

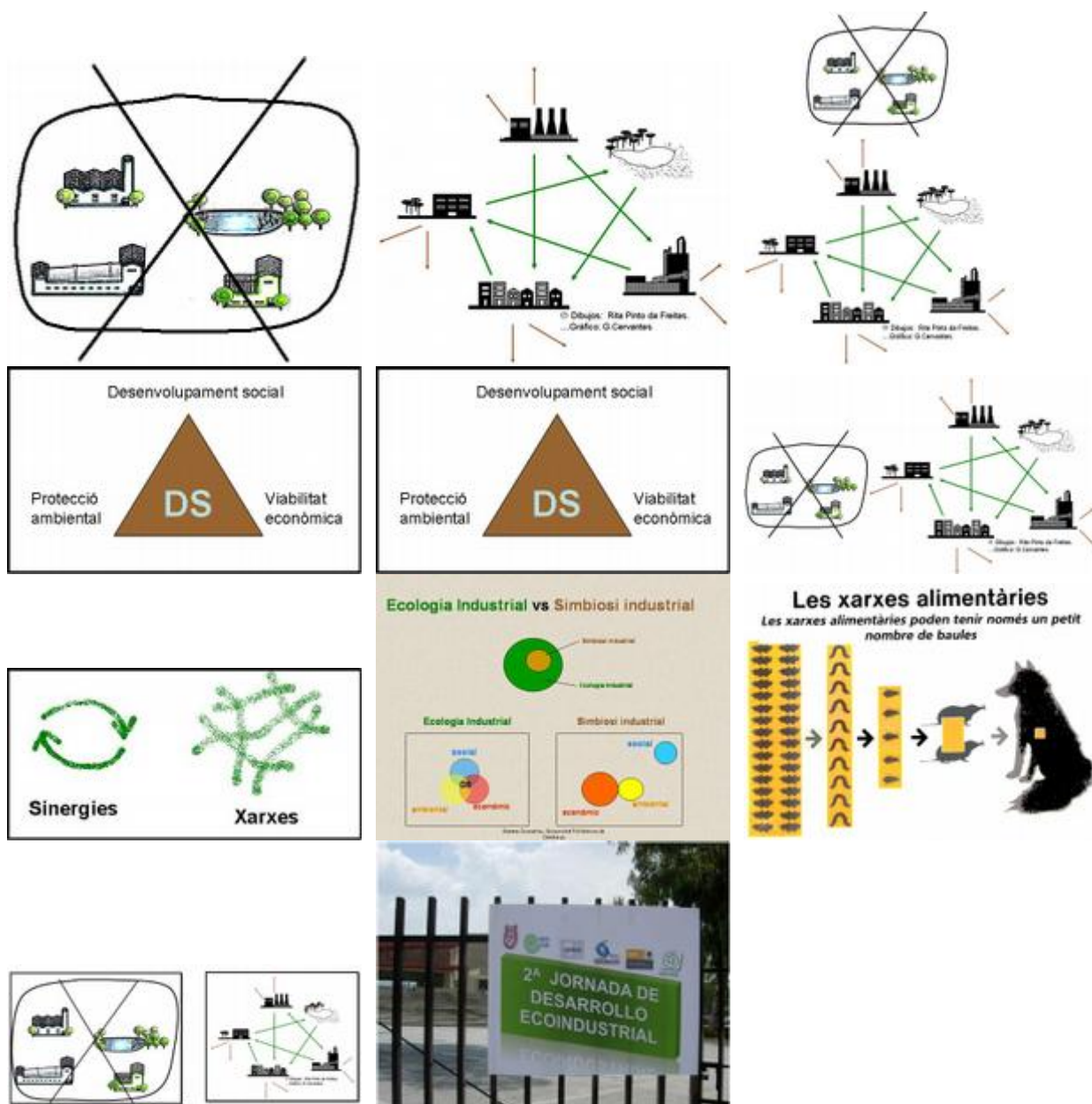
1. Introducció i objectius de la unitat

L'ecologia industrial és una temàtica relativament recent, ja que es va començar a desenvolupar durant la dècada de 1990, al final de la qual van sorgir els primers estudis. Per aquest motiu, no és una temàtica gaire coneguda ni que es posa gaire en pràctica. No obstant això, té unes grans potencialitats, especialment per promoure el dinamisme del sector industrial i fer-lo compatible amb un desenvolupament sostenible. Això és el que es pretén que els alumnes descobreixin en treballar aquesta unitat.

Foto: G. Cervantes.

Objectius de la unitat:

1. Conèixer el concepte d'ecologia industrial i relacionar-lo amb el concepte de 'desenvolupament sostenible'.
2. Relacionar algunes experiències puntuals d'aprofitament de residus amb l'ecologia industrial.
3. Entendre la relació entre els ecosistemes naturals i els industrials.
4. Conèixer alguns exemples d'ecologia industrial arreu del món.
5. Descobrir quines eines i metodologies es poden aplicar en projectes d'ecologia industrial.
6. Tenir eines per cercar diferents tipus de recursos d'ecologia industrial.
7. Ser capaç de dissenyar un sistema senzill d'ecologia industrial.



1.1. Què és l'ecologia industrial?

Quan sentim les paraules "ecologia" i "industrial" juntes, tot sovint pensem que l'ecologia industrial (EI) implica aplicar mètodes que facin que una indústria o una empresa tingui una producció més neta, o que apliqui algun sistema de gestió ambiental, o que tingui cura de l'entorn de la instal·lació, o que depuri els residus (figura 1). Cap d'aquestes coses no és falsa, però l'ecologia industrial és més que això (figura 2).

Figura 1. Sistema industrial que no segueix els principis de l'EI

Font: elaboració pròpia

Figura 2. Representació d'un sistema d'EI.

Font: elaboració pròpia

L'ecologia industrial és una àrea multidisciplinària que vol assimilar el funcionament dels sistemes industrials al dels ecosistemes naturals, i implica una interrelació d'indústries (pel que fa a fluxos de matèria, energia i informació) i una relació sostenible amb l'entorn natural i social que envolta el sistema industrial.

