

Comissió Indústria 4.0



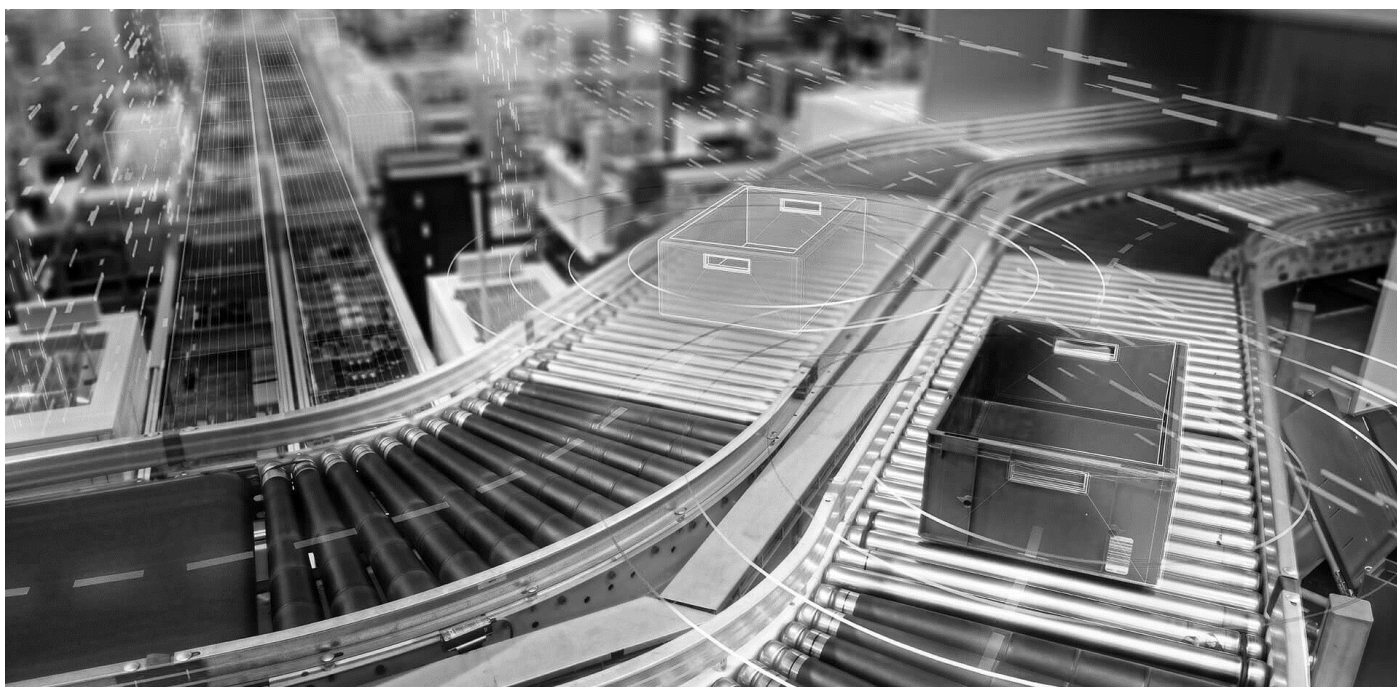
Camins.cat
Col·legi d'Enginyers de Camins,
Canals i Ports de Catalunya



Col·laboració:



Eina de diagnosi per a la Indústria 4.0



*Un instrument posat a disposició dels enginyers
per entendre millor el valor que aporta la I4.0*

Versió 22/juny/2020

L'Eina de diagnosi per a la Indústria 4.0 consta de:

- Un qüestionari, que demana la posició de les organitzacions respecte a un conjunt de palanques.
- Una aplicació web, que digitalitza l'adquisició de dades.
- Un model conceptual, que tradueix les respostes en resultats.

La voluntat de la Comissió ha estat fer una eina:

- Viva, que evolucioni amb el temps i s'ajusti a noves realitats
- Oberta a les aportacions de totes les persones que vulguin col·laborar-hi
- Lliure, posat a disposició de qualsevol professional que consideri que el pot ajudar en la seva activitat.

