

# Treball de Fi de Grau

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials (GETI)

## Estudi de l'impacte de la presencialitat deguda a la COVID-19 en l'evolució del consum energètic dels edificis de la UPC

### MEMÒRIA

24 de gener de 2022

**Autor:** Laura Solé Condeminas

**Directors:** Roberto Villafáfila Robles

**Convocatòria:** 01/2022



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona





## Resum

L'any 2020 es va veure afectat per la pandèmia de la [COVID-19](#), començant a mitjans de març amb un confinament domiciliari que obligava a tothom qui no efectués una feina essencial a quedar-se a casa. Tota aquella persona que pogués efectuar la seva activitat productiva fent teletreball es va veure forçada a fer-ho; així com l'aprenentatge i els estudis a tots els nivells.

De la primavera a la tardor del 2021 es va produir el desconfinament per fases. No va ser fins a l'inici del curs 2021-2022 que la presencialitat en l'àmbit docent i estudiantil va tornar a ser total.

Per tots aquests motius un aspecte que es va veure afectat per aquest canvi del paradigma de la normalitat va ser el consum energètic. Es va augmentar el consum domèstic a causa del teletreball i el consum energètic dels centres de treball habitual va disminuir.

L'objectiu d'aquest projecte és analitzar la variació del consum energètic de tots els edificis de la [UPC](#) durant els anys 2019, 2020 i 2021 per tal de veure l'evolució d'aquest consum i com ha afectat la presencialitat. S'estudiarà l'evolució del consum energètic: el d'electricitat, gas i Districlima per tal de veure com ha variat amb les diferents circumstàncies que s'han viscut aquests últims tres anys.

A més a més, en conseqüència a l'augment tan pronunciat i abusi del preu de l'electricitat també es farà una anàlisi de com ha evolucionat aquest i quines accions s'han pres per tal de disminuir-lo.

Per concloure el projecte, s'han extret conclusions i s'han determinat propostes de millora a nivell [UPC](#) per tal de reduir el consum energètic, ja sigui el consum pic com el consum de fons o nocturn.

Les dades analitzades durant el projecte s'han extret de la plataforma [SIRENA](#) i de la plataforma anomenada Gemweb a la qual es té accés a través del Servei d'Infraestructures de la [UPC](#) on apareixen les dades de facturació dels diferents campus tant de gas com d'electricitat. Pel que fa a les dades del subministrament de Districlima s'han obtingut a partir del mateix Servei d'Infraestructures.



# Índex

<b>1</b>	<b>Glossari</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Introducció</b>	<b>9</b>
2.1	Antecedents	9
2.2	Objectius del projecte	9
2.3	Abast del projecte	10
<b>3</b>	<b>Anàlisi del consum elèctric dels diferents campus i edificis de la UPC dels anys 2019, 2020 i 2021</b>	<b>11</b>
3.1	Campus Baix Llobregat	14
3.2	Campus Diagonal Besòs	16
3.3	Campus Diagonal Nord	18
3.4	Edifici Vèrtex	21
3.5	Campus Diagonal Sud 1	23
3.5.1	EPSEB	25
3.5.2	ETSAB	25
3.5.3	FME	26
3.6	Campus Diagonal Sud 2	28
3.7	Campus Manresa	31
3.8	Facultat de Nàutica	33
3.9	Campus Sant Cugat del Vallès	35
3.10	Campus Terrassa	37
3.11	Campus Vilanova i la Geltrú	40
<b>4</b>	<b>Anàlisi del consum de gas i Districlima dels diferents campus i edificis de la UPC dels anys 2019, 2020 i 2021</b>	<b>43</b>
4.1	Total UPC	44
4.1.1	Anàlisi consum any 2020	44
4.1.2	Anàlisi consum any 2021	47
4.2	Campus Diagonal Besòs	48
<b>5</b>	<b>Plans i accions de reducció del consum energètic dels anys 2019, 2020 i 2021</b>	<b>49</b>
5.1	Pla Energia UPC 2020	50
5.2	Desconnecta't	51
<b>6</b>	<b>Anàlisi de la despesa energètica i plans de reducció</b>	<b>55</b>
6.1	Evolució de la despesa del subministrament elèctric dels anys d'estudi	56
6.2	Evolució de la despesa del subministrament de gas dels anys d'estudi	56
6.3	Evolució de la despesa del subministrament de Districlima dels anys d'estudi	57
<b>7</b>	<b>Propostes de millora</b>	<b>59</b>
<b>8</b>	<b>Pressupost</b>	<b>61</b>
<b>9</b>	<b>Impacte ambiental</b>	<b>63</b>
<b>10</b>	<b>Conclusions</b>	<b>65</b>

**11 Agraïments**

**67**

## Índex de figures

1	Distribució Campus UPC i certificacions energètiques	11
2	Evolució del consum elèctric per unitat de superfície dels diferents Campus de la UPC	12
3	Consum horari total UPC desembre 2019 vs. 2020	13
4	Distribució edificis del Campus Baix Llobregat	14
5	Evolució del consum elèctric mensual del Campus Baix Llobregat	14
6	Distribució edificis del Campus Diagonal Besòs	16
7	Evolució del consum elèctric mensual del Campus Diagonal Besòs	16
8	Distribució edificis del Campus Diagonal Nord	18
9	Evolució del consum elèctric mensual del Campus Diagonal Nord	19
10	Evolució del consum elèctric mensual de l'Edifici Vèrtex	21
11	Distribució edificis del Campus Diagonal Sud	23
12	Evolució del consum elèctric mensual del Campus Diagonal Sud 1	23
13	Evolució del consum elèctric mensual de l'EPSEB	25
14	Evolució del consum elèctric horari del mes d'agost de l'EPSEB	25
15	Evolució del consum elèctric mensual de l'ETSAB	26
16	Evolució del consum elèctric mensual de la FME	27
17	Evolució del consum elèctric del mes d'octubre de la FME	27
18	Evolució del consum elèctric mensual del Campus Diagonal Sud 2	28
19	Evolució del consum elèctric horari del mes d'agost de l'ETSEIB	30
20	Evolució del consum elèctric mensual del Campus Manresa	31
21	Evolució del consum elèctric mensual de la Facultat de Nàutica	33
22	Evolució del consum elèctric mensual del Campus Sant Cugat del Vallès	35
23	Distribució edificis del Campus Terrassa	37
24	Evolució del consum elèctric mensual del Campus Terrassa	37
25	Evolució del consum elèctric mensual dels edificis TR1-10	38
26	Evolució del consum elèctric mensual dels edificis TR11-14	38
27	Distribució edificis del Campus Vilanova i la Geltrú	40
28	Evolució del consum elèctric mensual del Campus Vilanova i la Geltrú	40
29	Evolució del consum de gas mensual Total UPC	44
30	Evolució del consum de gas mensual Campus Diagonal Nord	45
31	Evolució del consum de gas mensual Edifici Vèrtex	46
32	Evolució del consum de gas mensual Campus Diagonal Sud 2	46
33	Evolució del consum mensual de Districlima del Campus Diagonal Besòs	48
34	Evolució del consum horari de l'Edifici Vèrtex 2019 vs. 2020	52
35	Evolució despesa energètica anual Total UPC	55
36	Despesa Elèctrica mensual Total UPC	56
37	Despesa Gas mensual Total UPC	57
38	Despesa Districlima mensual Campus Diagonal Besòs	57

## Índex de taules

1	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019	15
2	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019	17
3	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019	20
4	Evolució consum elèctric SAI Edifici Vèrtex	21

5	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019 . . . . .	22
6	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019 . . . . .	24
7	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019 . . . . .	29
8	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019 . . . . .	32
9	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019 . . . . .	34
10	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019 . . . . .	36
11	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019 . . . . .	39
12	Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019 . . . . .	41
13	Cost dels recursos materials i informàtics . . . . .	61
14	Cost dels recursos humans . . . . .	61
15	Cost dels recursos energètics . . . . .	62
16	Cost Total del projecte . . . . .	62



## 1 Glossari

BCUM: Biblioteca del Campus Universitari de Manresa

BRGF: Biblioteca Rector Gabriel Ferraté.

CIM: Computer Integrated Manufacturing.

CITM: Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia.

COVID-19: Coronavirus Disease 2019.

CSUC: Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya.

EETAC: Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels.

EPIs: Equips de Protecció Individual.

EPSEB: Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona.

EPSEM: Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa.

EPSEVG: Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú.

ESAB: Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.

ESEIAAT: Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa.

ETSAB: Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona.

ETSAV: Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès.

ETSECCPB: Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona.

ETSEIB: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.

ETSETB: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona.

FIB: Facultat d'Informàtica de Barcelona.

FME: Facultat de Matemàtiques i Estadística.

FNB: Facultat de Nàutica de Barcelona.

FOOT: Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa.

GIC: Gabinet d'Innovació i Comunitat.

IRII: Institut de Robòtica i Informàtica Industrial.

IVA: Impost sobre el Valor Afegit.

PAS: Personal d'Administració i Serveis.

PMT: Parc Mediterrani de la Tecnologia.

SAI: Sistema d'Alimentació Ininterrompuda.

SIRENA: Sistema d'Informació de Recursos Energètics i Aigua de la UPC.

UPC: Universitat Politècnica de Catalunya.

K2M: Knowledge to Market.



## 2 Introducció

A finals del segle XIX a Catalunya es produïen els primers passos de la indústria elèctrica amb la construcció de la primera central de producció elèctrica situada a Barcelona l'any 1875. Durant l'època de la segona Revolució Industrial i fins a l'actualitat l'electricitat ha estat un dels grans pilars per a sostenir el sistema econòmic, la industrialització i la societat tal com la coneixem.

A inicis del segle XXI a Catalunya la gran part del parc de producció elèctrica instal·lat al territori prové d'energies no renovables com centrals nuclears i combustió de combustibles fòssils com carbó i gas. Només una petita part de la producció prové d'energies renovables.

Des de fa pocs anys que la societat s'ha conscienciat de l'existència del canvi climàtic i les seves conseqüències. Com a resposta a la inestabilitat del planeta i a les inquietuds de la societat políticament s'està apostant per augmentar els parcs de producció elèctrica que provenen d'energies renovables.

La [UPC](#), com a universitat pública i com a politècnica, el 2015 va aprovar el Pla UPC Energia 2020. En ell hi havia estipulat el camí que prendria la [UPC](#) cap a la reducció del consum energètic, així com la reducció de les emissions de diòxid de carboni ( $CO_2$ ) produïdes pel consum tant de productes, energètic i de serveis. És per aquest motiu, que a partir de l'any 2017 tota l'electricitat consumida passa a ser produïda de manera renovable. A més a més es va iniciar una campanya per la conscienciació mitjançant la informació a tota la comunitat de la [UPC](#) mitjançant el sistema de monitoratge del consum energètic i d'aigua [SIRENA](#) i la producció anual d'informes de l'evolució d'aquest consum. Seguidament, l'any 2019 gràcies a la conscienciació de l'estudiantat i a la seva proposta es va declarar l'estat d'emergència climàtica a la [UPC](#). Això va desenvolupar en un seguit de polítiques de reducció del consum elèctric.