Un dels objectius d'aquesta relació entre indústries és tendir a tancar el cicle de matèria i, per tant, obtenir el nivell més petit possible de residus. Això s'aconsegueix, en part, usant els residus d'una indústria com a matèria primera d'altres, tal com fan els ecosistemes naturals. Això implica una optimització de recursos i una reducció de les càrregues contaminants.

Un altre objectiu de l'EI és situar l'activitat tecnològica com a part de l'ecosistema que l'acull, analitzant les entrades de recursos i les sortides de residus, així com la manera en què l'activitat humana afecta l'ecosistema.

L'ecologia industrial no es limita només a aquest mètode de tancament del cicle, també anomenat 'metabolisme industrial' i 'simbiosi industrial', sinó que se serveix d'altres mètodes que contribueixen a disminuir l'impacte ambiental, millorar l'eficiència i augmentar la rendibilitat, sempre tendint cap a una major sostenibilitat, com, per exemple, l'anàlisi del cicle de vida, l'anàlisi de fluxos de matèria (MFA), la minimització, la producció neta, l'anàlisi d'entrades i sortides, el disseny per al medi ambient, etc.

L'ecologia industrial fa un pas més que els esforços anteriors per conciliar indústria i medi ambient: el sistema industrial és vist com un ecosistema natural en què l'activitat industrial està relacionada amb tot i en què s'entén per 'sistema industrial' totes les activitats humanes: l'agricultura, el transport, la producció, etc. També té en compte l'activitat econòmica i és una eina important de planificació de nous ecosistemes industrials i per a la transformació dels polígons industrials actuals en parcs ecoindustrials. En aquest sentit, l'EI entronca completament amb el concepte de 'desenvolupament sostenible', ja que inclou els vessants mediambientals, econòmics i socials.

Figura 3. La triangularitat del desenvolupament sostenible. Font: elaboració pròpia

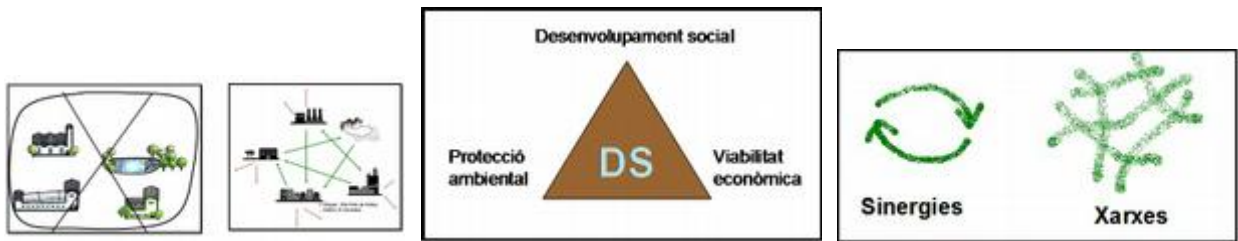
De fet, aquesta és una de les aportacions més significatives de l'ecologia industrial: la visió sistèmica, en què la indústria es considera un ecosistema industrial relacionat amb la societat i la natura. Per tant, un dels objectius de l'EI és la creació de xarxes (entre indústries i amb la societat i l'entorn) i l'establiment de sinergies entre entitats.

Figura 4. L'EI crea sinergies i xarxes. Font: elaboració pròpia

Per tant, veiem que hi ha bàsicament tres elements clau en l'ecologia industrial:

- que es creï una xarxa d'empreses o entitats relacionada amb l'entorn;
- que inclogui els tres vessants de la sostenibilitat (social, ambiental i econòmic);
- que imiti el funcionament dels ecosistemes naturals.

Però l'EI és una disciplina que es va ampliant i es va redefinint des del moment en què es crea. Actualment, també inclou aspectes com ara la responsabilitat social corporativa, el consum responsable, la producció i el transport sostenibles, el metabolisme regional, etc. L'EI pot ser aplicada a l'agricultura, el turisme o la gestió de l'energia, entre molts altres camps. Aquest dinamisme de l'EI fa que cada cop més siguin necessàries noves eines i estudis per acostar-s'hi, com ara: dinàmica de sistemes, estudi d'escenaris, etc.



1.2. Ecologia industrial i simbiosi industrial

Hi ha moltes experiències arreu del món que desenvolupen els objectius de l'ecologia industrial, tot i que no porten aquest nom. De fet, alguns dels exemples principals i pioners d'ecologia industrial van néixer amb altres noms i encara els conserven. Totes aquestes experiències, però, reconeixen que volen tendir cap a l'ecologia industrial.

Els altres noms que reben les experiències relacionades amb l'ecologia industrial són:

Algunes d'aquestes experiències no comprenen el concepte ampli d'ecologia industrial, sinó que es redueixen a una mera simbiosi industrial. És el cas de la Xarxa o Sistema de Reciclatge, la Xarxa de Bescanvi de Subproductes, l'Agrupació d'Indústries amb Residus Zero. La simbiosi industrial, en principi, té un objectiu purament econòmic, tot i que les conseqüències que comporta són mediambientalment i, a vegades, socialment favorables. Descriu un grup d'empreses o entitats que bescanvien residus com a matèria primera d'altres empreses o entitats.

Figura 5. Comparació entre simbiosi industrial i ecologia industrial, amb els aspectes que inclouen cada vessant.

Font: elaboració pròpia

A la figura 5 veiem la comparació entre la simbiosi industrial i l'ecologia industrial. D'una banda, observem que la simbiosi industrial és una experiència inclosa dins la disciplina de l'ecologia industrial. De l'altra, que l'ecologia industrial comprèn els aspectes econòmics, ambientals i socials, de manera que pretén arribar al desenvolupament sostenible. En canvi, la simbiosi industrial té un objectiu merament econòmic, amb unes conseqüències mediambientals positives, però deixa l'aspecte social més al marge, no l'inclou en els objectius.