El present qüestionari va molt adreçat específicament a la indústria de procés productiu. Altres àmbits o sectors poden necessitar d'uns qüestionaris ajustats a les seves realitats. La voluntat de la Comissió és anar proposant amb el temps diversos d'aquests qüestionaris.

Aquest document presenta el qüestionari de l'**Eina de diagnosi per a la Indústria 4.0**, un instrument proposat per la *Comissió Indústria 4.0* i posat a disposició dels enginyers per entendre millor el valor que aporta la I4.0, la qual cosa ha d'ajudar en la seva implantació i, així, incrementar la competitivitat de les empreses.

L'Eina s'enfoca específicament a qüestions directament relacionades amb l'àmbit 4.0. Hi ha multitud de conceptes fonamentals per a les organitzacions que no s'hi incorporen, per tant, no pot ser utilitzada com a base per a una anàlisi estratègica general.

L'objectiu de l'Eina és ajudar en la reflexió que ha de fer cada organització per tal d'analitzar la seva posició actual i identificar un ideal desitjat a partir del coneixement de totes les oportunitats que ofereix la I4.0. En cap cas es vol transmetre la idea que un resultat és millor que un altre. Cada empresa ha de trobar el grau adequat i/o desitjat d'implantació respecte a la Indústria 4.0 que el situï en la millor posició estratègica en el mercat. Aquesta posició no té perquè tenir una relació directa i immediata amb un determinat nivell de desenvolupament tecnològic. A més, aquest desenvolupament haurà de variar en el temps.

ESTRATÈGIA / CADENA DE VALOR

1.1. ESTRATÈGIA 4.0

1. L'empresa no disposa d'una estratègia per a l'adopció de la I4.0.
2. L'empresa ha fet una reflexió estratègica sobre l'impacte de la I4.0.
3. S'estan preparant / implementant els primers projectes pilot, de manera aïllada.
4. Existeix un pla d'implantació I4.0 alineat amb l'estratègia general de l'empresa.
5. Existeix un pla de millora contínua en I4.0 en tots els nivells i àmbits de l'empresa.

1.2. OBJECTIU 4.0

1. L'empresa no es planteja canvis.
2. Posar-se al nivell de la competència.
3. Optimitzar el negoci (millorar processos, reduir costos, i ser més eficient...).
4. Optimitzar Incrementar el valor dels productes actuals o capturar dades dels clients per oferir productes / serveis millors.
5. Trobar nous fluxos d'ingressos o nous models de negoci.

1.3. INTERIORITZACIÓ DEL CONCEPTE I4.0

1. El concepte "Indústria 4.0" no es coneix dins l'empresa.
2. El concepte "Indústria 4.0" es tracta només a nivell d'alta direcció i direccions funcionals.
3. Tota l'organització és conscient de l'impacte de la Indústria 4.0.
4. Tota l'organització està implicada en la millora a partir de la Indústria 4.0.

1.4. RELACIÓ AMB PROVEÏDORS

1. El subministrament de proveïdors es realitza mitjançant comandes i terminis de lliurament.
2. Els proveïdors comparteixen el pla de producció i estan sincronitzats.
3. Els proveïdors es sincronitzen amb un sistema *pull* a partir de la visibilitat a temps real de la demanda del consumidor final.

1.5. SUBMINISTRAMENT

1. La cadena de subministrament no es pot adaptar a canvis de la demanda.
2. La cadena de subministrament s'adapta amb tensions quan hi ha canvis de la demanda.
3. La cadena de subministrament reacciona adequadament davant d'imprevistos i s'adapta de manera àgil a canvis de la demanda.
4. La cadena de subministrament s'anticipa als canvis de la demanda.

