBA a través de la pàgina web o les xarxes socials. Així mateix, hi ha el benefici per a la imatge del destí. La notorietat d'ALBA és un altre dels beneficis al territori, sobretot de Cerdanyola del Vallès, Barcelona, Catalunya i Espanya. Una manera habitual de mesurar aquesta notorietat és a través de les notícies que es generen en els mitjans de comunicació, siguin tradicionals –premsa, ràdio, TV– o digitals –xarxes socials, pàgina web. Aquestes notícies es poden entendre com a impactes publicitaris que de manera implícita augmenten la notorietat del territori i solen ser valorats mitjançant *clipping*. El 2021, aquest valor ha estat de 342.055 €.

### 3.4.8. Costos socials

Finalment, en relació als costos socials, s'estima el valor del cost mediambiental d'ALBA II. El cost s'obté aplicant el preu per tona de 86,6 €,<sup>5</sup> al consum de 48 Gwh i la mitjana ponderada de les emissions de CO<sub>2</sub> per kWh de les empreses elèctriques espanyoles (0,30 kg).<sup>6</sup> El cost mediambiental el 2021, per tant, s'estima en 524.120 €.

### 3.4.9. Resultats de l'anàlisi econòmica

L'anàlisi econòmica de l'escenari bàsic proporciona un valor actual net de 544 milions d'euros, i una taxa interna de rendibilitat de 20,3 % anual. És a dir, cada euro invertit a ALBA II té un retorn social anual d'1,20 euros.

VAN	<b>544 409 863 €</b>
TIR	<b>20,30%</b>
B/C	<b>1,37</b>

Font: elaboració pròpia. Taula 3. Resultats de l'anàlisi econòmica

La Figura 2 resumeix la distribució del valor actual net acumulat dels beneficis d'ALBA II segons cada component. ALBA II tindrà un benefici monetitzat acumulat de 2.112 milions d'euros durant el període 2024-2056 segons les dades recollides en aquesta fase relativament inicial del projecte. Tenint en compte que no totes les activitats,

5 [www.sendeco2.com](http://www.sendeco2.com)

6 Comissió Nacional del Mercat de la Competència

productes i resultats poden monetitzar-se amb precisió en aquesta fase, aquesta xifra d'entrada ja és molt favorable quan es compara amb el cost de la infraestructura. Els principals beneficis acumulats són aquells que procedeixen del benefici financer o valor per als usuaris (accés) i el benefici de la recerca en termes de publicacions científiques, acumulant entre tots dos beneficis pràcticament el 90 % del total dels beneficis socials nets acumulats d'ALBA II.

Així mateix, la Figura 3 presenta la distribució del valor actual net al llarg del temps. Com es pot observar, una vegada ALBA II entri en funcionament (2032), el VAN té una tendència clarament a l'alça que continuaria si s'ampliés l'horitzó temporal (cosa que podria continuar així fàcilment fins al 2060) i oferiria retorns de la inversió molt més elevats.