Ecologia Industrial vs Simbiosi Industrial	Simbiosi Industrial	"Industrial Symbiosis"	Simbiosi Industrial	"Industrial Symbiosis"
	Sinèrgia Industrial	"Industrial Synergy"	Sinèrgia Industrial	"Industrial Synergy"
	Metabolisme Industrial	"Industrial Metabolism"	Metabolisme Industrial	"Industrial Metabolism"
	Xarxa o sistema de Reciclatge	"Recycling Network"	Xarxa o sistema de Reciclatge	"Recycling system"
	Xarxa de Bescanvi de Subproductes	"By-product Exchange Network"	Xarxa de Bescanvi de Subproductes	"By-product Exchange Network"
	Agrupació d'Indústries amb Residus Zero	"Zero emissions cluster"	Agrupació d'Indústries amb Residus Zero	"Zero emissions cluster"
	Parc Ecoindustrial	"Eco-industrial Park"	Parc Ecoindustrial	"Eco-industrial Park"
	Treball en xarxes ecoindustrials	"Eco-industrial Networking"	Treball en xarxes ecoindustrials	"Eco-industrial Networking"
	Ecosistema Industrial	"Industrial Ecosystem"	Ecosistema Industrial	"Industrial Ecosystem"

2. Ecosistemes naturals i industrials

Si observem el funcionament d'un ecosistema natural madur o en equilibri, descobrim alguns trets que ens poden ajudar a comprendre els industrials:

- Hi ha diferents baules en la cadena tròfica (herbívors, consumidors primaris, descomponedors, etc.); en el pas de matèria d'un nivell tròfic a un altre es dissipa molta energia i, per tant, mai no hi ha gaires baules en una cadena tròfica (figura 6).
- Aquestes baules no formen part d'una cadena lineal, ni tan sols d'un cercle perfecte, sinó d'una xarxa d'interrelacions que acaba per tancar els cicles.
- No hi ha residus, només subproductes que poden ésser usats per altres espècies com a recurs.
- La major part de l'energia consumida en un ecosistema es deu als processos que duen a terme els descomponedors perquè aquest tancament del cicle s'aconsegueixi.
- L'única font d'energia en un ecosistema en equilibri és l'energia solar.
- Els ecosistemes en equilibri aconsegueixen una gran ecoeficiència, interrelació i especialització, però alhora són molt fràgils.
- Cal molt de temps des que s'inicia un ecosistema natural fins que arriba a un estat d'equilibri o maduresa.
- Moltes interrelacions es regeixen per la col·laboració i l'autoorganització, etc.

Figura 6. Dissipació de l'energia en passar d'una baula a una altra en una cadena tròfica. Font: British Museum, 1982

Per analogia, l'anàlisi d'aquest funcionament des del punt de vista industrial permet deduir que no es pot reaprofitar indefinidament un residu en successives valoritzacions, ja que cada cop el contingut energètic del residu és menor i, per tant, cal aportar més energia externa per valoritzar-lo, fet que encareix el cost de gestió. També, se'n pot deduir que si es vol tancar el cicle de matèria, cal tenir en compte aquesta despesa energètica.

Si es vol construir un sistema ecoindustrial, no n'hi ha prou de fer aprofitaments lineals, sinó que cal construir una xarxa de bescanvis i relacions. Tal com la clau de l'adaptació de les espècies a l'ecosistema és una barreja de biodiversitat, flexibilitat i relacions establertes entre espècies, per a l'adaptació i la consolidació d'un sistema ecoindustrial cal establir una xarxa de relacions i de bescanvis, disposar d'indústries i entitats de diferents sectors, i ser flexibles en els sistemes productius i en les relacions establertes. Això suposarà que el sistema industrial (entès en el sentit ampli d'activitats humanes) mantindrà un equilibri entre la competició i la cooperació. Un factor que cal tenir en compte és que un dels elements clau per obtenir un nivell més alt de bescanvis entre entitats és tenir un nombre elevat d'entitats; per tant, és important crear una xarxa ben extensa d'entitats que puguin relacionar-se.



3. Naixement de les experiències d'ecologia industrial

L'expressió "ecologia industrial", com a tal, va aparèixer per primer cop durant la dècada de 1970, tot i que es considera que el concepte, probablement, encara no estava ben desenvolupat. A mitjan anys setanta, el Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA), que s'iniciava llavors, comença a treballar el concepte, però no arrela i no s'acaba de desenvolupar.

Durant la dècada de 1980 sorgeixen una sèrie d'experiències pràctiques a Europa (entre les quals en destaca una a Bèlgica) i al Japó, que responen al contingut de l'ecologia industrial, però que no n'usen el nom i, finalment, desapareixen.

El concepte i el nom s'uneixen l'any 1989, quan Robert Frosch i Nicholas Gaullopoulos publiquen en un número especial de "Scientific American", "Managing planet Earth", l'article titulat "[Strategies for Manufacturing](#)", en què desenvolupen el concepte d'EI i introdueixen per primer cop el d'ecosistema industrial'.

El fet que a partir d'aquest moment l'EI es desenvolupés amb força es pot deure a diferents motius: la publicació el 1987 de l'"Informe Brundtland", base de l'inici de l'expansió del concepte de 'desenvolupament sostenible'; el fet que l'article de Frosch i Gaullopoulos es publicués en una revista com 'Scientific American', i el prestigi dels autors; i el fet que parlessin des d'una empresa tan influent com General Motors. A partir de la publicació d'aquest article, es va dur a terme un simposi, organitzat per la US National Academy of Sciences a principis dels noranta, que es considera l'esdeveniment fundador de l'ecologia industrial.

A partir d'aquest moment creixen les experiències de parcs ecoindustrials i l'EI presenta un desenvolupament exponencial. Es reconeixen les experiències europees de Kalundborg (Dinamarca) i Estíria (Àustria) com a llavors dels parcs ecoindustrials, i, a partir de l'observació d'aquestes experiències, a l'Amèrica del Nord treballen en el concepte i en la determinació d'una metodologia d'implantació i neixen les primeres experiències. Posteriorment, s'han desenvolupat aquestes experiències amb molta força a l'Àsia.

En l'àmbit Internacional, el 1997 neix el "[Journal of Industrial Ecology](#)" de la MIT Press. L'any 2001 es constitueix la [International Society of Industrial Ecology](#) (ISIE) i el novembre d'aquest mateix any se celebra la conferència inaugural de la ISIE a Holanda.