1.6. PREDICCIÓ DE LA DEMANDA

1. Es respon a la demanda a partir de l'arribada d'una sol·licitud.
2. Es prediu la demanda a partir de dades històriques.
3. Es prediu la demanda a partir de la visibilitat en temps real dels sistemes de gestió dels clients.
4. No cal predir la demanda perquè es fabrica sota comanda amb estoc digital del producte materialitzat amb fabricació additiva.
5. No cal predir la demanda perquè la producció la fa directament el client mitjançant llicència del disseny i fabricació additiva.

1.7. CONTACTE AMB CLIENTS

1. El contacte amb els clients es manté via telèfon, fax i correu electrònic.
2. Els canals de contacte amb els clients estan integrats amb eines de gestió i analítica (CRM...).
3. El contacte amb els clients està digitalitzada i amb comandes automatitzades.
4. Existeix una integració dels sistemes propis amb els sistemes de gestió dels clients.

1.8. RELACIÓ AMB CLIENTS

1. Es capta la informació del client principalment per tasques correctives (resolució d'incidències, servei d'assistència tècnica...)
2. Es registren les diferents necessitats indicades pels clients.
3. El sistema corporatiu permeten mesurar i traçar el grau de satisfacció de clients en tota la cadena de valor de l'empresa.
4. A través de models d'anàlisi, l'empresa pot anticipar-se a les decisions dels clients per incrementar la seva satisfacció.

PRODUCTES / SERVEIS

2.1. DESENVOLUPAMENT DE NOUS PRODUCTES

0. No aplica.
1. Es desenvolupen nous productes amb mètodes tradicionals.
2. Es desenvolupen nous productes amb eines digitals bàsiques (CAD/CAE...).
3. Es desenvolupen nous productes amb el suport d'eines avançades (prototips amb fabricació additiva, eines de simulació, realitat augmentada...).

2.2. EVOLUCIÓ DELS PRODUCTES

1. La millora del producte/servei es basa en criteris de qualitat i d'optimització dels processos.
2. S'incorpora la visió dels clients per satisfer-ne les necessitats.
3. S'utilitzen les dades i la tecnologia per establir una relació interactiva amb el client.
4. Es disposa de plataformes tecnològiques per interactuar de forma efectiva amb el client, atenent les seves necessitats de forma dinàmica.

2.3. PRODUCTES

1. S'ofereixen productes tradicionals sense solucions digitals implementades.
2. Alguns productes estan 'connectats al núvol' amb la incorporació de sensorització.
3. El portfoli de productes es basa en la connectivitat i les dades.
4. S'han proposat nous models de negoci gràcies a la digitalització.

2.4. MODELITZACIÓ DELS PRODUCTES

1. Els productes no disposen d'un model digital.
2. Els productes disposen d'un model digital del disseny físic.
3. Els productes disposen d'un model digital de simulació del comportament.
4. Els productes disposen d'un model digital de simulació del comportament amb capacitat de comparativa amb la seva realitat física en temps real (digital twin).

2.5. INTEROPERABILITAT DELS PRODUCTES

1. Els productes no disposen d'un model digital.
2. Els productes disposen d'un model digital.
3. El producte disposa d'un model digital connectable amb altres models digitals a partir de protocols estàndard.

2.6. SEGUIMENT DELS PRODUCTES

1. Un cop venut, es perd el rastre del producte.
2. Un cop venut, es pot realitzar un seguiment del producte mitjançant sistemes tradicionals.
3. Un cop venut, es pot realitzar un seguiment automatitzat del producte.

2.7. SERVEIS

0. No aplica
1. S'ofereixen serveis tradicionals sense solucions digitals implementades.
2. S'ofereixen alguns serveis digitals al núvol i els tradicionals estan millorats amb l'ús de dades.
3. La cartera de serveis digitals es basa en la connectivitat i les dades.
4. S'han proposat nous models de negoci gràcies a la digitalització.

2.8. MANTENIMENT DE PRODUCTES

1. Els productes disposen de manteniment tradicional.
2. Els productes disposen de manteniment predictiu.
3. Els productes disposen de capacitat de reparació autònoma.