El 2020 es va poder fer un estudi de l'evolució del consum elèctric considerant com havien afectat els primers mesos de confinament (des del 14 de març) a causa del tancament dels edificis de la universitat per protocol arran de la [COVID-19](#).

### 2.1 Antecedents

Des de fa uns anys existeix dins la [UPC](#) la comunitat UPC Sostenible formada per treballadors del Servei d'Infraestructures i del [GIC](#). És des d'aquesta comunitat des d'on s'han tirat endavant totes aquestes polítiques i projectes.

Des del febrer del 2019 fins al juliol de l'any 2021 vaig tenir el plaer de formar-hi part com a becària mitjançant una beca aprenentatge de la [UPC](#). Vaig poder formar part i treballar en l'Informe [SIRENA](#) i presentar-lo als òrgans competents dins la [UPC](#), aprofundir en els aspectes del Pla UPC Energia 2020, ajudar a iniciar la creació dels Reptes 2030 i estudiar sobretot els consums dels edificis de la [UPC](#) tant d'electricitat, gas, Districlima i aigua amb el sistema de monitoratge [SIRENA](#).

### 2.2 Objectius del projecte

L'objectiu essencial del projecte és analitzar el consum energètic dels diferents edificis de la [UPC](#) agrupats per campus i observar l'evolució que han tingut des de l'any 2019 fins a l'actualitat, tenint en compte les circumstàncies poc usals i poc predictibles que han ocorregut els darrers anys a causa de la [COVID-19](#).

Una altra idea que es vol plantejar és com, mitjançant l'estudi del consum horari dels edificis, ha arribat a variar el consum i intentar explicar les causes analitzant les dades, així com analitzar els diferents plans i accions que s'han dut a terme per la reducció del consum i aprofundir en el consum de fons dels edificis.

Degut a l'actualitat política i econòmica també s'ha cregut necessari analitzar com ha variat la despesa energètica i detallar quins processos hi han hagut per tal de reduir-la.

### 2.3 Abast del projecte

Per a la realització del projecte s'estudien les dades del consum elèctric, de gas i Districlima mensuals des del gener del 2019 fins a les dades disponibles el gener del 2022 dels diferents campus de la [UPC](#). Es pretén donar una visió general i àmplia del canvi del consum i relacionar-ho amb la presencialitat als edificis.

En algun cas concret i explicitat s'estudia el consum d'un edifici sol argumentant la casuística d'aquell edifici. Així mateix, el Campus Diagonal Sud es dividirà entre Campus Diagonal Sud 1 ([FME](#), [ETSAB](#) i [EPSEB](#)) i Campus Diagonal Sud 2 ([ETSEIB](#)), ja que l'[ETSEIB](#) és un dels edificis més grans i amb més capacitat de la [UPC](#), així com més antics i generalment ja se separen per a efectuar els estudis de consum energètic. També passa en el cas de l'edifici Vèrtex que té la particularitat de ser un edifici d'administració on no hi ha estudiants ni activitat docent.

També s'estudia, en els casos que es cregui necessari, el consum elèctric horari dels edificis i/o campus per veure l'evolució del consum de fons relacionant-ho així amb polítiques i accions que s'han dut a terme aquests tres anys.

### 3 Anàlisi del consum elèctric dels diferents campus i edificis de la UPC dels anys 2019, 2020 i 2021

Per a dur a terme el projecte s'estudiarà l'evolució dels consums energètics. Per a poder tenir les dades dels consums mensuals es procedeix a extreure les dades de la plataforma de monitoratge [SIRENA](#), així com les dades de facturació dels comptadors situats als campus de la UPC extretes de la plataforma del Gemweb i aportades per UPC Sostenible. En el cas del consum elèctric es barrejaran les dues maneres d'obtenció de les dades. Per les dades del conjunt dels campus i la despesa es faran servir les dades de facturació. En el cas que es cregui oportú analitzar el consum d'un edifici en particular o el consum horari es faran servir les dades extretes de la plataforma [SIRENA](#).

Els 9 Campus que formen part de la Universitat Politècnica de Catalunya són: Campus Baix Llobregat, Campus Diagonal Besòs, Campus Diagonal Nord, Campus Diagonal Sud, Campus Manresa, Facultat de Nàutica, Campus Sant Cugat del Vallès, Campus Terrassa i Campus Vilanova i la Geltrú, ordenats de forma alfabètica. L'anàlisi es durà a terme amb aquest ordre i a més, tal com s'ha especificat a la introducció el Campus Diagonal Sud es dividirà en dos: Campus Diagonal Sud 1 i Campus Diagonal Sud 2. Altrament, també es farà el desdoblament de l'Edifici del Vèrtex situat a Campus Diagonal Nord i s'estudiarà com un campus a part així com s'ha dit anteriorment. Per tant, es farà l'estudi del consum d'11 Campus/Edificis diferents.

En la següent figura [1] es pot observar la distribució dels Campus de la UPC, així com l'envergadura i espai físic que ocupen els uns respecte als altres per tal de poder tenir una imatge de la seva situació de referència:



Figura 1: Distribució Campus UPC i certificacions energètiques

Inicialment, es farà l'anàlisi energètica mensual comparant els tres anys d'estudi: 2019, 2020 i 2021. S'estudiaran els canvis de consum entre els mateixos mesos entre els tres anys relacionant-ho amb la presencialitat.

Addicionalment, també s'efectuarà l'estudi del consum horari en els edificis que tinguin més rellevància o alguna particularitat de cada campus per a poder observar la seva evolució i quin ha estat l'impacte dels plans de reducció del consum, en cas d'existir.

Finalment, s'intentarà donar una explicació a l'evolució del consum amb el suport de les dades i gràfics descrits anteriorment.

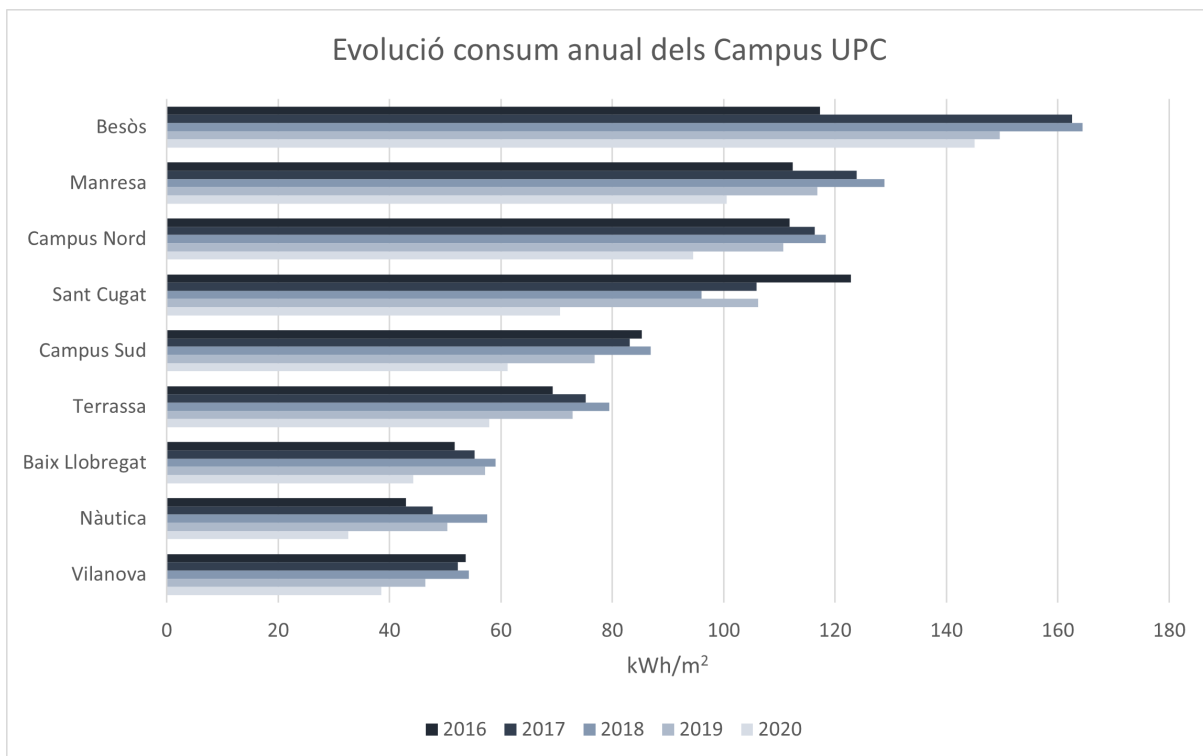


Figura 2: Evolució del consum elèctric per unitat de superfície dels diferents Campus de la UPC

Aquest gràfic [2], extret de l'informe [SIRENA](#) de l'any 2020, mostra en una sola imatge l'evolució del consum per unitat de superfície de tots els campus de la UPC. Observant el gràfic es pot tenir una àmplia visió de l'evolució dels últims 5 anys (des del 2016 fins al 2020); així com quins són aquells campus que consumeixen més per unitat de superfície.

Cal tenir en compte que el Campus Diagonal Besòs és un campus relativament nou (posat en marxa l'any 2016) i té certes particularitats. Una d'elles i, potser la més important per al desenvolupament d'aquest projecte, és el fet que a diferència de la resta el seu sistema de calefacció i refrigeració funciona amb una xarxa urbana de calor i fred que proporciona energia tèrmica a diversos edificis alhora. Aquesta xarxa s'anomena Districlima. L'energia de la xarxa s'usa per produir calefacció, refrigeració i aigua calenta sanitària als edificis.

La resta de campus, per tal de calefaccionar els seus espais i produir aigua calenta sanitària, funcionen amb calderes de gas; tot i que s'estan tirant endavant diversos projectes per electrificar

aquestes tecnologies. En el cas de la refrigeració dels espais en aquests campus es fa amb aire condicionat (sempre i quan hi hagi instal·lats els aparells). És per aquest motiu que, durant els mesos de més calor és quan més consum elèctric es produeix. Passa inversament amb el cas del consum de gas.

Tal com es pot apreciar al gràfic [2] del 2016 al 2018 el consum als campus va augmentar. A partir del 2018 la tendència canvia i el consum disminueix. Per tant, es pot afirmar que la UPC des del 2019 va començar la seva tendència reductiva de consum elèctric i, en gran part gràcies a la no presencialitat, es va poder arribar a l'objectiu establert al Pla UPC Energia 2020 on s'estipulava que el consum elèctric s'havia de reduir un 20% respecte a l'any 2007. Sense confinament s'estima que la reducció hagués estat del 16% i no del 23%.