A Catalunya el febrer de 1997 es fa a Barcelona la 1a Conferència Europea d'Ecologia Industrial dins dels actes del Fòrum Ambiental de l'exposició Ecomed-Pollutec. El 1999 es constitueix el Grup d'Ecologia Industrial de Catalunya (GEI), que el 2000 es transforma en la Xarxa Temàtica d'Ecologia Industrial de Catalunya (XEI). Posteriorment, es van desenvolupar iniciatives com ara el Projecte Cicle, que aplica l'ecologia industrial als sectors adober i paperer; i l'Operació Marc Regional Europea ECOSIND, que aplica l'ecologia industrial a la regió mediterrània a través d'uns vint projectes d'EI, entre els quals figura la creació de màsters d'EI a Itàlia i Catalunya.



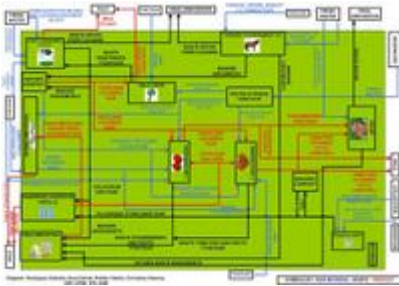
Foto: G. Cervantes.



4. Ecosistemes industrials arreu del món

Hi ha moltes experiències d'ecologia industrial arreu del món. En aquest apartat es comenten els trets generals per continents i els noms de les experiències més importants.

Figura 7. Ecosistema agropecuari Xochimancas, a Mèxic. Font: elaboració pròpia



4.1. A Europa

Hi ha algunes experiències d'ecologia industrial a Europa. La més important és la de Kalundborg (Dinamarca), que va néixer a l'atzar i, posteriorment [s'ha convertit en una de les experiències més completes de simbiosi industrial arreu del món.](#)

També hi ha una xarxa de reciclatge de subproductes a Estíria (Àustria), sorgida també a principis dels anys vuitanta, que inclou indústries papereres, cimenteres, siderúrgiques, tèxtils, productores d'energia, etc.

Hi ha altres experiències i projectes a Europa, ben diferents pel que fa a les dimensions, el desenvolupament, les matèries bescanviades, etc. Algunes són: el cas de Turku i Jyväskylä, a Finlàndia; el Progetto Closed, a la regió de la Toscana, Itàlia; l'Ora Ecopark, a Fredrikstad, Noruega, o el Herning-Ikast Ecological Business Park Project, a Dinamarca.

També a Catalunya s'han desenvolupat iniciatives d'EI, com ara l'ECOSIND, el MESVAL, el MECOSIND, el Projecte Cicle, etc.

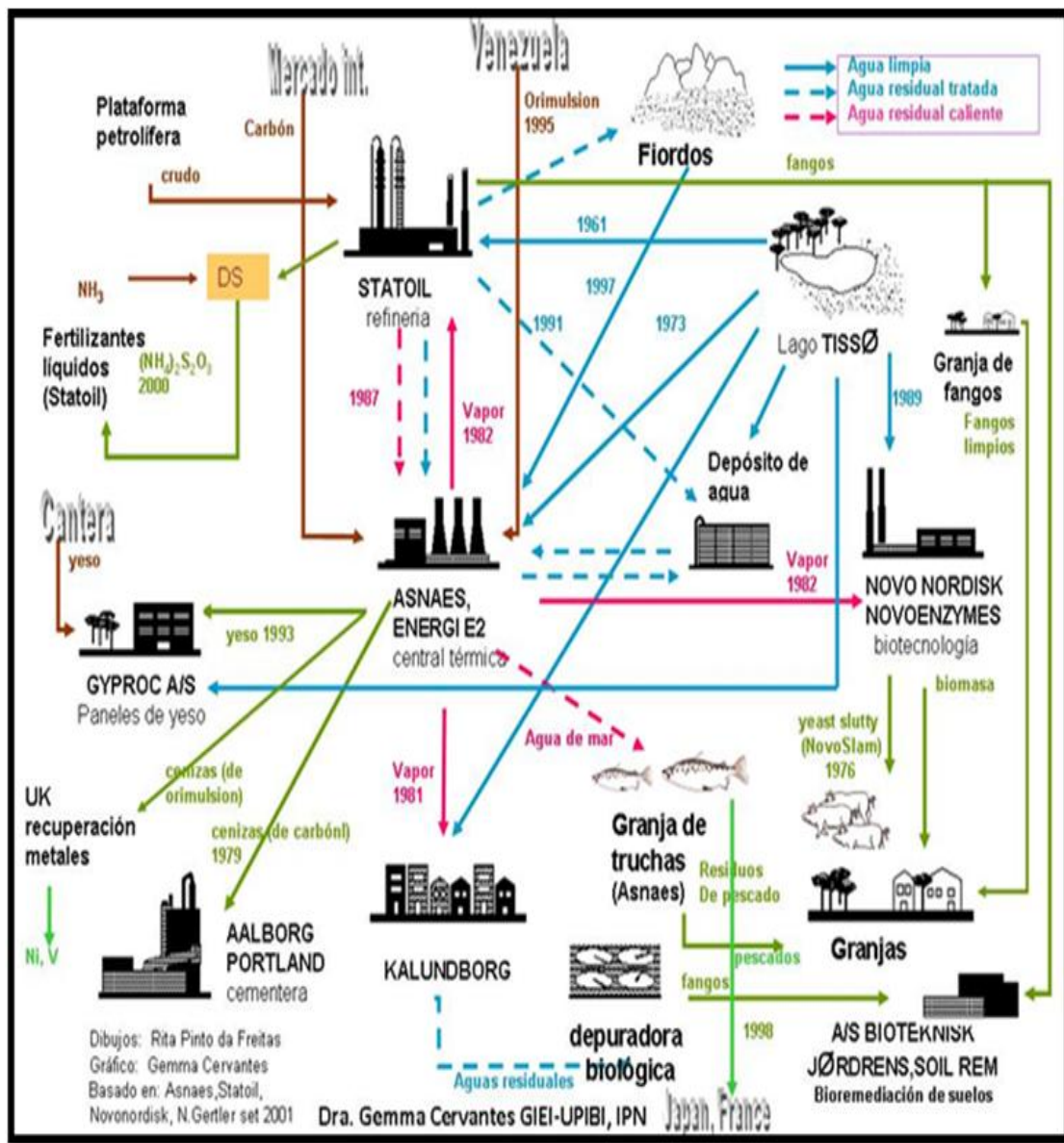
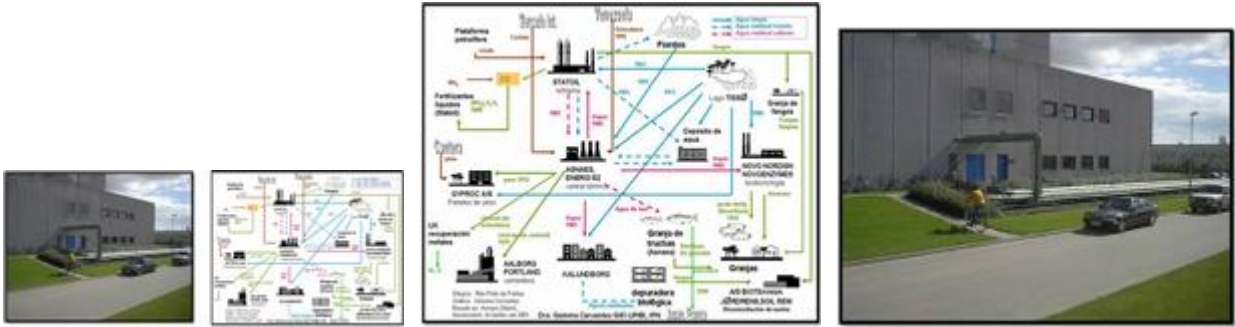


