



# **SRAD I FLEXIBILITAT DE LA DEMANDA A ESPANYA**

**MARC, EVOLUCIÓ I OPORTUNITATS  
PER A LA INDÚSTRIA (2022–2026)**

**Enginyers Industrials de Catalunya  
Associació/Col·legi**

Febrer 2026

**Laura Garcia Garcia**  
Vicepresidenta Comissió d'Energia  
Presidenta del Grup de Treball d'Eficiència  
Energètica i Empresa

## 1. Un sistema elèctric en transició: per què la flexibilitat és imprescindible

El sistema elèctric peninsular viu un canvi d'època. La incorporació accelerada de generació renovable —especialment eòlica i fotovoltaica— és una bona notícia per a la descarbonització, però també introdueix una complexitat operativa més gran. La producció renovable variable depèn del recurs meteorològic i pot variar de manera significativa en intervals curts. Paral·lelament, la demanda elèctrica també canvia al llarg del dia i de la setmana, amb moments especialment sensibles al matí i al vespre.

Aquesta combinació fa que, alguns dies, l'operador del sistema hagi de gestionar "rampes" pronunciades: períodes en què la generació disponible i la demanda neta canvien ràpidament. És el cas de la sortida del sol (quan la generació solar s'incrementa en poc temps) i de la posta (quan la solar cau i el sistema ha de compensar aquesta pèrdua). També és el cas d'episodis meteorològics adversos: un temporal pot provocar parades de generació eòlica per seguretat o alterar la disponibilitat de recursos del sistema. Quan aquests elements coincideixen, el marge de reserves es tensa.

En aquest context, el concepte clau és la flexibilitat: la capacitat del sistema per adaptar-se a desviacions entre generació i consum amb rapidesa i fiabilitat. En el passat, una part important d'aquesta flexibilitat l'aportava la generació gestionable, especialment centrals amb capacitat de modulació i prou reserves. A mesura que el mix es descarbonitza i aquestes centrals perden pes estructural, la flexibilitat s'ha de reforçar per altres vies: emmagatzematge (bateries), interconnexions, gestió activa de xarxa i, sobretot, participació activa de la demanda.

La planificació energètica espanyola situa aquesta evolució en el centre del model. L'actualització del Pla Nacional Integrat d'Energia i Clima (PNIEC 2023–2030) estableix, entre d'altres, l'objectiu que el 81% de la generació elèctrica sigui renovable el 2030. Aquest objectiu implica que l'operació del sistema haurà de gestionar més variabilitat i, per tant, necessitarà més recursos de flexibilitat, tant per "apujar" (reduir demanda o augmentar generació neta) com per "abaixar" (absorbir excedents de renovables en hores d'alta producció).

Aquesta necessitat no és només un debat estratègic; té traducció pràctica en episodis concrets. Quan hi ha situacions meteorològiques adverses, la producció eòlica pot caure sobtadament o veure's limitada per seguretat, els intercanvis internacionals poden reduir-se i la xarxa ha de mantenir els marges de reserva per evitar incidències. En aquests moments, la flexibilitat es converteix en un instrument de seguretat de subministrament.

En aquest marc apareix l'SRAD (*Servicio de Respuesta Activa de la Demanda*): un mecanisme que permet mobilitzar capacitat de reducció de consum de grans consumidors (i, cada cop més, de recursos agregats) quan l'operador del sistema ho necessita. Per a la indústria, l'SRAD és alhora una oportunitat i un repte: oportunitat perquè retribueix la disponibilitat i l'activació d'una flexibilitat que, sovint, ja existeix "dins del procés"; i un repte perquè exigeix control, mesura, fiabilitat i governança interna.

En aquest sentit, cal entendre l'SRAD no només com una eina vinculada a la variabilitat de les energies renovables, sinó com un mecanisme de balanç del sistema que permet a l'operador del sistema compensar qualsevol situació de dèficit

de generació, sigui quin sigui el seu origen, mitjançant la reducció coordinada de la demanda.

## **2. De la interrompibilitat al SRAD: continuïtat d'objectiu, canvi d'enfocament**

Els mecanismes de resposta de demanda no són completament nous. Durant anys, Espanya va disposar del servei d'interrompibilitat, orientat a grans consumidors i utilitzat com a eina per reforçar la seguretat i la gestió d'operació. L'SRAD hereta part de la filosofia de fons (disposar d'un recurs de demanda que es pot activar) però evoluciona cap a un esquema més alineat amb els mercats i la regulació europea de balanç.