Consum horari Total UPC desembre 2019 vs. 2020

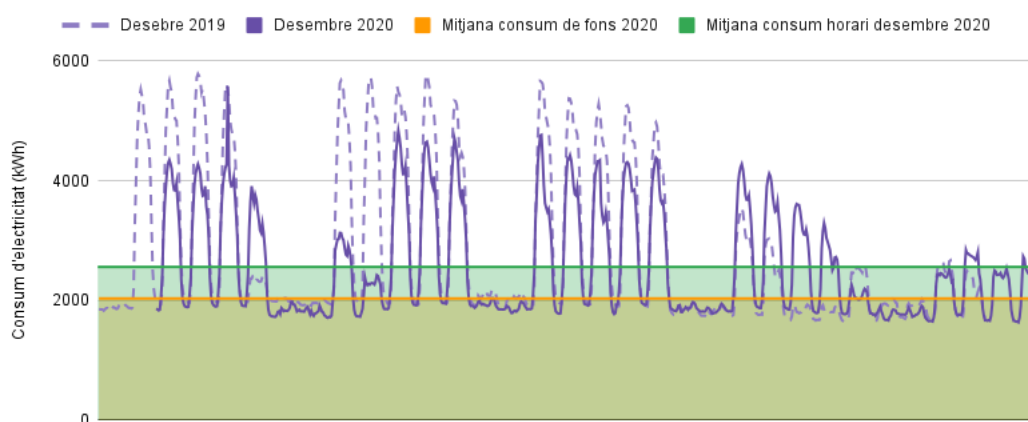


Figura 3: Consum horari total UPC desembre 2019 vs. 2020

En l'anterior gràfic [3], extret de l'Informe SIRENA de l'any 2020, mostra l'evolució del consum horari del mes de desembre dels anys 2019 i 2020, així com el consum de fons del mateix mes del 2020.

El consum de fons és el consum permanent que hi ha als edificis i campus, representa un 80% del consum total d'electricitat de la UPC. L'activitat dels edificis en horari laboral representa un 20% del consum total.

El consum nocturn de la UPC s'ha reduït un 2% respecte al 2019 essent la mitjana del 2019 de 2.073 kWh i la del 2020 de 2.030 kWh. A l'inici de l'estat d'alarma es va reduir el consum de fons fins a 1.745 kWh, però, durant els següents mesos va augmentar fins a un 16%.

Caldrà tenir en compte el consum de fons a l'hora d'analitzar l'evolució del consum dels edificis.

### 3.1 Campus Baix Llobregat

El Campus del Baix Llobregat està ubicat a Castelldefels, el seu espai territorial pertany al Parc Mediterrani de la Tecnologia (PMT). En aquest Campus s'hi troben dues Escoles: l'Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels (EETAC) i l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB).

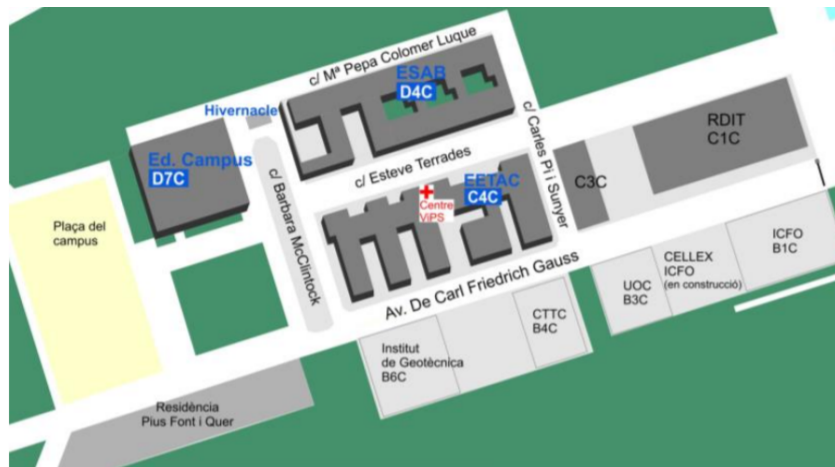


Figura 4: Distribució edificis del Campus Baix Llobregat

El Campus conté els edificis que formen part de la UPC (el C4C, on es situa l'EETAC; el D4C, on hi ha l'ESAB i el D7C on es troben els Serveis Generals del Campus), i edificis que són usats com a centres i instituts de recerca i empreses amb activitats d'innovació tecnològica.

D'aquest Campus encara no s'han pogut obtenir les dades de facturació del comptador del 2021. És per això que, en aquest cas, només es farà l'anàlisi de l'evolució del consum mensual dels anys 2019 i 2020. Al SIRENA tampoc hi ha les dades del conjunt d'analitzadors del Campus.

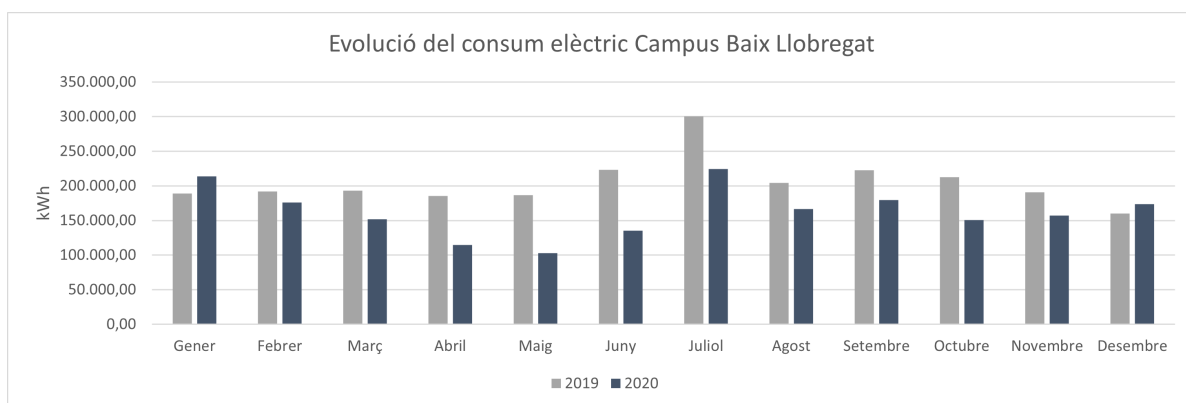


Figura 5: Evolució del consum elèctric mensual del Campus Baix Llobregat

Segons es pot observar al gràfic [5] el consum del mes de gener del 2020 del Campus va augmentar respecte al de l'any 2019. Al següent mes el consum disminueix i a partir del mes de març la reducció és més notable. Això va ser degut a les restriccions preses sobre la presencialitat per part dels òrgans polítics estatals per a fer front a la pandèmia de la COVID-19. La



reducció respecte a l'any base va arribar al 45% al mes de maig. Seguidament, el consum va tornar a augmentar degut a la desescalada de restriccions tot i que fins al mes de desembre, sempre per sota del consum de l'any 2019 on no hi havia cap restricció d'aforament. El mes de desembre el consum elèctric va augmentar respecte a l'any anterior un 9%. Això podria ser degut a molts factors i sense les dades dels següents mesos no es pot especificar si és un cas aïllat o que la tendència del consum del Campus del Baix Llobregat va a l'alça.

Diferència consum [%]	
Mesos	2020 vs. 2019
Gener	13%
Febrer	-8%
Març	-22%
Abril	-38%
Maig	-45%
Juny	-39%
Juliol	-25%
Agost	-19%
Setembre	-19%
Octubre	-29%
Novembre	-18%
Desembre	9%

Taula 1: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

En l'anterior taula [1] es poden veure les diferències percentuals del consum mensual de l'any 2020 respecte a l'any base.

### 3.2 Campus Diagonal Besòs

Situat al barri de Sant Martí de Barcelona hi ha el Campus Diagonal Besòs; el campus més nou a la UPC que es va posar en marxa l'any 2016. En la següent imatge [6] es pot veure la distribució dels tres edificis del Campus:

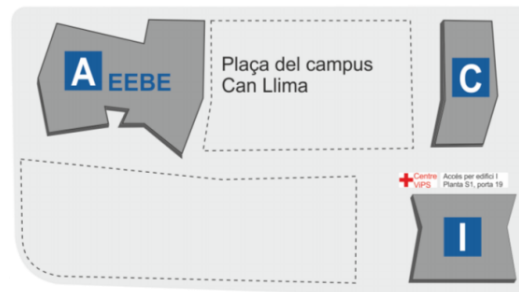


Figura 6: Distribució edificis del Campus Diagonal Besòs

En ser un campus amb edificis de nova construcció està equipat amb tecnologies més modernes com per exemple el sistema de renovació d'aire que s'engega quan les seves sondes detecten una quantitat elevada de  $CO_2$  a una aula, per exemple. Aquests sistemes funcionen amb electricitat.

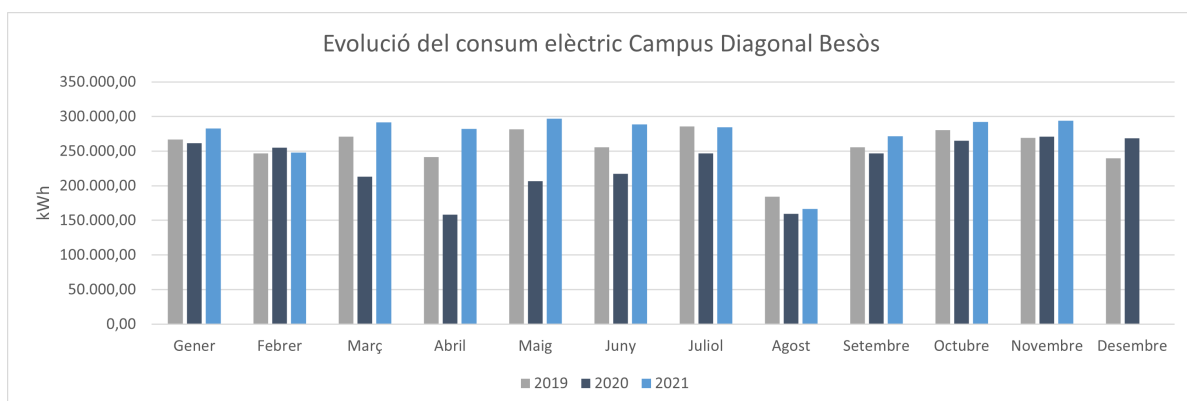


Figura 7: Evolució del consum elèctric mensual del Campus Diagonal Besòs

En el gràfic anterior [7] es veu com durant els primers dos mesos de l'any el consum va ser pràcticament el mateix entre el 2019 i el 2020. A partir del mes de març del 2020 el consum va començar a disminuir. Tot i això, s'observa que encara que s'aconsegueixi el mínim consum al mes d'abril de l'any 2020, essent aquest de 158.393kWh i baixant de la barrera dels 200.000kWh, aquest torna a escalar ràpidament el següent mes (mes on ja es permet accedir als espais de treball degut a la desescalada de les restriccions). Tal com s'ha explicat abans, el motiu d'aquesta reducció tan pobre comparada amb la resta de campus podria ser el fet que sistemes com el de la renovació d'aire estigués en ple funcionament a tots els espais tot i que l'ocupació dels espais era molt baixa.

El consum dels mesos de l'any 2021 es pot veure fàcilment com augmenta respecte al 2019 i, reafirmant l'anterior hipòtesi, podria ser degut als sistemes de renovació d'aire dels espais, on a partir del setembre va tornar la presencialitat completa i els sensors de la qualitat de l'aire

es van haver d'adaptar als consells efectuats des del Servei d'Infraestructures de la [UPC](#) i les autoritats sanitàries i científiques.