Figura 8. Simbiosi industrial de Kalundborg (Dinamarca). Font: elaboració pròpia



Figura 9. Conductes per bescanviar el vapor des de la central tèrmica cap diferents llocs de la simbiosi industrial de Kalundborg (Dinamarca). Foto: Andreas Koenig



:

4.2. Ecosistemes industrials a Amèrica

Hi ha un gran nombre d'ecosistemes industrials a l'Amèrica del Nord. La flexibilitat pròpia d'aquella zona, junt amb la presència de sòl industrial lliure, ha permès que s'hi desenvolupin amb gran força tant els estudis com les implantacions d'ecosistemes industrials. Els més importants són al Canadà: Burnside, a Halifax, Nova Escòcia; Bruce Energy Centre, a Tiverton, Ontario; Baix Richelieu, al Quebec; Calgary, a Alberta.

Als Estats Units cal destacar: Devens, una comunitat ecoindustrial modelica, a Massachusetts; Brownsville Eco-Industrial Park, a Brownsville, Texas; a Midlohan, Texas; Port of Cap Charles Sustainable Technologies Industrial Park, a Cape Charles, Virgínia; Londonderry Ecological Industrial Park, a Londonderry, Nou Hampshire.

A Mèxic cal destacar el corredor industrial de Tampico-Altamira, a Tamaulipas.

També a Cuba estan intentant posar en marxa una iniciativa ecoindustrial.

A més, a Puerto Rico hi ha experiències de simbiosi industrial.

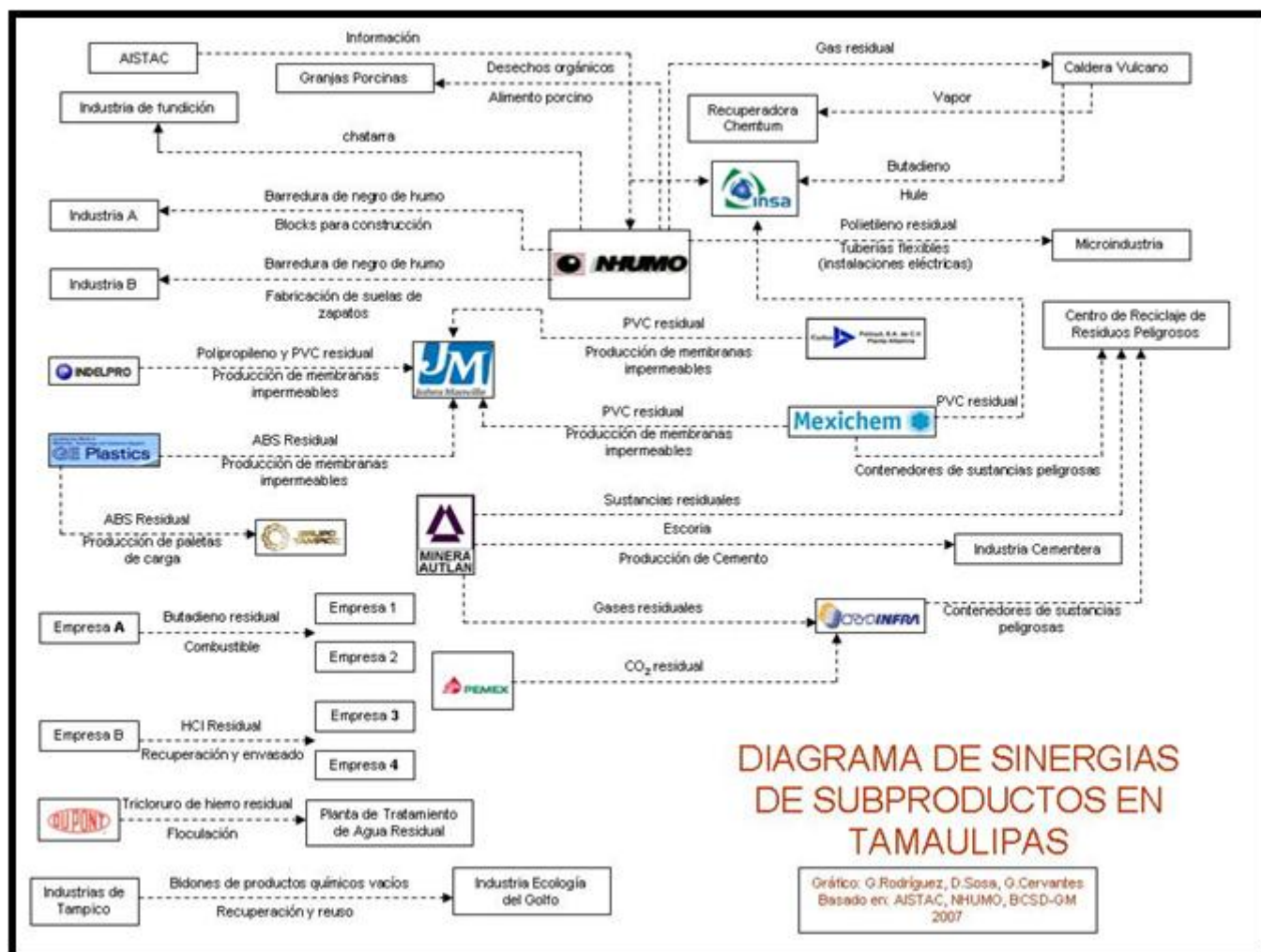


Figura 10. Sinergia de subproductes a la zona industrial Tampico-Altamira (Tamaulipas, Mèxic), el 2007. Font: elaboració pròpia