2.9. PERSONALITZACIÓ DEL PRODUCTE

1. Els productes no permeten ser personalitzats.
2. Els productes poden variar algunes característiques a criteri del client.
3. Els clients dissenyen el producte a partir d'uns elements constitutius.
4. Es disposa de canals estables de co-creació amb els clients.

PROCESSOS PRODUCTIUS

3.1. ELEMENTS DE PRODUCCIÓ

1. La maquinària / eines són específics per a cada operació.
2. La maquinària / eines són polivalents
3. La maquinària / eines són reconfigurables dinàmicament.
4. La maquinària pot reconfigurar-se autònomament a partir d'un model de simulació.

3.2. CONNEXIÓ DE DISPOSITIUS

1. Els dispositius físics de la cadena productiva no estan connectats entre sí.
2. Els dispositius físics de la cadena productiva estan connectats entre sí.
3. La connexió de dispositius permet la gestió remota de la producció.

3.3. PLANIFICACIÓ DE PRODUCCIÓ (I)

1. La planificació es fa sense informació de base.
2. La planificació es fa amb informació històrica.
3. La planificació es fa a partir de models de predicció de demanda basats en dades.

3.4. PLANIFICACIÓ DE PRODUCCIÓ (II)

1. La planificació / replanificació es fa de manera manual.
2. La planificació / replanificació la fa un operari amb el suport de sistemes de gestió de la informació.
3. La planificació / replanificació és proposada pel sistema i aprovada per un operari.
4. La planificació / replanificació es gestiona de manera autònoma i en temps real.

3.5. FABRICACIÓ FLEXIBLE

1. Les línies de producció treballen amb una referència única.
2. Les línies de producció treballen amb diverses referències, per lots.
3. Les línies de producció treballen amb diverses referències, per lots reduïts, amb canvis optimitzats (temps de canvi menors a 10 minuts).
4. Les línies de producció treballen amb múltiples referències, amb canvis instantanis (lot 1).

3.6. INSTRUCCIONS DE PROCESSOS

1. Els processos són totalment manuals.
2. Els operaris preparen els processos a executar, s'envien a la maquinària i s'executen autònomament.
3. Els processos es programen autònomament i els operaris només intervenen en cas d'excepció.
4. Els processos es programen autònomament i són capaços de resoldre incidències.

3.7. MONITORITZACIÓ / SUPERVISIÓ

1. La maquinària està supervisada directament per personal de línia.
2. La maquinària està supervisada per personal de línia amb el suport de sistemes tecnològics.
3. La maquinària està supervisada per sistemes automàtics que detecten incidències.
4. La maquinària està supervisada per sistemes automàtics que detecten un comportament fora d'uns patrons considerats correctes o no normals en comparació amb les mesures habituals.

3.8. CONTROL DE QUALITAT

1. La qualitat del producte s'assegura mitjançant la inspecció directa de cada unitat.
2. S'utilitzen sistemes automatitzats per garantir la qualitat.
3. Els processos són monitoritzats en temps real i s'inicien accions correctives quan es detecten desviacions.

3.9. ACTUACIÓ DE MANTENIMENT (I)

1. Les accions de manteniment les realitza un tècnic que es desplaça on s'ha generat la incidència.
2. Les accions de manteniment les realitza un operari amb el recolzament remot d'un tècnic.
3. Les accions de manteniment les realitza un tècnic de manera remota.
4. El sistema es manté / repara autònomament.
5. El sistema es manté / repara autònomament i gestiona les accions que se'n deriven (ordres a servei tècnic, facturació, sol·licitud d'estoc...).

3.10. ACTUACIÓ DE MANTENIMENT (II)

1. Les accions de manteniment es realitzen basant-se en el coneixement d'un tècnic.
2. El sistema proposa recomanacions per tornar al funcionament òptim.
3. El sistema es manté / repara autònomament.