### Distribución del Beneficio Acumulado

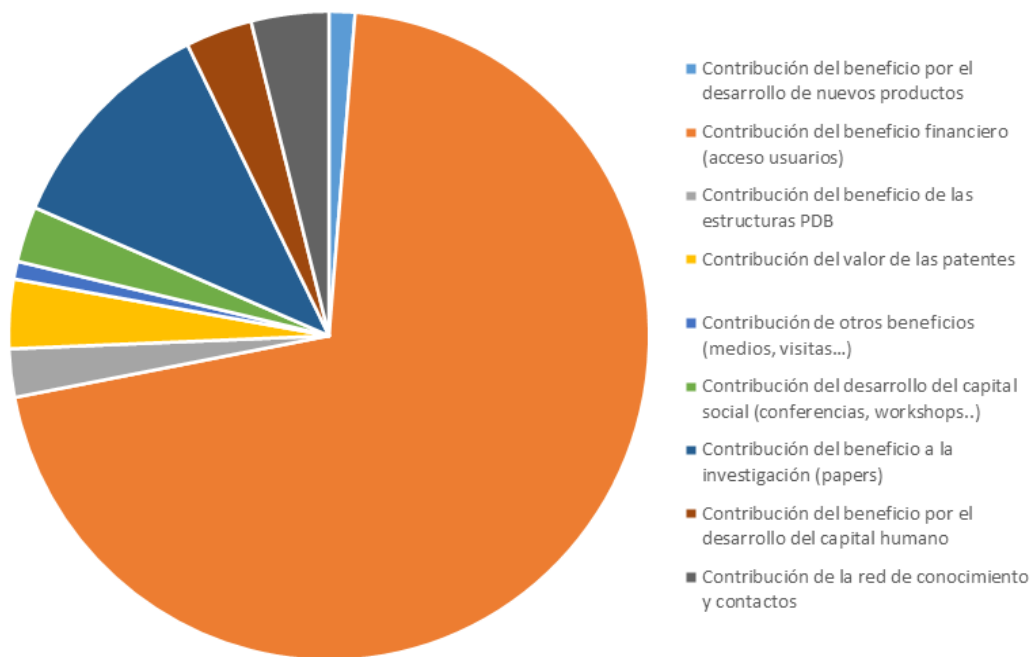


Figura 2. Distribució del valor actual net acumulat dels beneficis d'ALBA II

### Evolució del VAN durante el periodo 2024-2056

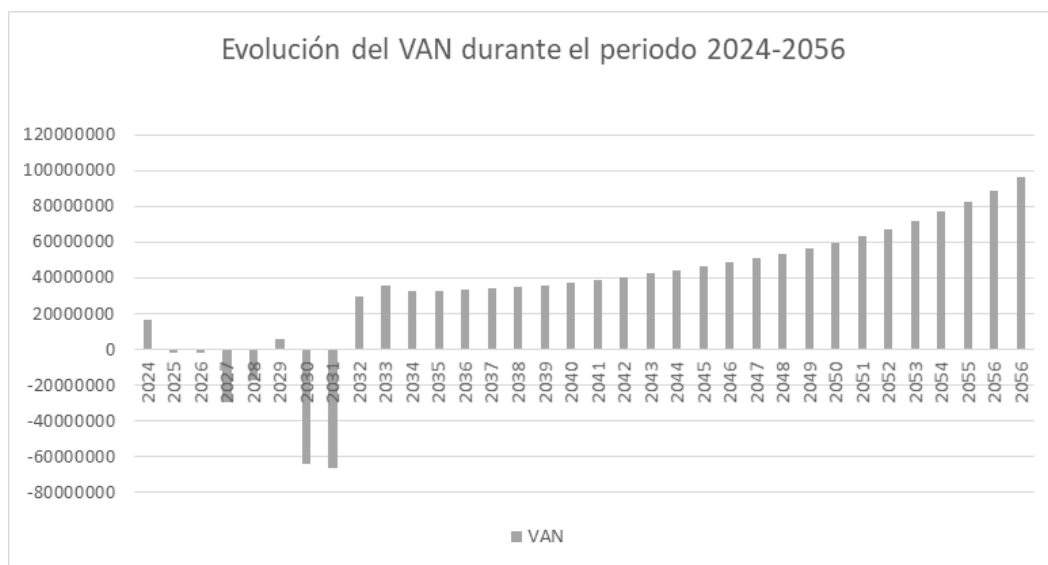


Figura 3. Distribució del valor actual net

## 4. Conclusió

El present treball ha exposat el càlcul actualitzat de l'impacte econòmic i social de la construcció i funcionament de la modernització d'ALBA a ALBA II, un sincrotró de quarta generació, així com l'anàlisi cost-benefici d'aquesta infraestructura científica.