4.3. Ecosistemes industrials a l'Àsia i Oceania

Àsia

Tot i que les primeres experiències van sorgir a Europa i posteriorment a l'Amèrica del Nord, també a l'Àsia el desenvolupament d'aquestes experiències és molt important actualment.

S'ha produït un desenvolupament molt ràpid de l'ecologia industrial, en part, per l'intent d'aprofitar el gran nombre de residus produïts als polígons industrials, molts dels quals tenen una tecnologia obsoleta.

Cal destacar el de Naroda, a Ahmedabad, Gujarat (Índia). Aquest polígon, de 900 empreses, coordinat per la Naroda Industries Association (NIA), l'associació de polígons industrials de Naroda, està duent a terme una sèrie de mesures mediambientals, entre les quals destaca el projecte de treball en xarxa ecoindustrial ('eco-industrial networking'), en col·laboració amb algunes universitats.

També hi ha projectes a Indonèsia (Bugangan Baru, a Semarang, entre d'altres), a Tailàndia i en altres països. Cal destacar l'experiència de l'economia circular a la Xina, un programa nacional per al tancament del cicle de la matèria a partir de la simbiosi industrial. També a Corea s'han desenvolupat molts exemples d'EI i fins i tot s'ha creat la Societat Coreana d'EI.

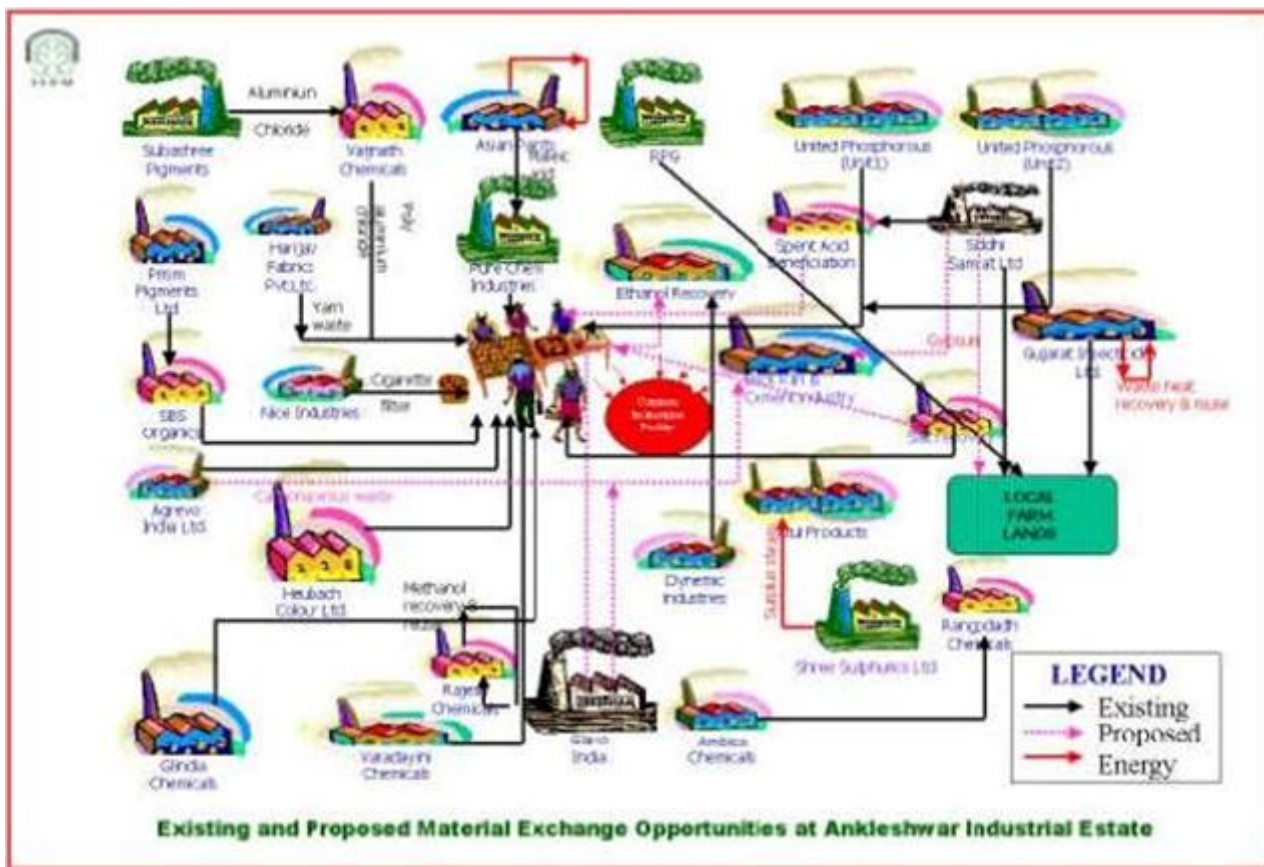


Figura 11. L'Ei de Naroda, a l'Índia. Font: professor Khanna

Oceania

Tot i que hi ha poques experiències d'Ei a Oceania, a poc a poc van prenent força a Austràlia. L'exemple més important és el de Kwinana.