Aquesta evolució és significativa per tres motius. En primer lloc, perquè l'SRAD està formalitzat com a producte subhastat, amb condicions de prestació definides i un preu marginal de disponibilitat. En segon lloc, perquè s'integra amb el marc de serveis d'ajust i de balanç, amb una retribució per activació vinculada a la regulació terciària. I, en tercer lloc, perquè s'ha anat ajustant per facilitar la competència i l'entrada de més actors, especialment mitjançant l'agregació.

Per a l'empresa industrial, això implica un canvi cultural: el consum deixa de ser una magnitud "passiva" i pot convertir-se en un recurs gestionable que presta un servei. No es tracta simplement d'apagar una instal·lació; es tracta de planificar, controlar i demostrar una reducció de demanda en un temps curt, mantenint la qualitat del producte i la seguretat del procés.

### 3. Què és l'SRAD i quin paper juga dins dels serveis de balanç

L'SRAD (*Servicio de Respuesta Activa de la Demanda*) és un servei que permet que consumidors elèctrics ofereixin, de forma voluntària, una capacitat de reducció de demanda que pot ser activada amb preavís curt. Des d'un punt de vista funcional, equival a contractar una reserva: una potència (MW) que estarà disponible durant unes hores determinades i que, si el sistema ho requereix, s'activarà perquè el consumidor redueixi consum durant un període limitat.

És important entendre que l'SRAD no és un "mecanisme d'emergència improvisat", sinó un producte regulat i subhastat. L'Operador del Sistema defineix un sol·licitud de potència i unes franges horàries de prestació, i els proveïdors ofereixen un preu per estar disponibles. L'assignació es fa per subhasta i el servei té una retribució per disponibilitat i una retribució addicional quan hi ha activacions. En paral·lel, el servei té requisits de temps de resposta i de durada, i contempla conseqüències en cas d'incompliment.

Aquest plantejament s'alinea amb l'enfocament europeu dels serveis de balanç: la demanda pot contribuir a l'estabilitat del sistema de manera comparable a la generació. La CNMC ha assenyalat que l'SRAD s'emmarca com un producte específic de balanç associat a reserves amb activació manual (mFRR) i que l'evolució reguladora busca facilitar la competència de la demanda en la provisió d'aquests serveis.

### 4. Origen i marc regulatori (2022–2026): del Reial decret llei 17/2022 a les revisions recents

L'SRAD s'introdueix al marc normatiu espanyol a través del Reial decret llei 17/2022. Aquesta norma estableix la base legal del servei i defineix el procediment d'assignació mitjançant subhasta telemàtica amb preu marginal. També fixa principis de funcionament i de liquidació, i l'articula com una eina per reforçar reserves quan els recursos disponibles són insuficients.

Posteriorment, el desplegament operatiu es concreta amb el Procediment d'Operació 7.5 (P.O. 7.5), que descriu com es publica el requeriment, com es realitza la subhasta, quines són les condicions d'activació, i com es mesura i es verifica el compliment. El P.O. 14.4 s'actualitza per integrar la liquidació del servei, incloent-hi assignació i incompliments. Tot plegat dona al SRAD un marc complet: no només és un compromís tècnic, sinó també un contracte econòmic amb condicions.

El 2025 la CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia) va impulsar una revisió de l'SRAD amb canvis rellevants que després es reflecteixen en la prestació del servei el 2026. Entre aquests canvis destaca la reducció del temps d'activació a 12,5 minuts, la reducció de la durada màxima de l'energia activada a 2 hores, i l'obertura a l'agregació com a via per assolir el mínim d'oferta (1 MW). Aquests ajustos són coherents amb l'objectiu d'apropar l'SRAD al producte estàndard europeu i fer-lo més operatiu i competitiu.

## 5. Com funciona en la pràctica: subhastes, disponibilitat, activacions i verificació

La subhasta SRAD assigna una potència (MW) per unes hores de prestació definides. Per exemple, per al primer semestre de 2026, la documentació operativa estableix un total estimat de 2.279 hores de prestació, amb franges horàries específiques (laborables H8–H24 i caps de setmana/festius H22–H24). Aquest disseny horari reflecteix on el sistema considera que la disponibilitat de flexibilitat és més valuosa.