Diferència consum [%]		
Mesos	2020 vs. 2019	2021 vs. 2019
Gener	-2%	6%
Febrer	3%	0%
Març	-21%	8%
Abril	-34%	17%
Maig	-27%	5%
Juny	-15%	13%
Juliol	-14%	0%
Agost	-14%	-10%
Setembre	-3%	6%
Octubre	-5%	4%
Novembre	1%	9%
Desembre	12%	-

Taula 2: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

Tal com es pot observar a la taula [2], la tendència del consum mensual de l'any 2021 respecte l'any 2019 és a augmentar. El Campus Diagonal Besòs és l'únic on s'ha donat aquesta situació on des del desembre del 2020 fins al mes final d'abast de l'estudi el consum augmenta respecte l'any base.

### 3.3 Campus Diagonal Nord

El Campus Diagonal Nord està situat al barri de Pedralbes, a Zona Universitària. És el campus més extens de la UPC en quant a superfície i capacitat. En ell s'hi troben la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB), l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona (ETSETB) i l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB).



Figura 8: Distribució edificis del Campus Diagonal Nord

El consum que es mostra al gràfic [9] i el qual s'ha estudiat és el del comptador que fa referència als edificis d'aquestes tres escoles sumats als de l'edifici de la Biblioteca Rector Gabriel Ferraté (BRGF), l'edifici Omega (edifici on es troba la Sala de servidors amb el SAI incorporat i el seu sistema de refrigeració propi), el K2M, l'edifici de Torre Girona i el de Rectorat.

Tal com s'ha especificat al principi, el comptador de l'Edifici Vèrtex va per separat i es considera oportú fer l'estudi de l'evolució de manera separada per tots els motius esmentats abans.

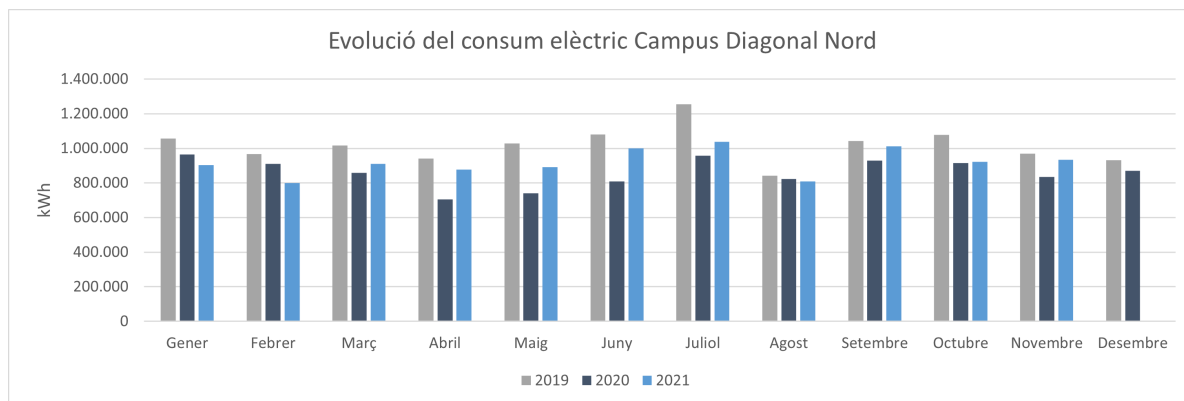


Figura 9: Evolució del consum elèctric mensual del Campus Diagonal Nord

Al gràfic [9] es pot observar com la tendència dels primers dos mesos de l'any 2020 respecte al 2019 ja era de la disminució del consum. A partir del mes de març ja es pot veure com la reducció és més significativa arribant fins al 28% de reducció al mes de maig que va passar d'un consum de 1.028.875 kWh el 2019 a 739.509 kWh l'any 2020. Aquests tres mesos on es va produir la major reducció del consum van ser els mesos on hi va haver el confinament complet i, per tant, els edificis estaven pràcticament buits.

Pel que fa al consum elèctric de l'any 2021 s'observa durant tots els mesos que continua sent menor que el consum en un any amb la presencialitat del 100%. Tot i així, els mesos de gener i febrer el consum també s'havia reduït respecte al consum dels mateixos mesos de l'any 2020, ja que la presencialitat d'aquests mesos el 2020 era completa mentre que al 2021 no va ser així. A partir del mes de març es veu com el consum del 2021 és major que el del 2020 a causa del fet que la presencialitat durant el 2021 va recuperar-se en la desescalada arribant al 100% un altre cop a finals de setembre.

El mes d'agost és un mes particular en els Centres Educatius i Universitats, ja que en condicions normals els estudiants que representen el gruix més gran de persones que accedeixen als espais no hi van, perquè és període no lectiu. És per aquest motiu que el consum del mes d'agost dels tres anys és semblant amb un consum de 842.472 kWh l'any 2019, de 823.780 kWh l'any 2020 i de 808.887 kWh l'any 2021.

El consum total anual del 2019 va ser de 12.210.476 kWh, mentre que el de 2020 va ser de 10.317.023 kWh. La reducció total del consum anual d'entre aquests dos anys va ser del 16%. El 2021, sense poder tenir les dades completes a falta del consum del mes de desembre, el consum va ser de 10.098.635 kWh.

Diferència consum [%]		
Mesos	2020 vs. 2019	2021 vs. 2019
Gener	-9%	-14%
Febrer	-6%	-17%
Març	-16%	-11%
Abril	-25%	-7%
Maig	-28%	-13%
Juny	-25%	-8%
Juliol	-24%	-17%
Agost	-2%	-4%
Setembre	-11%	-3%
Octubre	-15%	-14%
Novembre	-14%	-4%
Desembre	-7%	-

Taula 3: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

A l'anterior taula [3] es pot veure la diferència dels consums cada mes dels anys 2020 i 2021 comparats amb l'any base.

### 3.4 Edifici Vèrtex

L'Edifici Vèrtex, tal com s'ha especificat abans, tot i formar part dels espais emmarcats dins el Campus Diagonal Nord, tal com es pot veure a la figura [8], és un edifici que per les seves peculiaritats es tracta a part. L'Edifici, en forma de vèrtex, situat igualment al barri de Pedralbes de Barcelona, és un edifici dedicat al Personal d'Administració i Serveis (PAS) de la UPC. A part de despatxos i sales de treball també consta d'aules per a poder fer ponències o conferències; així com de la seva pròpia sala de servidors amb el SAI (Sistema d'Alimentació Ininterrompuda).

El 2021 el consum del SAI va representar un 30% del consum total de l'Edifici. Aquestes dades, extretes de la plataforma SIRENA que es mostren a la següent taula [4], només són dels anys 2019 i 2021, ja que el 2020 hi va haver una avaria a l'analitzador corresponent al consum del SAI i no hi ha les dades completes.

Consum elèctric [kWh]			
	2019	2021	Dif. 2021 vs. 2019 [%]
Total Edifici	871.226	935.121	7%
Total SAI	179.410	279.276	56%
Edifici sense SAI	691.816	655.845	-5%

Taula 4: Evolució consum elèctric SAI Edifici Vèrtex

Com es pot observar a la taula [4], el consum de l'Edifici Vèrtex total del 2021 ha augmentat respecte al 2019. Si es desgranen aquestes dades s'observa que és el consum del SAI el que incrementa un 56% mentre que el consum de l'Edifici sense contar el SAI disminueix. Aquesta intensificació del consum es pot explicar pel fet que durant el 2020 i l'època del confinament es va ampliar el consum dels servidors, ja que es van posar en marxa aplicacions de treball en remot com per exemple encendre i apagar els ordinadors de l'oficina remotament mitjançant el TurnItOn o l'accés a les carpetes compartides.

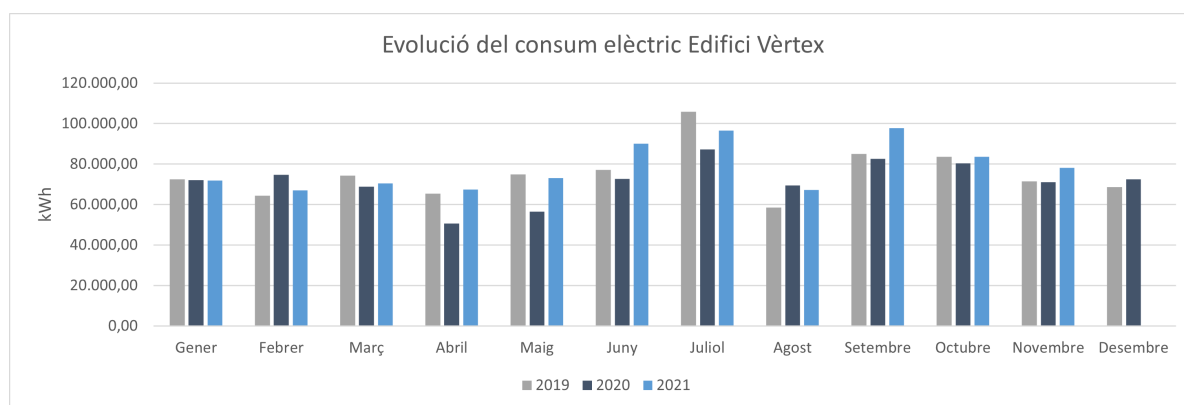


Figura 10: Evolució del consum elèctric mensual de l'Edifici Vèrtex

Tal com es veu al gràfic [10], a partir del mes de març de l'any 2020 el consum disminueix respecte al del 2019. El decreixement del consum va arribar fins a un 25% al mes de maig. A

partir d'aquest mes el consum va augmentar i, tot i el confinament i la poca presencialitat, no es va veure tan afectat com els altres campus o edificis.

Si es para atenció al mes d'agost, com a un mes semblant durant tots tres anys pel que fa a consum, s'observa que el consum l'any 2020 va augmentar. Això pot ser degut aL fet que tot i ser un mes on no hi hagi pràcticament activitat a l'edifici, el SAI va continuar alimentant els servidors i, per tant, consumint més. Aquesta diferència de consum d'un increment del 19% i 15% del 2020 i 2021 respectivament respecte al 2019 es pot explicar bàsicament per aquest motiu.

Diferència consum [%]		
Mesos	2020 vs. 2019	2021 vs. 2019
Gener	-1%	-1%
Febrer	16%	4%
Març	-7%	-5%
Abril	-23%	-3%
Maig	-25%	-2%
Juny	-6%	17%
Juliol	-18%	-9%
Agost	19%	15%
Setembre	-3%	15%
Octubre	-4%	0%
Novembre	0%	9%
Desembre	6%	-

Taula 5: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

En l'anterior taula [5] es pot veure que el consum, l'any 2020 va disminuir respecte a l'anterior tot i que en un percentatge més petit que la resta de campus i/o edificis tal com es pot veure a la resta del treball. És un edifici on, tot i el confinament i les restriccions, s'hi han hagut de desenvolupar treballs imprescindibles per al funcionament de la UPC. L'any 2021, però, ha augmentat durant molts mesos i, tal com s'ha explicat abans, ha estat pel consum del SAI i Servidors.



### 3.5 Campus Diagonal Sud 1

El Campus Diagonal Sud és un dels més extensos de la [UPC](#). Està ubicat a l'Avinguda Diagonal de Barcelona entre Zona Universitària i Palau Reial. Tal com s'ha explicat anteriorment aquest campus es dividirà en dos: Campus Sud 1 i Campus Sud 2. En aquest campus s'hi troba l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona ([ETSAB](#)), l'Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona ([EPSEB](#)) i la Facultat de Matemàtiques i Estadística ([FME](#)). També hi ha centres d'investigació, com la Fundació [CIM](#) i l'Institut de Robòtica i Informàtica Industrial ([IRII](#)), departaments i serveis de la universitat.