3.11. CONTROL D'ESTOC

1. El seguiment de l'estoc es fa amb aplicacions genèriques.
2. Es disposa d'un sistema de control d'estocs (SGA o MES) alimentat manualment pels operaris logístics.
3. Els magatzems incorporen tecnologia IoT.
4. El control de l'estoc és autònom i completament digital.

3.12. CONTROL D'ESTOC EN CURS

1. No hi ha control dels materials en curs.
2. Es controlen únicament inventaris de grans dimensions o alt valor econòmic.
3. Es coneix en temps real la quantitat de material en tots i cadascun dels punts del procés.

3.13. LOGÍSTICA INTERNA

1. S'utilitzen mitjans dirigits de forma manual, recolzant-se en l'experiència per a la recerca de materials.
2. S'utilitzen mitjans dirigits de forma manual, recolzant-se en un sistema de gestió d'ubicacions.
3. S'utilitzen mitjans automatitzats, amb rutes predefinides per a l'aprovisionament en el punt d'ús.
4. S'utilitzen mitjans automatitzats capaços d'aprovisionar el punt d'ús en funció de la configuració individual de cada comanda.

3.14. PICKING

1. La selecció de productes es fa de manera manual per part d'un operari que es desplaça per les instal·lacions.
2. La selecció de productes es fa de manera manual per part d'un operari que es desplaça per les instal·lacions amb ajuda de medis de guiatge informatitzats.
3. La selecció de productes es fa de manera manual per part d'un operari des d'una posició fixa a la que arriba el material de manera autònoma.
4. La selecció de productes es fa de manera automatitzada sense intervenció humana.

3.15. LOGÍSTICA EN CADENA DE FRED

0. No aplica
1. Es mesura i controla la temperatura de cada zona de treball.
2. Es mesura i controla la temperatura de cada unitat de transport (caixa, carro de preparació...).
3. Es mesura i controla la temperatura de cada unitat de producte amb un sensor incorporat.
4. Es gestiona la informació de cada unitat per prendre decisions en temps real sobre la no entrega de productes.

3.16. LOGÍSTICA EXTERNA

1. És pròpia (flota o subcontractada exclusiva).
2. És externa i es subcontracta cas per cas.
3. És externa, amb accés als sistemes de gestió de les empreses proveïdores per organitzar les operacions.
4. És externa, amb accés de les empreses proveïdores als sistemes de gestió propis per preparar les comandes.

3.17. DADES DELS PROCESSOS

1. No es capturen dades.
2. Es recopilen dades bàsiques operacionals, en múltiples estàndards i suports d'informació.
3. Es recopilen dades no estructurades de forma massiva.
4. Es recopilen dades que permeten modelar processos o simular comportaments en temps real.

3.18. MODELITZACIÓ DE PROCESSOS

1. No es coneixen les variables crítiques que afecten el procés.
2. Es coneixen les variables crítiques que afecten al procés, però es desconeix el seu impacte quantificat en el resultat.
3. Es coneixen les variables crítiques del procés i existeixen algorismes per a l'anàlisi i extracció d'informació.
4. Es disposa de models d'analítica de dades per a la simulació en temps real (digital twin).
5. Es treballa en la millora contínua dels models predictius.

3.19. ANÀLISI DEL PROCÉS

1. No es mesuren les variables principals del procés.
2. Les variables principals del procés es mesuren, però no es realitza cap tipus d'anàlisi formalitzat.
3. Les variables principals del procés es mesuren i les persones de la línia utilitzen aquesta informació en la seva presa de decisions.
4. Les variables principals del procés es mesuren en temps real i les persones de la línia utilitzen la informació que el propi sistema suggereix per a la presa de decisions.
5. El sistema pren decisions de manera autònoma a partir de la mesura en temps real de les variables del procés.

3.20. EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

1. No es mesura el consum energètic dels processos.
2. Es mesura el consum energètic de processos aïllats.
3. Es mesura el consum energètic i s'analitza en temps real.
4. S'integra el consum energètic amb la informació de fabricació com a suport a la presa de decisions per a l'optimització dels processos.