La retribució per disponibilitat és proporcional a MW assignats per hores de prestació, multiplicat pel preu marginal de la subhasta. És una remuneració per estar disponible, no per activar-se. En termes conceptuals, s'assembla a una assegurança: el valor està en la disponibilitat quan és necessària, encara que no sempre s'hagi d'utilitzar.

Per a les empreses, això implica una primera decisió estratègica: quin volum de flexibilitat oferir i en quines condicions. La potència oferta ha de ser realista, repetible i compatible amb la producció. És preferible comprometre una potència una mica inferior però complir amb un grau de fiabilitat alt, que no pas comprometre un volum massa agressiu i exposar-se a penalitzacions o a problemes operatius.

### **Retribució: disponibilitat + activació**

La retribució de l'SRAD té dos components:

- Pagament per disponibilitat: s'estableix al preu marginal de la subhasta i remunera

la potència assignada durant les hores de prestació.

- Pagament per activació: quan el servei s'activa, l'energia activada es valora d'acord amb el marc establert; en comunicats de REE s'ha indicat que es retribueix al preu de la regulació terciària en els períodes d'activació.

Aquesta estructura té un efecte pràctic: la disponibilitat pot ser una font d'ingrés relativament estable durant el període assignat, mentre que les activacions són més esporàdiques i depenen de la necessitat del sistema. Hi ha hagut anys en els quals l'SRAD s'ha activat molt poques vegades; en altres, hi ha hagut episodis puntuals. Això reforça la idea que el servei és una eina de reserva, no un mecanisme pensat per utilitzar-se diàriament.

L'SRAD té unes regles clares sobre com s'activa el servei, com es comprova que s'ha complert i com es calcula el pagament (i també què passa si no es compleix). A la pràctica, per a una empresa això vol dir que cal tenir una mesura i unes comunicacions fiables així com el registre i traçabilitat de les accions executades i el resultat obtingut. En definitiva, un pla d'actuació operatiu: una manera de respondre a temps sense posar en risc el procés ni la seguretat.

Aquestes condicions no són una càrrega "administrativa": són l'element que permet convertir una resposta puntual en un servei fiable. També són el punt en què es veu la diferència entre tenir flexibilitat potencial i tenir flexibilitat gestionable. En la pràctica, el que paga l'SRAD no és només "poder baixar consum", sinó poder fer-ho amb garanties, en un temps curt, de manera repetible i verificable.

La reducció del temps d'activació a 12,5 minuts és un canvi molt rellevant. En planta, 12,5 minuts és un interval curt: no sempre permet una decisió manual, una coordinació entre equips, una seqüència d'aturada segura i una confirmació de reducció amb dades. Per aquest motiu, la resposta SRAD s'ha d'entendre com una funció automatitzada, preparada i testada.

Un disseny típic per prestar flexibilitat de manera segura i repetible parteix d'una identificació prèvia de les càrregues realment flexibles (compressors, bombes, forns o línies auxiliars) i estableix regles d'operació clares: què es pot reduir o aturar, en quin ordre, quins llimdars no es poden superar i quines excepcions s'han de respectar (producció crítica, lots sensibles o manteniment). A partir d'aquí, la resposta es basa en l'automatització —mitjançant lògiques al PLC/SCADA o al sistema de gestió energètica (EMS)— que executa l'acció i en verifica el resultat amb dades, i incorpora una estratègia de recuperació per tornar a la normalitat de manera gradual, evitant un “rebot” de consum que pugui generar pics de potència o incidències operatives.

## 6. Evolució de preus i volums (2022–2026): què s'ha vist a les subhastes

Des de la creació de l'SRAD el 2022 fins al primer semestre de 2026, el servei ha evolucionat tant en potència adjudicada com en preus marginals. Les dades publicades per REE i al portal e-sios permeten observar una trajectòria clara:

- **2024:** 609 MW adjudicats, 5.745 hores de prestació, preu marginal 40,82 €/MW·h.
- **2025:** 1.148 MW adjudicats, 4.371 hores, preu marginal 56,43 €/MW·h.
- **1S2026:** 1.725 MW adjudicats, 2.279 hores, preu marginal 65 €/MW·h.