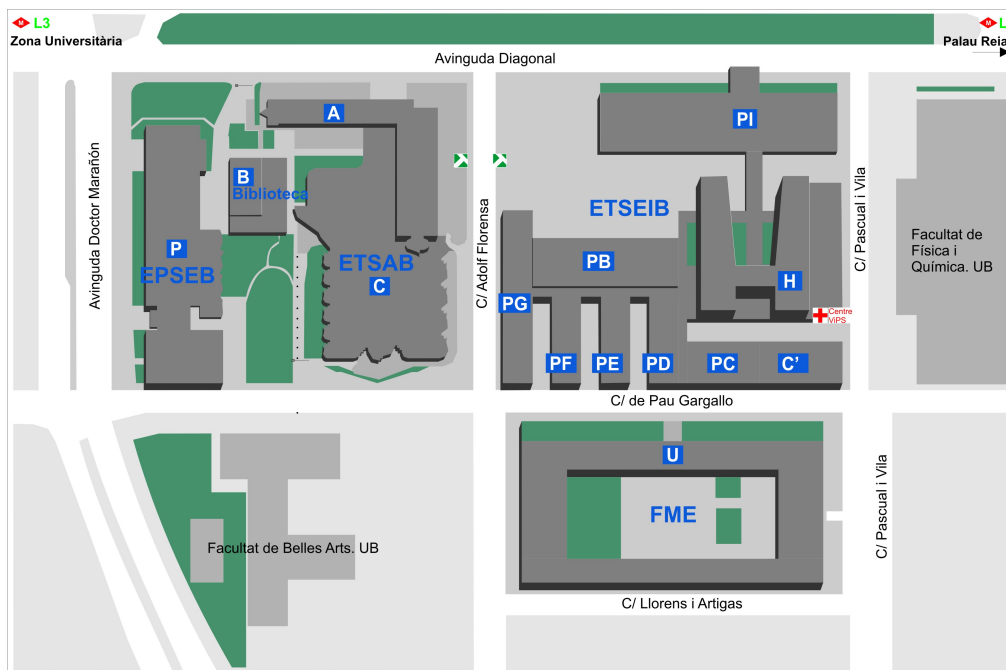


Figura 11: Distribució edificis del Campus Diagonal Sud

L'[EPSEB](#) està formada per l'edifici P. Al seu costat, l'[ETSAB](#) pels edificis A, C i B, que correspon a la biblioteca de l'escola i finalment, l'edifici U que correspon a la Facultat de Matemàtiques i Estadística ([FME](#)).

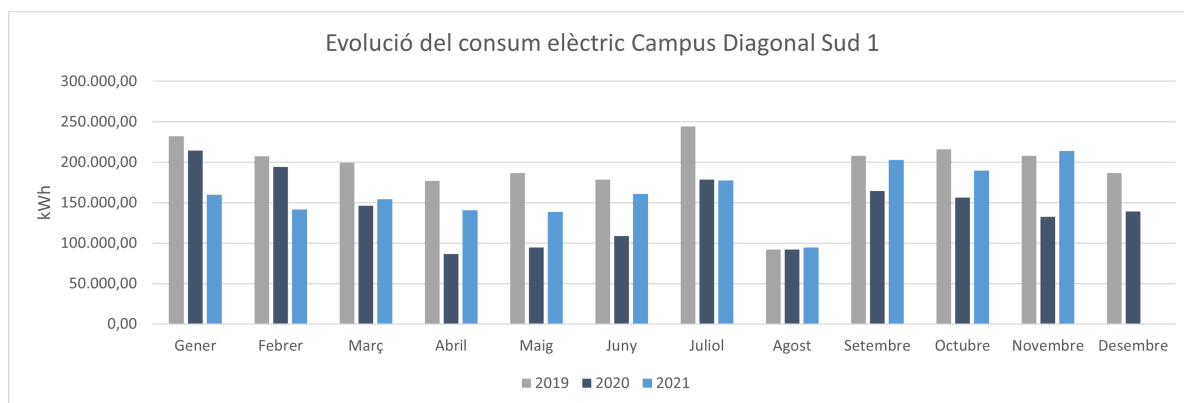


Figura 12: Evolució del consum elèctric mensual del Campus Diagonal Sud 1

Tal com es desprèn del gràfic [12] el consum en aquest campus tenia una tendència reductiva ja durant els dos primers mesos del 2020, tot i que encara no hi havia cap restricció per la pandèmia de la COVID-19. A partir del març la reducció va ésser més pronunciada (un 51% el mes d'abril) fins a arribar a l'agost, on el consum passa a ser pràcticament el mateix que l'any 2019. En aquest cas, el consum del mes d'agost del 2021 segueix en gairebé el mateix valor que els anteriors dos anys i no varia.

Els dos primers mesos del 2021 el consum respecte al 2019 i el 2020 va disminuir, ja que aquests encara hi havia restriccions de presencialitat que els diferenciaven dels anteriors anys, però a partir del mes de març ja s'observa la tendència a l'augment del consum respecte al 2020 tot i que es manté la rebaixa respecte a l'any base (2019). El mes de novembre el consum del 2021, però, augmenta respecte al 2019 en un 3%; fet que s'hauria d'estudiar un cop es tinguin les dades de consum dels següents mesos per a veure si es tracta d'un fet aïllat o té alguna explicació.

Diferència consum [%]		
Mesos	2020 vs. 2019	2021 vs. 2019
Gener	-8%	-31%
Febrer	-6%	-32%
Març	-26%	-23%
Abril	-51%	-21%
Maig	-49%	-26%
Juny	-39%	-10%
Juliol	-27%	-27%
Agost	0%	3%
Setembre	-21%	-3%
Octubre	-28%	-12%
Novembre	-36%	3%
Desembre	-25%	-

Taula 6: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

Tal com s'ha pogut apuntar al gràfic [12] i com es pot denotar a l'anterior taula [6] el decreixement del consum durant l'any 2020 va ser molt més notable que el que va succeir durant l'any 2021. A més a més, es pot notar com al mes de novembre aquest consum augmenta fins a arribar als 213.739kWh (al mateix mes del 2019 aquest consum va ésser de 207.676kWh).

En el cas dels tres edificis d'aquest campus al SIRENA es trobaven les dades del consum mensual dels tres anys d'estudi. Per aquest motiu i per observar si els tres edificis es comporten de manera semblant s'estudien també per separat.

### 3.5.1 EPSEB

En el següent gràfic [13] s'observa com l'EPSEB té exactament la mateixa tendència que el consum del campus sencer, excepte el mes de setembre on el consum es manté igual que l'any base i no disminueix. Cal tenir en compte que el consum de l'EPSEB representa un 20% del consum del Campus i l'efecte que té aquesta Escola sobre el consum total del Campus no és tan gran com el de les altres dues.

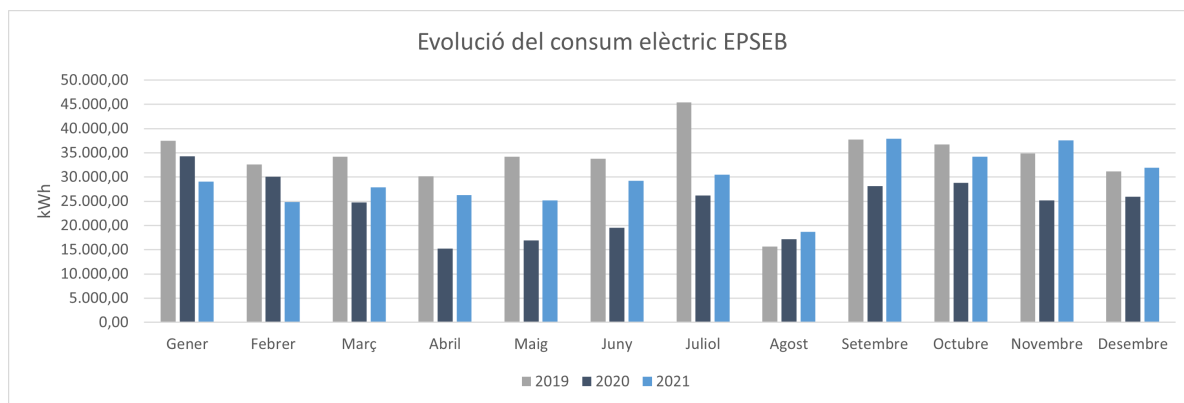


Figura 13: Evolució del consum elèctric mensual de l'EPSEB

En el cas de l'agost sí que es veu com el consum té una tendència a augmentar. Per observar el motiu s'estudia el consum horari d'aquest mes. En el següent gràfic [14] s'analitza com el consum de fons o nocturn augmenta durant el mes d'agost dels tres anys d'estudi. Aquest és el motiu de la tendència a l'augment del consum, per tant, s'hauria d'estudiar el motiu de l'augment del consum de fons i mirar de reduir-lo.

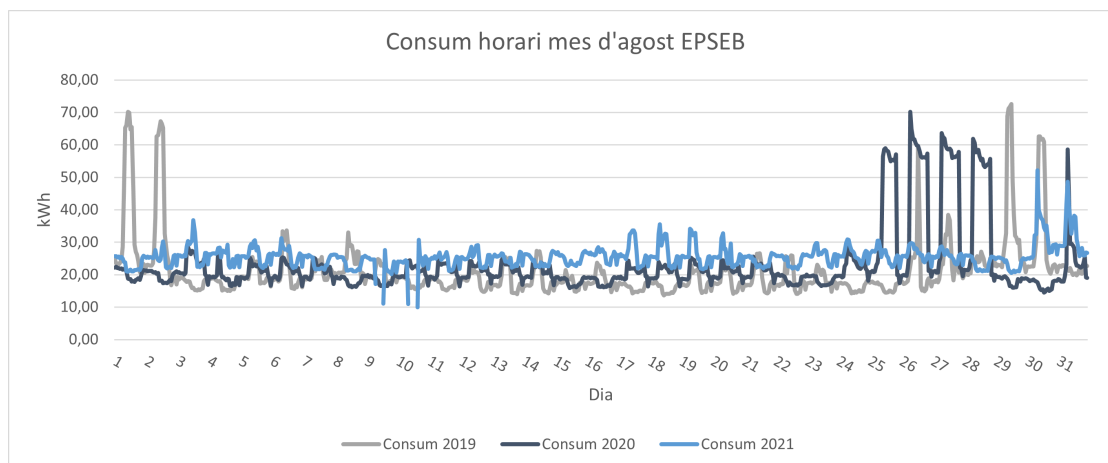


Figura 14: Evolució del consum elèctric horari del mes d'agost de l'EPSEB

### 3.5.2 ETSAB

En el cas de l'ETSAB, que representa aproximadament el 40% del consum del Campus Diagonal Sud 1, es pot veure clarament al gràfic [15] que al 2021 el consum és molt menor que el de l'any base durant els primers mesos de l'any, més concretament, al voltant d'un 50% menor. A més

a més, cal destacar, que el consum del mes de març d'aquest any també és inferior que el del 2020, cosa que al total del Campus no és així. La resta de mesos fins a l'agost el consum dels 2020 i 2021 segueixen la tendència del total del Campus.