3.21. EFICIÈNCIA MEDIAMBIENTAL

1. No es mesura l'impacte mediambiental dels processos.
2. Es mesura l'impacte mediambiental de processos aïllats.
3. Es mesura l'impacte mediambiental en temps real.
4. S'integren els indicadors d'impacte ambiental amb la informació de fabricació com a suport a la presa de decisions per a l'optimització dels processos.

ORGANITZACIÓ I PERSONES

4.1. SISTEMES D'INFORMACIÓ

1. L'empresa disposa de sistemes d'informació bàsics i independents.
2. L'empresa disposa de sistemes de gestió corporatius: ERP, CRM, PLM, MES...
3. L'empresa té integrats els diferents sistemes de producció i de gestió.
4. L'empresa té integrats els sistemes propis amb els sistemes de gestió de tercers.

4.2. DADES DELS SISTEMES D'INFORMACIÓ

1. Les dades estan disponibles només pels usuaris directament implicats.
2. Les dades són compartides per tota l'organització.
3. Les dades són compartides amb altres empreses de la cadena de valor.

4.3. PRESA DE DECISIONS (I)

1. La persona nomenada responsable de prendre una decisió la pren directament..
2. La persona nomenada responsable de prendre una decisió la pren després d'haver demanat el parer als afectats per la decisió.
3. L'equip d'afectats per la presa d'una decisió la pren després d'un procés de debat (per consens o majoria).
4. Qualsevol persona pot prendre qualsevol decisió, després de demanar consell a persones expertes i afectades.

4.4. PRESA DE DECISIONS (II)

1. Les decisions es prenen a partir de l'experiència de les persones involucrades.
2. Les decisions es prenen amb informació històrica.
3. Les decisions es prenen amb informes sobre previsions.
4. Les decisions es prenen amb el suport de sistemes intel·ligents.
5. Les decisions les pren un sistema i són validades per una persona responsable.

4.5. COORDINACIÓ

1. Les persones es coordinen a través de reunions i correus electrònics.
2. Les persones es coordinen mitjançant plataformes de treball col·laboratiu al núvol.
3. La coordinació de les persones està monitoritzat per algun sistema d'intel·ligència artificial.

4.6. PERSONES

1. No hi ha cap acció específica com a conseqüència de l'impacte de la Indústria 4.0.
2. S'ha establert un pla específic de coordinació entre els àmbits IT i OT.
3. Existeix un pla de formació en tecnologies digitals.
4. S'han incorporat nous perfils específics de tecnologies I4.0.

4.7. N-DISCIPLINARIETAT

1. En els equips treballen persones de la mateixa disciplina (intradisciplinarietat).
2. En els equips treballen persones de diferents disciplines, cadascuna encarregada del seu àmbit de coneixement (multidisciplinarietat).
3. En els equips treballen persones de diferents disciplines, compartint coneixements i mètodes (interdisciplinarietat).
4. Els equips han creat noves metodologies, més enllà de les disciplines de procedència (transdisciplinarietat).

4.8. MONITORITZACIÓ DE PERSONES

1. No es fa cap seguiment de l'actuació de les persones.
2. Les persones es monitoritzen i es fa un anàlisi offline.
3. Les persones es monitoritzen en temps real.

TECNOLOGIES

5.1. ROBÒTICA COL·LABORATIVA

1. No existeixen robots en planta.
2. Els robots automatitzen tasques molt concretes.
3. Els robots poden interactuar entre ells, però no amb les persones.
4. Robots i persones interactuen en un mateix espai, unint capacitats i donant com a resultat processos més eficients, flexibles i precisos.

5.2. IoT

1. No hi ha connexió entre els diferents equips.
2. La interconnexió parcial d'equips concrets amb els sistemes centrals permet desenvolupar algun procés avançat de fabricació.
3. Els equips físics estan connectats entre si oferint funcionalitats que aporten un valor afegit diferencial.
4. Existeix una interconnexió dels diferents elements existents en una planta de fabricació (màquines, utilitatges, productes, persones...) per a la seva interacció intel·ligent en temps real.