L'impacte econòmic calculat evidencia que ALBA II genera un **impacte de 1.123 milions d'euros, un valor afegit de 346 milions d'euros i 361 llocs de feina a temps complet**. En aquestes xifres cal afegir un **benefici monetitzat acumulat de 2.112 milions d'euros i una rendibilitat social del 20,3 %**.

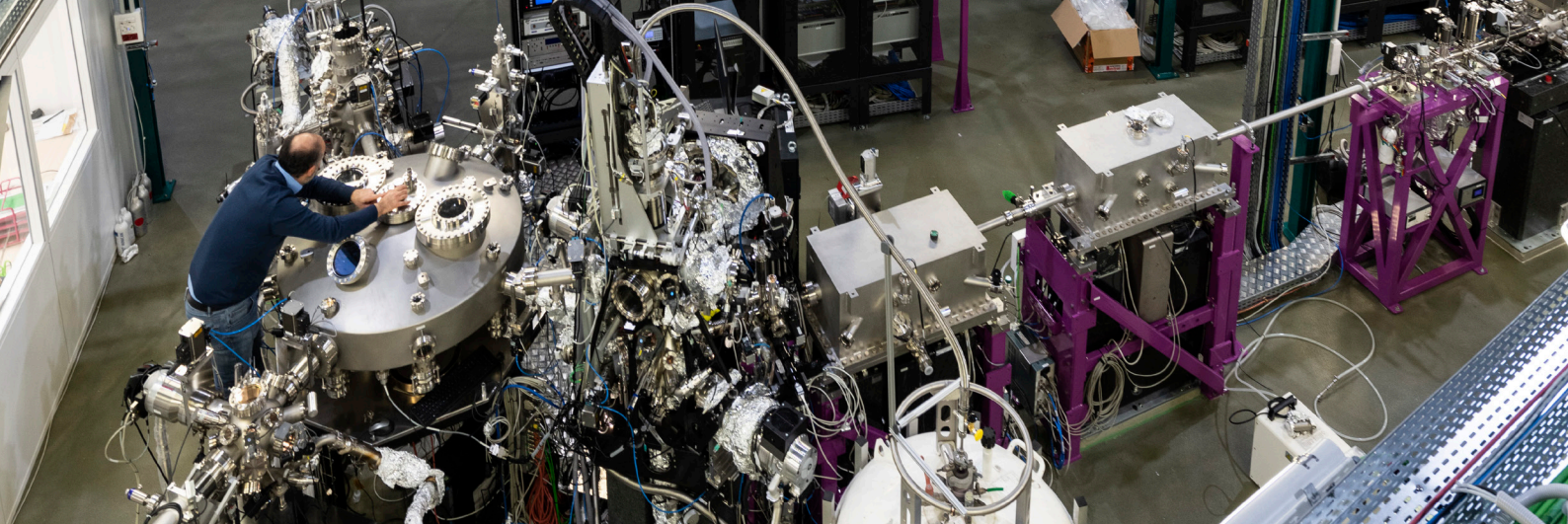
Es pot concloure, per tant, que la **taxa de rendibilitat de la inversió en ALBA II és molt elevada**. Per posar context, és **més del doble de la taxa obtinguda a ALBA que ja era elevada**, ja que no és habitual que les taxes de rendibilitat superin els dos dígits. Això s'explica pel fet que la nova inversió a ALBA II aprofita gran part de la inversió a ALBA i n'incrementa la rendibilitat.

A més a més, com ja s'ha comentat, els supòsits que s'han establert són absolutament conservadors. Començant per l'horitzó temporal. De cara el futur, els càlculs de l'impacte econòmic i social d'ALBA II podrien ser més favorables després d'una actualització de les dades, així com de tornar a calcular els multiplicadors d'impacte econòmic i un exercici d'impacte socioeconòmic que incorpora una anàlisi de sensibilitat als supòsits inicials i un exercici de simulació que atorgui un enfocament de probabilitat als possibles resultats.