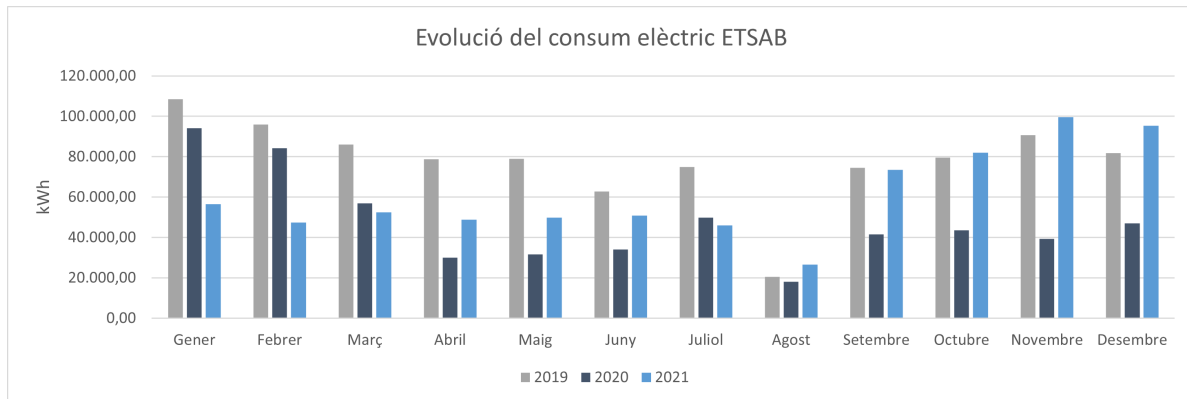


Figura 15: Evolució del consum elèctric mensual de l'ETSAB

A partir del mes d'agost, es pot observar com la diferència entre el consum entre el 2020 i el 2019 era molt major que la del total del Campus, mentre que el consum del 2021 és molt major que el del 2020 i superior al de l'any base comparat amb el total del consum del Campus. És cert que a partir del mes de setembre del 2021 la presencialitat als espais va tornar a ser completa i pot ser el motiu pel qual el consum augmenti tant.

### 3.5.3 FME

Finalment, en el cas de la **FME**, en el gràfic [16] es pot observar com els dos primers mesos del 2020 el consum va augmentar mínimament respecte al 2019. El consum de la **FME** representa el 40% restant del total del Campus. A partir del mes de març del 2020 el consum disminueix, tal com és esperat, fins al mes d'agost.

El mes de setembre del 2020 el consum és el mateix que el de l'any base, tret que la diferència de la resta d'Escoles del Campus Sud 1.

Pel que fa al consum del 2021 es pot observar com fins al mes d'agost el consum segueix la tendència del Campus. Els mesos de setembre i sobretot octubre el consum del 2021 és menor que el dels dos anteriors anys, fet a destacar, ja que el mes de setembre és quan la presencialitat a les classes torna a ser completa i és just quan comença el curs.

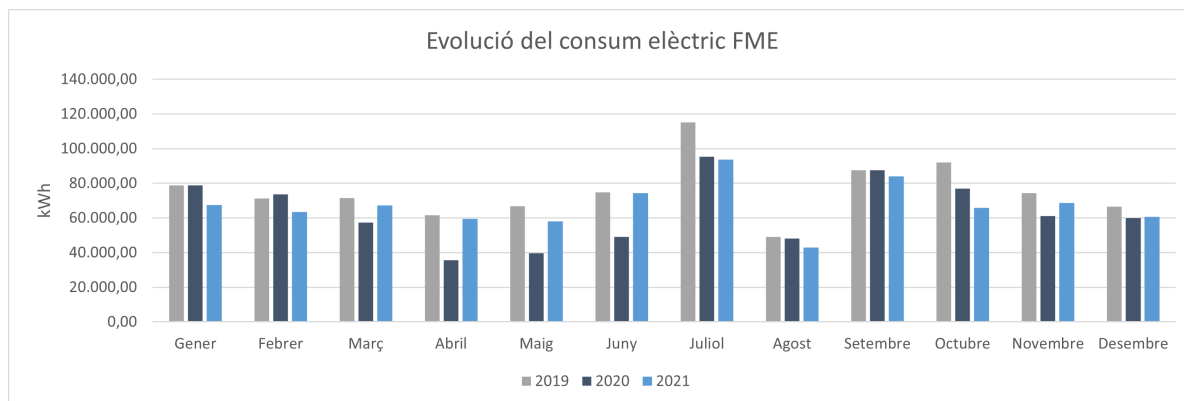


Figura 16: Evolució del consum elèctric mensual de la FME

Per tal de veure quin és el motiu que fa que la reducció del 28% del mes d'octubre del 2021 respecte al 2019 s'examina el consum horari d'aquest mes dels tres anys d'estudi. En el següent gràfic [17] s'observa que el consum de fons del 2021 és menor que el dels altres dos anys que pràcticament és el mateix. Per tant, el consum de fons de la FME l'octubre del 2021 ha disminuït respecte als anteriors anys, fet molt positiu, ja que és un aspecte del consum que s'ha estudiat i s'ha intentat reduir mitjançant plans i accions. Caldria veure quines són les causes de la reducció del consum de fons.

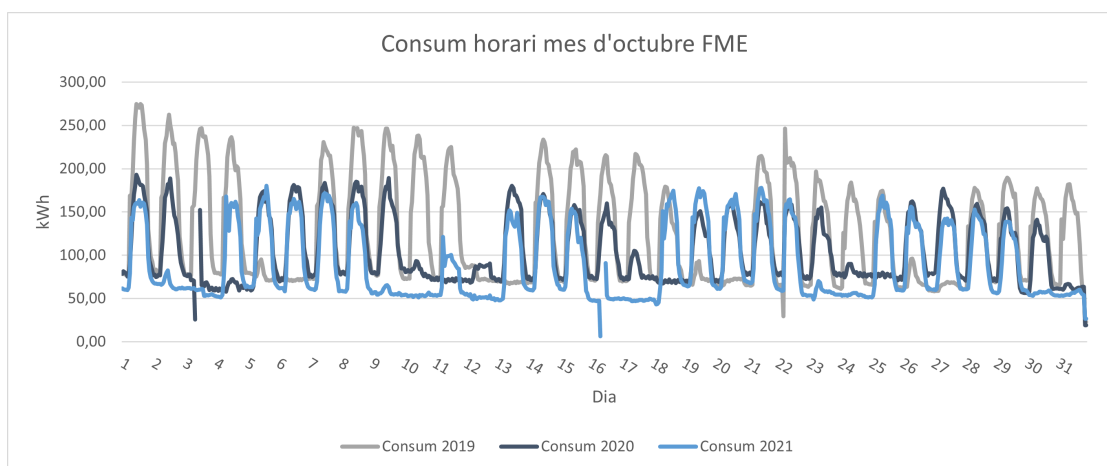


Figura 17: Evolució del consum elèctric del mes d'octubre de la FME

### 3.6 Campus Diagonal Sud 2

El Campus Sud 2 és l'Edifici **ETSEIB** el qual consta de nou mòduls: PI, H, L, PB, PC, PD, PE, PF i PG, com es pot veure a la figura [11]. Tal com s'ha esmentat abans degut a la importància de l'Edifici i la diferència tant física com històrica amb la resta d'edificis que formen el Campus Diagonal Sud l'edifici s'estudia a part. Un altre motiu de l'estudi a part és que l'**ETSEIB** consumeix més que el total del Campus Sud 1.

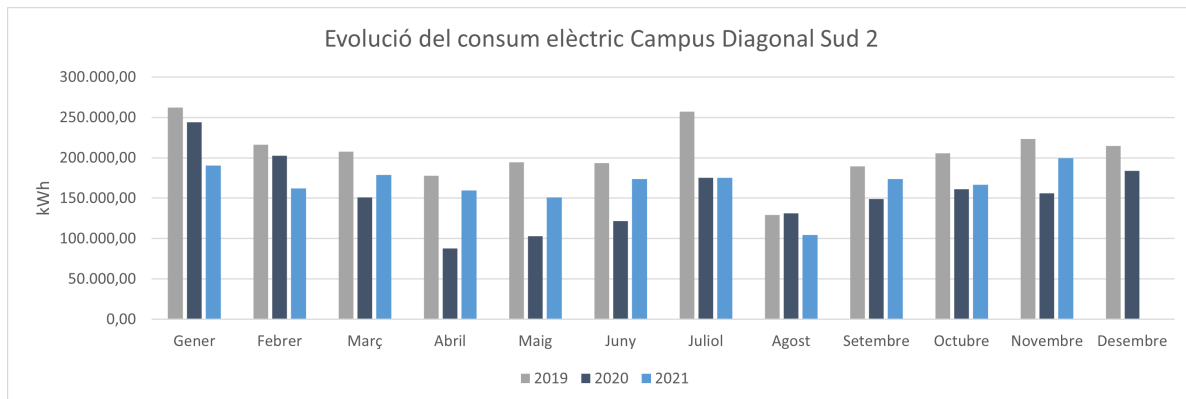


Figura 18: Evolució del consum elèctric mensual del Campus Diagonal Sud 2

En el gràfic [18] es pot reconèixer com el 2020 el consum va minorar en gran manera respecte al 2019; fins i tot els dos primers mesos de l'any la tendència a reduir el consum ja es notava. Al mes d'abril es va minimitzar fins a la meitat; cosa que té sentit, ja que va ésser el més on les restriccions pel que fa a la presencialitat eren majors, ja que estàvem en plena quarantena. El consum d'aquest mes va ésser de 87.920kWh, baixant del llindar dels 100.000kWh del qual no s'havia baixat mai.

Sobre el consum de l'any 2021, aquest és inferior que el del 2019 però major que el del 2020. Tenint en compte que partir del setembre del 2021 la presencialitat als llocs de treball i aules va tornar a ser completa i tot i això s'ha aconseguit que sigui menor que la de l'any base es pot afirmar que la tendència a reduir el consum s'ha consolidat.

Diferència consum [%]		
Mesos	2020 vs. 2019	2021 vs. 2019
Gener	-7%	-27%
Febrer	-6%	-25%
Març	-27%	-14%
Abril	-51%	-10%
Maig	-47%	-22%
Juny	-37%	-10%
Juliol	-32%	-32%
Agost	2%	-19%
Setembre	-21%	-8%
Octubre	-22%	-19%
Novembre	-30%	-11%
Desembre	-14%	-

Taula 7: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

A l'anterior taula [7] i relacionant les dades amb el gràfic [18] es pot visualitzar que el consum elèctric s'ha reduït en el conjunt dels mesos dels dos últims anys. A excepció del mes d'agost, mes on, tal com s'ha repetit al llarg del treball, no es pot diferenciar en referència a condicions de presencialitat i normalitat entre els tres anys, ja que l'edifici roman pràcticament tancat i l'activitat acadèmica és pràcticament nul·la. Tot i això, al mes d'agost de l'any 2021 es va aconseguir una reducció del consum de fins al 19% respecte a l'any base cosa que confirma l'afirmació que s'ha fet abans sobre la consolidació de la tendència reductiva del consum. Per aquest motiu s'estudia el consum horari d'aquest mes.