Aquests valors mostren que l'SRAD ha guanyat volum i que el preu de disponibilitat ha augmentat en els darrers processos. La lectura tècnica és que la flexibilitat fiable és un recurs valuós: la capacitat de reduir consum en minuts, amb garanties, no és il·limitada, i el sistema la contracta on la necessita.

En termes econòmics agregats, només el component de disponibilitat al 1S2026 s'estima en  $1.725 \text{ MW} \times 2.279 \text{ h} \times 65 \text{ €/MW}\cdot\text{h} \approx 255,5 \text{ M€}$ . Aquest ordre de magnitud ha estat recollit per la premsa econòmica quan s'han analitzat els resultats i el cost del servei. Més enllà del titular, el que interessa a l'enginyeria econòmica és comparar aquest cost amb el cost de les alternatives: altres reserves, programació addicional de generació, o el risc d'incidències si el sistema no disposa de prou marge.

## 7. Activació del 28 de gener de 2026: una lectura operativa

El 28 de gener de 2026, REE va activar l'SRAD durant aproximadament dues hores (8:00–10:00) en un context meteorològic advers. La informació publicada descriu que l'objectiu era mantenir els nivells de reserva davant una reducció puntual de recursos disponibles, associada a la caiguda de producció eòlica i la creducció d'importacions des de Portugal.

Aquest episodi és útil perquè il·lustra una realitat del sistema renovable: poden produir-se situacions en què, en un interval curt, la disponibilitat real de generació i intercanvis és menor que l'esperada. Quan això coincideix amb hores sensibles, el sistema recorre a reserves. L'SRAD permet obtenir una “reserva de demanda” amb resposta ràpida, i això contribueix a estabilitzar el conjunt.

Per a la indústria, aquests episodis tenen una lectura clara: la flexibilitat és més valuosa en moments puntuals i sovint previsibles (per exemple, meteorologia extrema) però no sempre perfectament calibrables. Això reforça la necessitat de sistemes de control que responguin de manera automàtica, sense dependre de la disponibilitat humana en aquell moment.

## 8. Flexibilitat del costat de la demanda (DSF): potencial, barreres i el paper clau de l'agregació

L'SRAD és una peça concreta dins del conjunt de recursos de flexibilitat. Per entendre el seu sentit complet, convé situar-lo en el marc més ampli de la flexibilitat de la demanda i de com Europa està redissenyant els mercats per fer-la escalable.

A escala europea, hi ha un consens creixent que la flexibilitat del costat de la demanda serà una peça estructural per operar un sistema elèctric amb més renovables i més electrificació. En aquesta línia, un estudi elaborat per DNV conjuntament amb smartEn identifica i quantifica els beneficis d'activar de manera més completa la flexibilitat provinent d'edificis, transport (inclòs vehicle elèctric) i indústria en l'horitzó 2030, destacant impactes rellevants sobre emissions, inversió en xarxa, costos per als consumidors i reducció de vessaments renovables.

Aquest potencial, però, no es materialitza automàticament. ACER ha insistit que la flexibilitat (inclosa resposta de la demanda) encara troba barreres pràctiques a molts mercats: requisits tècnics i administratius desproporcionats, dificultats d'accés per a actors petits i condicions que no sempre faciliten l'entrada de nous participants. En conseqüència, el desplegament efectiu requereix una evolució reguladora i operativa que posi la flexibilitat al mateix nivell de normalitat que altres recursos del sistema.

En el cas d'Espanya, aquest avanç té un element especialment rellevant: la implantació plena de la figura de l'agregador independent. La CNMC recorda que l'agregador independent està definit a la Directiva (UE) 2019/944 i que el seu dret a participar en els mercats en condicions no

discriminatòries forma part del marc europeu. Tot i que aquesta figura va quedar incorporada al marc jurídic espanyol mitjançant el Reial decret llei 23/2020, la seva incorporació completa requereix encara desenvolupament reglamentari: definir el paper i el model d'agregació, la seva operativa i els fluxos econòmics associats (inclosa, si s'escau, la compensació al comercialitzador).