# 5. Bibliografia

- Alcaide Guindo, P., 2010. Avance de las magnitudes económicas españolas en 2009 y serie provisional del " Balance Económico Regional": años 2000 a 2009. Cuad. Inf. económica 1-64.
- Barget, E., Gouguet, J.J., 2007. The Total Economic Value of Sporting Events Theory and Practice. J. Sports Econom. 8, 165-182. doi:10.1177/1527002505279349
- Catalano, G., López, G.G., Sánchez, A., Vignetti, S., 2021. From scientific experiments to innovation: Impact pathways of a Synchrotron Light Facility. Ann. Public Coop. Econ. 92, 447-472.
- Ceccagnoli, M., Gambardella, A., Giuri, P., Licht, G., Mariani, M., 2005. Study on evaluating the knowledge economy-What are patents actually worth? The value of patents for today's economy and society. Eur. Comm. DG Intern. Mark. Tender No. MARKT/2004/09/E, Final Rep. Lot 1.
- Clawson, M., Knetsch, J.L., 2013. Economics of outdoor recreation. Routledge.
- De Rus, G., 2010. Introduction to cost-benefit analysis: looking for reasonable shortcuts. Edward Elgar Publishing.
- Florio, M., 2019. Investing in Science: Social Cost-Benefit Analysis of Research Infrastructures, The MIT Press. MIT Press.
- Florio, M., Finzi, U., Genco, M., Levarlet, F., Maffii, S., Tracogna, A., Vignetti, S., 2008. Guide to cost-benefit analysis of investment projects. Eval. Unit, DG Reg. Policy, Eur. Comm.
- Florio, M., Forte, S., Sirtori, E., 2016. Forecasting the socio-economic impact of the Large Hadron Collider: A cost-benefit analysis to 2025 and beyond. Technol. Forecast. Soc. Change 112, 38-53.
- García-Montalvo, J., Raya Vilchez, J.M., 2005. Potenciant la nova economia a Catalunya: una anàlisi econòmica de la font de llum de sincrotró del Vallès (ALBA). Coneix. i Soc. Rev. d'Universitats, Recer. i Soc. la Inf. 32-59.
- Llop, M., 2012. The role of saving and investment in a SAM price model. Ann. Reg. Sci. 48, 339-357.
- Matheson, V.A., 2009. Economic multipliers and mega-event analysis. Int. J. Sport Financ. 4, 63.
- Muñoz, J., 2010. Evaluación del impacto sobre la ocupación total catalana de la crisis inmobiliaria a partir de una simulación con las tablas input-output de Cataluña. XVII Jornadas Estadística las Comunidades Auton. (Caceres, 20-23 Oct. 2010).
- Policy, EU., 2014. Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects. Policy 2014, 2020.
- Raya, J.M., Garcia-Montalvo, J.G., 2016. Anàlisi cost-benefici i d'impacte econòmic del sincrotró ALBA. Nota d'Economia 115-125.
- Raya Vilchez, J., Moreno-Torres, I., 2013. Guia pràctica 9: introducció a l'avaluació econòmica. Col.lecció l'avalua de guies pràctiques.
- Sartori, D., Catalano, G., Genco, M., Pancotti, C., Sirtori, E., Vignetti, S., Bo, C., 2014. Guide to cost-benefit analysis of investment projects. Economic appraisal tool for cohesion policy 2014-2020.
- Taks, M., Kesenne, S., Chalip, L., Green, B.C., Martyn, S., 2011. Economic impact analysis versus cost benefit analysis: The case of a medium-sized sport event. Int. J. Sport Financ. 6, 187.







Generalitat de Catalunya  
**Departament de Recerca  
i Universitats**

Sincrotró ALBA - [www.cells.es/ca](http://www.cells.es/ca)

Carrer de la Llum 2-26, 08290 Cerdanyola del Vallès (Barcelona)