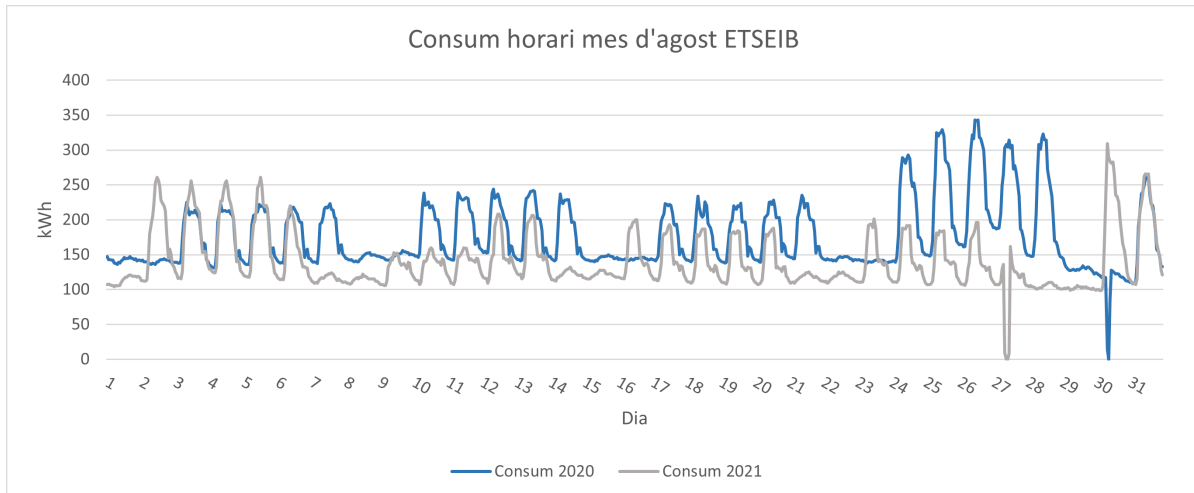


Figura 19: Evolució del consum elèctric horari del mes d'agost de l'ETSEIB

Al gràfic [19] es pot observar el consum horari del mes d'agost tant de l'any 2020 com del 2021. La diferència entre el consum d'aquests dos anys en un mes on el consum hauria de ser similar és deguda tant al consum pic de les hores d'activitat dels dies com al consum de fons. Les dades del consum horari de l'any 2019 no es troben disponibles a la plataforma del [SIRENA](#) i cal apuntar que hagués estat molt útil i hagués ajudat a explicar la variació de consum mensual.

Es considera consum de fons aquell consum permanent als edificis que és el mínim necessari per al seu funcionament. Per tal de visualitzar-lo i calcular-lo s'agafa el consum en hores on no hi ha activitat; és a dir, el consum nocturn. Al gràfic es pot observar que el consum de fons de l'any 2021 és menor que el del 2020, fet positiu i que pot detallar com, tot i la tornada a la plena activitat, el consum del 2021 ha disminuït respecte al 2019.



### 3.7 Campus Manresa

El campus de Manresa ubica l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa ([EPSEM](#)) és el campus més petit de la [UPC](#). El campus consta dels mòduls MN1, MN2, MN3, MN4 i MN6 (on es troba la biblioteca [BCUM](#)).

D'aquest campus no s'ha pogut accedir a totes les dades de consum energètic; més concretament falten les del mes de novembre del 2021 en data de confecció del treball a més a més de les del desembre com s'ha explicat a l'inici del capítol.

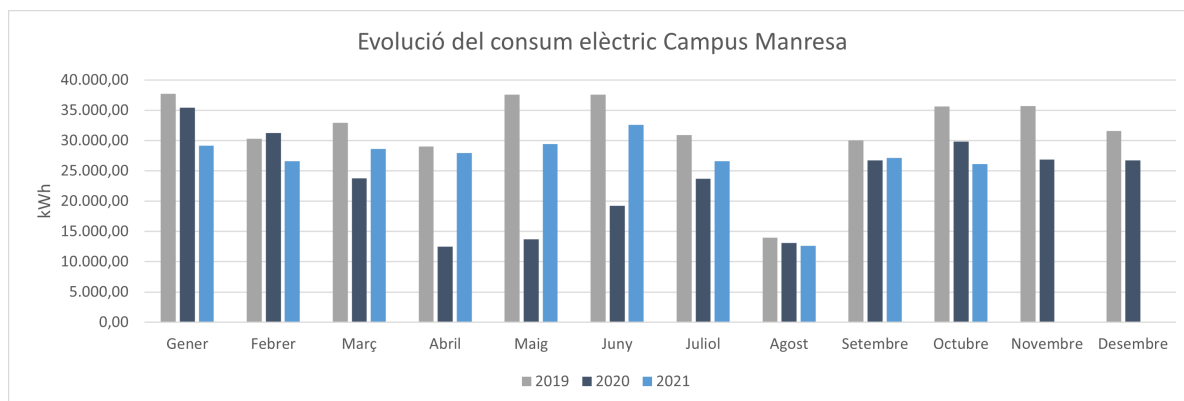


Figura 20: Evolució del consum elèctric mensual del Campus Manresa

A la figura [20] es veu com el consum del 2020 a partir del mes de març disminueix respecte a l'any 2019. Els mesos d'abril, maig i juny són els mesos del 2020 on es va aconseguir la major disminució del consum degut a les condicions de les restriccions de la pandèmia de la [COVID-19](#), sent aquestes d'un 57%, 64% i 49% respectivament.

El 2021 el consum ja va tornar a augmentar però sense arribar al nivell del 2019. En mitjana la reducció del 2021 respecte a l'any base és del 16%.

Diferència consum [%]		
Mesos	2020 vs. 2019	2021 vs. 2019
Gener	-6%	-23%
Febrer	3%	-12%
Març	-28%	-13%
Abril	-57%	-4%
Maig	-64%	-22%
Juny	-49%	-13%
Juliol	-23%	-14%
Agost	-6%	-10%
Setembre	-11%	-10%
Octubre	-16%	-27%
Novembre	-25%	-
Desembre	-15%	-

Taula 8: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

En l'anterior taula [8] es pot observar la diferència percentual pel que fa als consums elèctrics dels diferents mesos d'estudi al Campus Manresa.

### 3.8 Facultat de Nàutica

La Facultat de Nàutica de Barcelona (FNB) es troba a la zona del Port de Barcelona, a Pla de Palau, al costat dels barris Gòtic, Born o Barceloneta. Consta de tres mòduls construïts l'any 1932, fent que sigui l'edifici més antic de la [UPC](#).

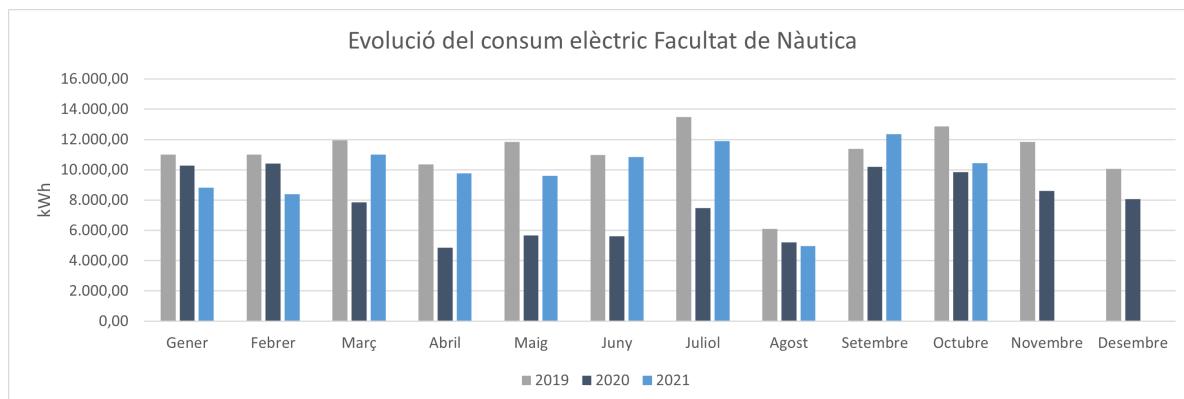


Figura 21: Evolució del consum elèctric mensual de la Facultat de Nàutica

Cal destacar que en aquest cas falten les dades del subministrament elèctric dels mesos de novembre i desembre.

Analitzant el consum de la Facultat [21] s'observa com segueix la tendència de la gran majoria dels Campus de la [UPC](#): els primers mesos de l'any 2020 el consum redueix respecte al 2019 sent els mesos on tota l'activitat era normal. A partir del mes de març el consum disminueix, ja que a meitats d'aquest mes es va confinar a la població i es va cessar l'activitat presencial als espais de la Facultat.

Els mesos d'abril, maig i juny el consum del 2020 va ser pràcticament igual sent de 9.764kWh, 9.610kWh, 10.833 kWh respectivament. Dades que denoten que el consum d'aquests mesos va baixar fins a gairebé el mínim possible perquè el funcionament de la resta de serveis que es necessitaven fos complet. Tot i això, no es pot assegurar, ja que no es pot accedir a les dades del consum de la facultat d'aquests tres mesos, ja que no està disponible a la pàgina del [SIRENA](#). Per tal de confirmar la hipòtesi s'hauria de mirar el consum horari i veure que el consum fos gairebé una recta constant amb pendent 0 (al voltant del què seria el consum de fons).

Diferència consum [%]		
Mesos	2020 vs. 2019	2021 vs. 2019
Gener	-7%	-20%
Febrer	-6%	-24%
Març	-34%	-8%
Abril	-53%	-6%
Maig	-52%	-19%
Juny	-49%	-1%
Juliol	-45%	-12%
Agost	-15%	-18%
Setembre	-11%	8%
Octubre	-23%	-19%
Novembre	-27%	-
Desembre	-20%	-

Taula 9: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

La taula [9] mostra la diferència percentual del consum. Tal com es veu tots els mesos, tant els del 2020 com els del 2021 redueixen el seu consum respecte al 2019 excepte el mes de setembre de l'any 2021 on augmenta un 8%. El motiu d'aquest augment pot ser el fet que va ser el mes on la presencialitat va ser completa en tornar al curs acadèmic i que les aules necessitaven ventilació forçada permanent, fet que feia que els aparells de refrigeració consumissin més que de manera habitual. Tot i això, el mes d'octubre el consum ja va reduir un altre cop.

No es pot estudiar l'evolució del consum horari d'aquests tres anys per veure què podia haver passat el mes de setembre, ja que les dades no estan disponibles a la plataforma del [SIRENA](#).

### 3.9 Campus Sant Cugat del Vallès

En aquest Campus s'hi situa l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès (ETSAV), fundada l'any 1973 però situada al Campus des de l'any 1991.