Aquesta peça és clau perquè, sense una agregació independent plenament operativa, una part important de la flexibilitat potencial — especialment la dispersa en múltiples punts de consum— té més dificultats per arribar al mercat en condicions competitives. I això connecta amb l'evolució de l'SRAD: l'obertura a l'agregació i els requisits de resposta més exigents reforcen la necessitat d'un ecosistema de control, dades i coordinació que faci viable prestar el servei amb fiabilitat i sense impacte sobre el procés.

En aquesta realitat, el paper de les empreses canvia. Ja no es tracta només de “tenir un consum”, sinó de gestionar-lo amb criteris de valor i de risc, igual que es gestionen altres variables operatives.

## 9. Dos casos d'èxit industrials: flexibilitat sense afectar el procés

Els casos d'èxit mostren que la flexibilitat més valuosa és la que el sistema nota, però el procés industrial no pateix.

### **Indústria alimentària de congelats: la inèrcia tèrmica de cambres de fred**

En una indústria alimentària amb cambres de congelació, el consum dels compressors és rellevant i, sovint, és una de les càrregues amb més potencial de flexibilitat. La raó és física: la cambra i el producte tenen inèrcia tèrmica. Això permet interrompre el consum dels compressors durant fins a dues hores sense afectar la qualitat del producte, sempre que el control estigui ben dissenyat i es disposi de monitoratge continu de temperatura.

La gestió tècnica acostuma a incloure una fase de “pre-refredament” o marge previ, l'aturada temporal dels compressors durant la finestra d'activació, i un retorn a règim controlat per evitar pics de demanda o estrès mecànic. Aquest cas converteix un buffer inherent del procés (fred acumulat) en un actiu de flexibilitat.

Un aspecte addicional és la planificació: si l'empresa sap que la finestra SRAD és al matí, pot ajustar consignes en hores prèvies per augmentar el marge tèrmic sense penalitzar consum en hores de preu elevat. Això connecta flexibilitat amb eficiència: el mateix control que es fa per SRAD millora la gestió del consum en general.

## Laboratori farmacèutic: grups electrògens de 500 kW i continuïtat

Un laboratori farmacèutic disposa de grups electrògens de suport de 500 kW per assegurar la continuïtat de processos crítics. En cas d'activació de l'SRAD, els grups es posen en marxa automàticament, garantint el subministrament intern sense afectar el procés. Això permet mantenir l'activitat davant interrupcions o consignes de reducció de demanda a xarxa i reduir el risc de parades operatives.

Pel que fa a projecte, cal assegurar que l'engegada i la transferència estan pensades també per a aquest ús (no només per a talls), coordinar la resposta amb càrregues crítiques i sistemes UPS si n'hi ha, i acreditar la reducció de demanda neta a la xarxa de forma verificable.

Aquest cas també mostra una idea útil per a moltes indústries: actius instal·lats per resiliència (*backup*) poden aportar valor addicional si s'integren en una estratègia energètica. No es tracta d'incrementar risc; es tracta de gestionar amb criteri una capacitat existent.

En ambdós casos, les empreses poden acreditar una potència flexible de 500 kW (0,5 MW. Amb els resultats del primer semestre de 2026 (1S2026), aquest import es pot calcular de forma directa a partir de les dades de la subhasta:

- Potència flexible: 0,5 MW (500 kW)
- Hores de prestació: 2.279
- Preu marginal: 65 €/MW·h

Així, la retribució per disponibilitat és:

$$0,5 \times 2.279 \times 65 = 74.067,5 \text{ €}$$

(aprox. 74.067 € en sis mesos)

Aquesta quantitat correspon exclusivament al component de disponibilitat. En cas d'activacions, s'hi afegeix la retribució vinculada a l'energia efectivament activada, d'acord amb el marc aplicable. En qualsevol cas, el valor real del servei es consolida quan el compliment és robust: és preferible oferir una flexibilitat que es pugui garantir i automatitzar de manera consistent, que no pas maximitzar MW compromesos amb risc d'incompliment.

Per a la direcció d'una empresa, aquest exemple econòmic és especialment útil perquè permet dimensionar la rendibilitat de la inversió en digitalització i control. Sovint, el cost principal no és incorporar un equip nou, sinó connectar dades, integrar controls i establir procediments operatius. La retribució de disponibilitat pot contribuir a finançar aquesta transformació i, un cop implementada, els beneficis acostumen a estendre's més enllà de l'SRAD, millorant la gestió energètica, l'eficiència i el manteniment.