Figura 12. Sinergies regionals a l'àrea industrial Kwinana. Font: Centre for Sustainable Resource processing



També es poden usar diferents eines que ajudin a caracteritzar els ecosistemes industrials. Algunes d'aquestes eines són:

Diagrames de fluxos de matèria i energia	Permeten veure un mapa de les entrades i sortides del sistema d'EI que es vol estudiar (zona, polígon industrial, sector industrial, etc.). I també la integració de dos o més diagrames diferents per descobrir quins corrents residuals poden ser usats com a matèria primera d'altres indústries o entitats.
Diagrames socials	Permeten veure totes les relacions establertes entre els actors d'un ecosistema industrial i quin tipus de relacions han establert (client, proveïdor, recerca, formació, difusió, etc.).
Sistemes d'indicadors d'EI	Permeten avaluar la sostenibilitat de les activitats o aplicacions d'EI. Són especialment útils quan es vol escollir la valorització més sostenible d'un residu entre diverses opcions.

6. Bibliografia

Llibres

Ayres, R.; Ayres, I. *A handbook of industrial ecology*. Northampton: Edward Elgar. 2001.

Erkman, S.; Ramaswamy, R. *Applied industrial ecology: a new platform for planning sustainable societies*. Índia: Aicra, cop. 2003.

Lowe, E. A.; Warren, J. L., Moran, S. R. *Discovering industrial ecology*. Columbus: Battelle Press. 1997.

Cohen-Rosenthal, E.; Musnikow, J. *Eco-industrial strategies. Unleashing synergy between economic development and the environment*. Sheffield: Greenleaf Publishing. 2003.

Bergh, Jeroen C. J. M. van den; Janssen, Marco A. (ed.). *Economics of industrial ecology: materials, structural change, and spatial scales*. Mit Press. 2005.

Ayres, R. U. *Eco-restructuring: implications for sustainable development*. Tòquio: UN University Press. 1998.

Pauli, Gunter; Mshigeni, Keto E. *First five years of action: the zero emissions research and initiatives (zeri), 1994-1999*. University of Namibia. 1998.

Graedel, Homas; Howard-Grenville, Jennifer A. *Greening the industrial facility: perspectives, approaches and tools*. Springer Verlag. 2005.

Suh, Sangwon. *Handbook of input-output economics in industrial ecology*. 2006.

Dreen, Kenneth; Randles, Sally (ed.). *Industrial ecology and spaces of innovation*. Byken Green. 2006.

Graedel, Thomas E.; Allenby, Braden R.. *Industrial ecology and the automobile*. Prentice Hall. 1997.

Keoleian, Gregory A. (ed.). *Industrial ecology of the automobile: a life cycle perspective*. Society of Automotive Engineers.

Manahan, S. E. *Industrial ecology, environmental chemistry and hazardous waste*. Lewis Publishers. 1999.

Allenby, Braden R.. *Industrial ecology: policy framework and implementation*. Prentice Hall. 1998.

Dale, Ann; Tansey, James (ed.). *Linking industry and ecology: a question of design*. University of Washington: Ray Cote. 2005.

Vellinga, P.; Berkhout, F.; Gupta, Joyeeta (ed.). *Managing a material world: perspectives in industrial ecology*. Kluwer Academic Pub. 1998.

Anderberg, S.; Prieler, S.; Olendrzynski, K.; Bruyn, S. de. *Old sins: industrial metabolism, heavy metal pollution and environmental transition in central europe*. Liasa: United Nations University Press. 2000.

Bourg, D.; Erkman, S. (ed.). *Perspectives on industrial ecology*. Greenleaf Publishers. 2003.

Smith, Ronald S. *Greenwood profit centers in industrial ecology: the business executive's approach to the environment*. Pub Group. 1998.

Webs

[Business and sustainable development global](#)

[ECOSIND \(ecosistema industrial al Mediterrani\)](#)

[Hatch \(synergy examples\)](#)

[IISD: International Institute for Sustainable Development](#)

[Industrial symbiosis](#)

[Institute of Environmental Sciences \(CML\)](#)

[Inter-university master of science on industrial ecology](#)

[Inter-university master of science on industrial ecology \(home\)](#)

[Journal of Industrial Ecology](#)

[Journal of Industrial Ecology \(book\)](#)

[NISP, National Industrial Symbiosis Programme](#)

[Portal Sostenibilidad](#)

[Styria \(the Styrian Recycling Network\)](#)

[XEI: Xarxa Temàtica d'Ecologia Industrial a Catalunya](#)

[Zeri Project](#)

Entitats/iniciatives d'EI

[BPS](#), By-Product Synergy, the U.S. Business Council for Sustainable Development–Gulf of Mexico (BCSD-GM).

[Business and Sustainable Development](#) (with By-Product Synergy examples)

Portal elaborat per l'IISD que fomenta la sostenibilitat en els negocis. Hi ha una part important d'exemples sobre la metodologia sinergia de subproductes, que promou l'ús de residus com a matèria primera, en la línia de l'ecologia industrial. També hi ha materials sobre altres metodologies (ecoeficiència, disseny per al medi ambient, prevenció de la contaminació, etc.).

[ECOSIND, ecosistema industrial al Mediterrani](#)

Operació marc regional europea INTERREG IIIC Sud per a la introducció de l'ecologia industrial en l'àrea mediterrània. Format per uns 20 subprojectes duts a terme entre el 2004 i el 2006 a les regions de l'Abruzzo (IT), Toscana (IT), Peloponès (G) i Catalunya (ES). Coordinat per la Generalitat de Catalunya.

[GIEI, Grupo de Investigación en Ecología Industrial](#). UPIBI, IPN. gemma.cervantes@gmail.com

[Hatch \(with By-Product Synergy examples\)](#)

Empresa consultora especialitzada en energia i construcció però que té experiència en sinergia de subproductes. La pàgina web conté articles sobre exemples de sinergia de subproductes assessorats per la consultora.

[Indecol, the industrial ecology programme at NTNU, Trondheim](#)

El programa d'ecologia industrial més antic d'Europa i el primer programa de doctorat d'àmbit mundial en ecologia industrial. Comprèn un programa de màster, un programa de doctorat i altres modalitats de cursos i seminaris en ecologia industrial.

[Indigo Development, indigodev \(EUA\)](#)

Lloc web que promou la formació i els recursos en desenvolupament sostenible a través de l'ecologia industrial. Descriu exemples pràctics, recursos bibliogràfics i audiovisuals, congressos, etc. d'ecologia industrial. Un dels llocs web amb informació més completa en l'àmbit de l'ecologia industrial.