5.3. REALITAT AUGMENTADA / VIRTUAL

1. No s'utilitza la realitat augmentada / virtual.
2. Existeixen projectes pilot de realitat augmentada / virtual.
3. La realitat augmentada / virtual s'utilitza de manera parcial.
4. La realitat augmentada / virtual s'utilitza de manera generalitzada.

5.4. FABRICACIÓ ADDITIVA

1. No s'utilitza fabricació additiva.
2. La impressió 3D s'utilitza com a suport al prototipatge.
3. La impressió 3D s'utilitza per a la creació d'utilitatges de procés a la planta.
4. La impressió 3D s'utilitza per a la creació de peces del producte final.
5. La major part del producte final és produït mitjançant impressió 3D.

5.5. SIMULACIÓ

1. No s'utilitza la simulació de processos.
2. Existeixen projectes pilot de simulació.
3. La simulació s'utilitza de forma aïllada per determinats processos.
4. Existeix un model de simulació global de tota l'empresa.

5.6. BIG DATA

1. No s'utilitza big data.
2. Existeixen projectes pilot de big data.
3. El big data s'utilitza de manera parcial.
4. El big data s'utilitza de manera generalitzada.

5.7. COMPUTACIÓ AL NÚVOL

1. No s'utilitza computació al núvol.
2. Existeixen projectes pilot de computació al núvol.
3. La computació al núvol s'utilitza de manera parcial.
4. La computació al núvol s'utilitza de manera generalitzada.

5.8. INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL

1. No s'utilitza IA.
2. Existeixen projectes pilot d'IA.
3. La IA s'utilitza de manera parcial.
4. La IA s'utilitza de manera generalitzada.

5.9. CIBERSEGURETAT

1. Es disposa de mesures bàsiques de seguretat.
2. Es disposa de ciberseguretat per capes.
3. Es disposa de ciberseguretat amb sistemes de detecció i resposta en temps real.

5.10. NOUS MATERIALS

1. No es treballa amb nous materials.
2. Existeixen projectes pilot d'ús de nous materials.
3. Els nous materials s'utilitzen de manera parcial.
4. Els nous materials s'utilitzen de manera generalitzada.

5.11. BLOCKCHAIN

1. No es treballa amb blockchain.
2. Existeixen projectes pilot de blockchain.
3. El blockchain s'utilitza de manera parcial.
4. El blockchain s'utilitza de manera generalitzada.

Comissió Indústria 4.0

Grup de Treball de Robòtica

Grup de Treball d'IoT – Electrònica Embedded

Grup de Treball de Fabricació Additiva – 3D

Grup de Treball de Software, Anàlisi i Integració

Grup de Treball d'Intel·ligència Artificial

Grup de Treball d'Intralogística

Grup de Treball d'Agricultura 4.0

www.comissioindustria40.cat



Col·legi Oficial d'Enginyers Agrònoms de Catalunya
Passeig de Gràcia 55, 6è 6a, 08007 Barcelona
Tel. 93 215 26 00 / agronoms@agronoms.cat



Camins.cat
Col·legi d'Enginyers de Camins,
Canals i Ports de Catalunya

Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Catalunya
C/ Dels Vergós, 16, 08017 Barcelona
Tel. 93 204 34 12 / info@camins.cat



Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya
Via Laietana 39, 08003 Barcelona
Tel. 93 319 23 00 / eic@mail.eic.cat



Col·legi Oficial d'Enginyeria en Informàtica de Catalunya
Plaça Ramon Berenguer el Gran 1, entresòl 1a, 08002 Barcelona
Tel. 93 451 64 94 / informacio@coeinf.cat



telecos.cat
enginyers de telecomunicacions
electrònica i multimèdia-audiovisual

Associació Catalana d'Enginyers de Telecomunicació de Catalunya
Plaça Ramon Berenguer el Gran 1, entresòl dret, 08002 Barcelona
Tel. 93 551 33 22 / secretaria@telecos.cat