## 10. Reflexió per a empreses

Per a la indústria intensiva en energia, l'SRAD és una oportunitat perquè **monetitza la capacitat de resposta** i, ahora, obliga a **professionalitzar la gestió energètica**. Sovint la flexibilitat ja existeix (buffers, marges de procés, equips de suport), però no està identificada ni governada. Entrar a l'SRAD implica posar-hi mètode: definir quines càrregues són flexibles, establir regles d'operació i **automatitzar** la resposta per garantir fiabilitat.

A la pràctica, el repte principal no és “tenir flexibilitat”, sinó **coordinar dades, control i operació** perquè la resposta sigui verificable: submesura i telemesura, integració amb sistemes de control (PLC/SCADA) i una capa de gestió energètica, registres d'esdeveniments i criteris de seguretat (inclosa ciberseguretat industrial). Aquest enfocament, impulsat per complir amb l'SRAD, sol generar beneficis addicionals: detecció de consums anòmals, millor manteniment, menys penalitzacions i una base sòlida per sistemes de gestió energètica com ISO 50001.

Finalment, la flexibilitat reforça l'estratègia energètica: permet optimitzar la despesa no només pel “quant”, sinó també pel “**quan**” i el “com” es consumeix sense risc. I, a mesura que l'agregació i l'agregador independent es despleguin plenament, les empreses que hagin començat ara estaran millor posicionades per aprofitar nous serveis i oportunitats de mercat.

## 11. Conclusions

L'SRAD és un instrument regulat que incorpora la demanda com a recurs de balanç. Des de 2022, el servei ha guanyat volum i ha evolucionat en condicions operatives per apropar-se al marc europeu: temps d'activació més curt, durada màxima ajustada i possibilitat d'agregació. Les dades de subhasta mostren un increment del valor de la disponibilitat, reflectint que la flexibilitat fiable és un actiu escàs i necessari.

Per a les empreses, l'SRAD és una oportunitat quan s'afronta amb criteri industrial: identificar flexibilitat real, automatitzar resposta, mesurar i verificar. Els casos de fred industrial (inèrcia tèrmica) i de laboratori farmacèutic (grups electrògens) mostren que és possible aportar flexibilitat sense afectar el procés. A més, la retribució pot ser significativa: 500 kW de flexibilitat poden rebre aproximadament 74.067 € en sis mesos només per disponibilitat al 1S2026.

Finalment, el desplegament de la flexibilitat de la demanda a Espanya encara té recorregut, i l'aprovació i operativització plena de l'agregador independent serà un element determinant per escalar recursos distribuïts i ampliar la base de flexibilitat. En un sistema amb objectius 2030 ambiciosos, aquesta evolució serà una condició pràctica per integrar renovables amb seguretat, eficiència i cost raonable.

Mirant endavant, és raonable esperar que la flexibilitat de la demanda guanyi pes per tres raons. Primera, perquè el sistema necessitarà cada cop més capacitat de resposta ràpida quan la renovable variable sigui majoritària i els episodis meteorològics extrems siguin més freqüents. Segona, perquè l'emmagatzematge en bateries i altres actius aportaran flexibilitat,

però la demanda seguirà sent un recurs competitiu quan es pot activar sense afectar el procés. I tercera, perquè el desenvolupament normatiu pendent —especialment l'agregador independent— pot ampliar el nombre d'agents i d'actius participants, fent que la flexibilitat sigui un mercat més líquid i amb més competència.

Per a les empreses, això recomana una aproximació gradual però decidida: començar per identificar 1 o 2 casos d'ús de flexibilitat de baix risc (per exemple, fred industrial o auxiliars), dotar-los de control i mesura, validar-los amb proves internes i, un cop consolidats, escalar cap a potències més grans o cap a agregació. La clau és que la flexibilitat no sigui una "maniobra", sinó un procés industrial: definit, documentat, repetible i auditable.

En definitiva, l'SRAD és una oportunitat per transformar un repte del sistema elèctric en una palanca empresarial: millor control del consum, més digitalització útil, i una estratègia energètica que combina eficiència, resiliència i participació en mercats.