[Industrial ecosystems](#)

[Institute of Business and Sustainable Development \(Canadà\)](#)

Portal de l'IISD que promou la sostenibilitat. Conté documents, articles, notícies, enllaços, etc. Conté una base de dades d'exemples de sostenibilitat. També inclou exemples d'ecologia industrial.

[Inter-University Master of Science on IE](#): Delft Univ., Erasmus Univ., Leiden Univ.

[ISIE: International Society for Industrial Ecology](#)

La Societat Internacional d'Ecologia Industrial, creada el 2001. Promou congressos, cursos i publicacions en l'àmbit de l'ecologia industrial. Actua com a enllaç i aglutinant en qüestions d'ecologia industrial.

[Journal of Industrial Ecology](#)

Revista especialitzada en ecologia industrial, creada el 2001 i editada per MIT Press (editor Reid Lifset).

[Màster europeu d'Ecologia Industrial](#), que es fa simultàniament a tres universitats neerlandeses.

La coordinació entre les universitats permet la mobilitat dels estudiants entre les tres universitats:

www.ie.leidendelft.nl/

www.eur.nl/fsw/english/education/mie

www.leidenuniv.nl/interfac/cml/ssp/index.html

www.ie.leidendelft.nl/msc-programme/

[Mecosind](#), Int. Master on Industrial Ecology (Spain, Italy)

Projecte europeu INTERREG-IIIC.

[MESCAL](#), Xarxa de centres tecnològics per a l'aplicació de l'EI.

[Proyecto europeo Interreg-IIIC Sud](#), dins de l'operació marc regional ECOSIND

Elaborat entre el 2004 i el 2006 per dues universitats, cinc centres tecnològics, una cambra de comerç i una consultora ambiental de les regions de la Toscana (IT), el Peloponès (G) i Catalunya (ES). El projecte crea una xarxa de centres que valora els seus residus per fer-los servir com a matèria primera d'altres centres. Es valoren per diferents mètodes i s'escull la valoració més sostenible a partir d'uns indicadors de sostenibilitat.

[Styria](#) (The Styrian Recycling Network, Àustria)

Pàgina web de la xarxa d'intercanvi de subproductes ('styrian recycling network') a la regió d'Estíria (Àustria).

[Symbiosis Institute](#), Kalundborg (Dinamarca)

Pàgina web del sistema de simbiosi industrial creat a Kalundborg (Dinamarca) des del període 1970-1980. És el sistema de simbiosi industrial més complet a escala mundial i una referència important en l'àmbit de l'ecologia industrial.

[XEI. Xarxa Tempatica d'Ecologia Industrial de Catalunya](#)

Màster europeu d'Ecologia Industrial impartit simultàniament a tres universitats holandeses. La coordinació entre les universitats permet la mobilitat dels estudiants entre totes tres.

[ZERI \(Zero Emissions Research and Initiatives\)](#)

Xarxa global que promou solucions de sostenibilitat partint de l'obtenció d'un nivell zero de residus en els processos industrials. Conté casos d'estudi i també alguns articles.

7. Activitats

1. Quan vas veure per primer cop les paraules "ecologia" i "industrial" juntes, què vas creure que significaven?.
2. Què és una sinergia? Què és una sinergia en l'àrea de l'ecologia industrial?
3. Digues quin és el significat dels criteris d'ecologia industrial següents:
- desmaterialització,
 - internalització de les externalitats.
4. Quins són els equivalents dels descomponedors en un sistema ecoindustrial?
5. Consulta en la legislació espanyola i europea quins articles faciliten i quins impedeixen l'ecologia industrial i la simbiosi industrial.
6. Cerca informació a Internet sobre recursos d'ecologia industrial i escriu a la taula següent les dades que trobis.

Recurs d'ecologia industrial	Nom	Web
Llibre		
Congrés		
Revista		
Entitat de formacio		
Master		
Doctorat		
Empresa/consultora		
Exemple d'ecosistema industrial		
Programari		
Xarxa		

7. A partir de les dades del text següent, construeix el diagrama de flux qualitatiu de l'ecosistema industrial de la granja Xochimancas, a Mèxic.

L'estable dels cavalls i l'estable de les vaques produeixen fems. Els cavalls mengen farratge, gra i civada. Hi ha un tanc de recuperació d'aigua pluvial. Als hivernacles es produeixen maduixes, hortalisses i tomàquets, una part per a consum propi i una part per vendre. Hi ha una empacadora a la mateixa granja. També produeixen conserves de maduixa i tomàquet. Les vaques produeixen llet i calostre. Amb la llet produeixen formatges. Uns quants es consumeixen a la casa i d'altres es venen. Cal netejar cada dia els braguers de les vaques amb aigua tèbia. A la granja produeixen compost de tipus 'bocashi' a partir de fems i farines d'ossos. També produeixen vermicompost a partir de fems i rostolls. El reactor de digestió anaeròbia utilitza roca polvoritzada i calostre. Per al 'temazcal' (bany de vapor) utilitzen residus de poda com ara combustible i roca volcànica. Amb els residus orgànics fan compost.

8. Proposa intercanvis possibles en aquesta granja que no estiguin descrits. Dibuixa'ls amb un altre color per identificar-los.

9. Inventa un ecosistema industrial basant-te en els teus propis coneixements i en la informació disponible en llibres i a Internet.

8. Crèdits

Com s'ha de citar aquesta unitat?

Cervantes, G. *Ecologia industrial*. A: Carrera, E.; Segalàs, J. (ed.). *Tecnologia i sostenibilitat* [en línia]. Terrassa: Universitat Politècnica de Catalunya. Càtedra UNESCO de Sostenibilitat, 2010. [Consulta: dia mes any]. Disponible a: <<http://tecnologiaisostenibilitat.cus.upc.edu>>

Els continguts d'aquesta unitat han estat elaborats per:



Gemma Cervantes Torre-Marín

Professora de la Universitat Politècnica de Catalunya i
de l'Institut Politècnic Nacional de Mèxic

gemma.cervantes@gmail.com