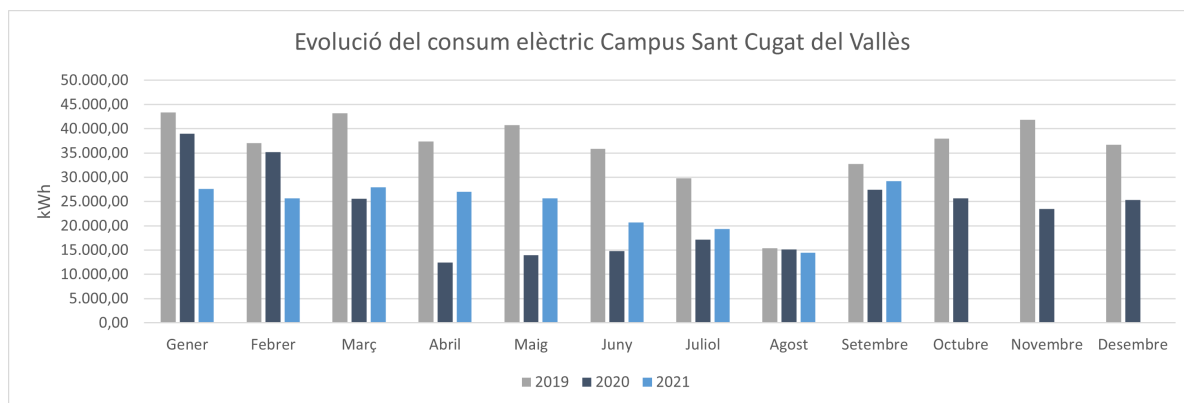


Figura 22: Evolució del consum elèctric mensual del Campus Sant Cugat del Vallès

L'anàlisi del consum mensual [22] només s'ha pogut fer fins al setembre del 2021 per la falta de dades de facturació dels tres últims mesos d'aquest any.

El mes de l'inici de la pandèmia el consum ja es va reduir fins a un 41% respecte a l'any anterior. Durant els següents mesos la reducció del consum va ser encara més pronunciada arribant fins a un 67% de reducció al mes d'abril (màxima reducció de consum aconseguida als diferents campus de la UPC) amb un consum de 12.395kWh; mentre que al mateix mes de l'any anterior va ésser de 37.384kWh.

L'any següent, el 2021, la reducció no va ser tan marcada, degut a la desescalada de restriccions pel que fa a la presencialitat fins a arribar un altre cop a la seva totalitat al mes de setembre. Així i tot, el consum del Campus continua sent inferior al del 2019 durant tots els mesos d'anàlisi.

Si s'analitza el mes d'agost es denota una petita disminució al llarg dels tres anys, tot i que no tan significativa com a la resta de mesos: un 2% l'any 2020 i un 6% l'any 2021 respecte a l'any base. Tal com s'ha anat explicitant al llarg del projecte el mes d'agost és un mes particular on, les condicions dels tres anys d'anàlisi són pràcticament semblants i per això és un mes on poder observar que la tendència de la reducció del consum elèctric de la UPC es reafirma.

Diferència consum [%]		
Mesos	2020 vs. 2019	2021 vs. 2019
Gener	-10%	-36%
Febrer	-5%	-31%
Març	-41%	-35%
Abril	-67%	-28%
Maig	-66%	-37%
Juny	-59%	-42%
Juliol	-42%	-35%
Agost	-2%	-6%
Setembre	-16%	-11%
Octubre	-32%	-
Novembre	-44%	-
Desembre	-31%	-

Taula 10: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

L'anterior taula [10] mostra com va variant percentualment el consum dels dos últims anys d'estudi respecte a l'any base. En aquest cas es denota com el consum ha disminuït cada mes respecte al 2019.

### 3.10 Campus Terrassa

El campus de Terrassa està format per l'Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa ([ESEIAAT](#)), la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa ([FOOT](#)) i el Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia ([CITM](#)).

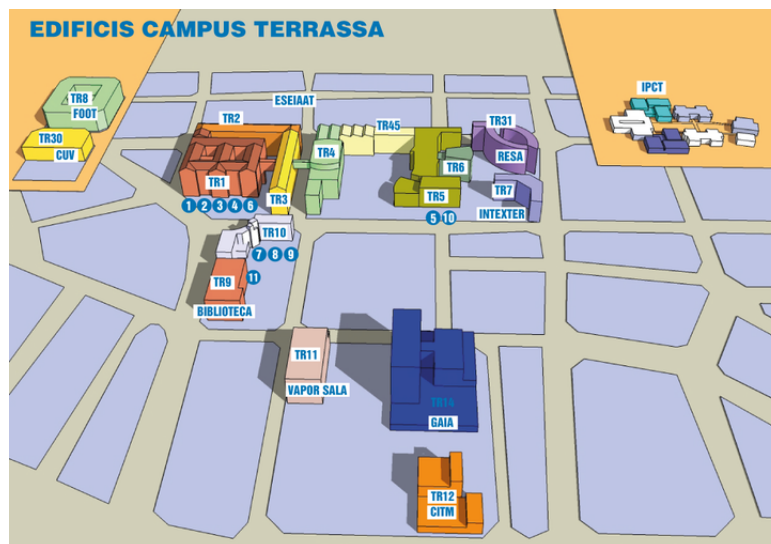


Figura 23: Distribució edificis del Campus Terrassa

Els edificis del Campus es troben desplegats en la població, centralitzats al voltant de 3 blocs d'edificis situats entre el centre de la població i la Riera de les Arenes.

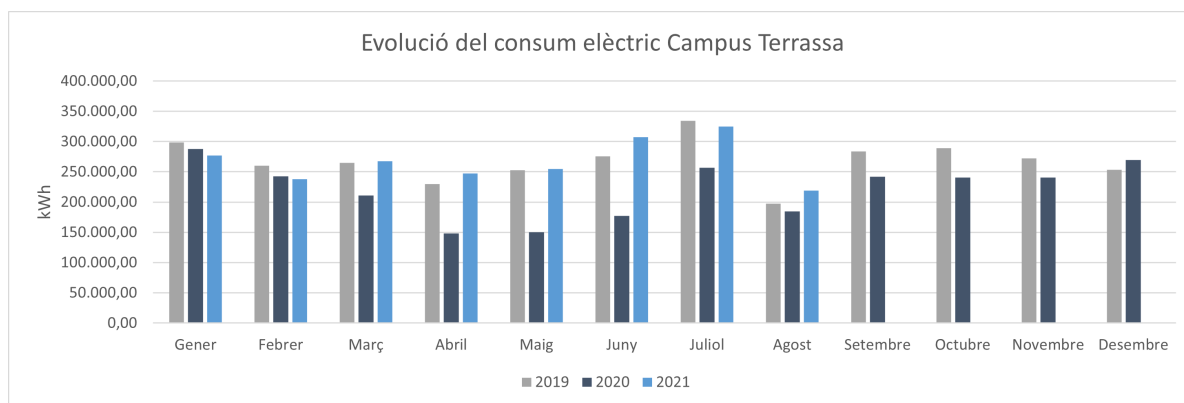


Figura 24: Evolució del consum elèctric mensual del Campus Terrassa

Es pot visualitzar [24] que el 2020 el consum va patir una reducció respecte al de l'any anterior, incloent-hi els dos primers mesos de l'any on encara no s'havia desenvolupat la pandèmia de la [COVID-19](#) i no hi havia restriccions de presencialitat. A partir del març, on es va implementar la quarantena el consum redueix substancialment fins a un 40% al mes de maig, essent de 150.320kWh.

Com a contraposició, el consum mensual de l'any 2021 va augmentar, tant respecte al 2019 com

al 2020. Al mes de juny, l'augment respecte a l'any base va ser del 12%. Per aprofundir més en aquest augment s'ha mirat el consum mensual dels dos comptadors més importants i grans del campus: el corresponent al grup d'Edificis TR1-10 i el que correspon al TR11-14.

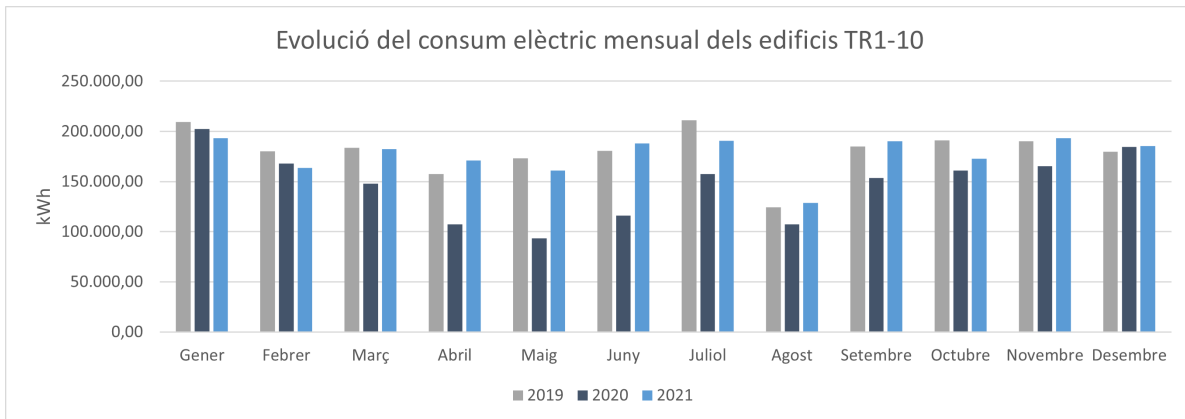


Figura 25: Evolució del consum elèctric mensual dels edificis TR1-10

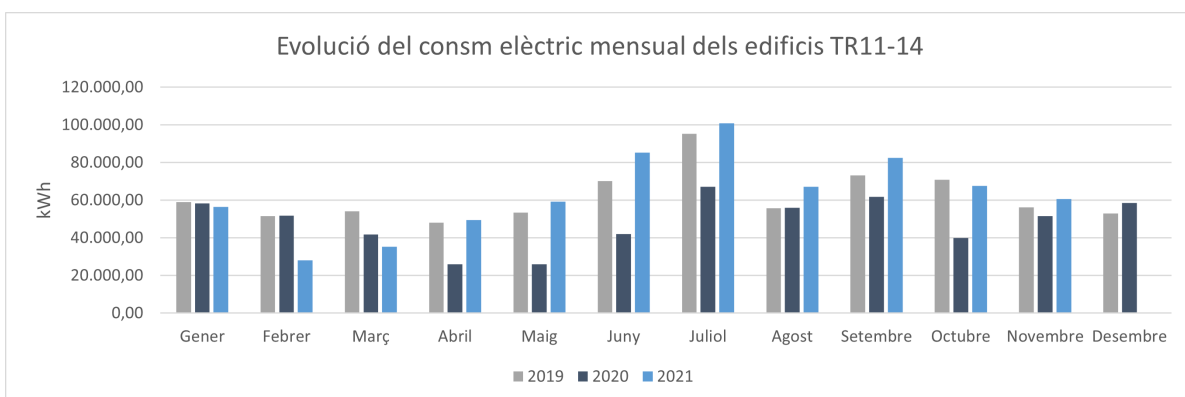


Figura 26: Evolució del consum elèctric mensual dels edificis TR11-14

Es pot observar com tant al conjunt d'edificis TR1-10 [25] com al de TR11-14 [26] el consum del mes de juny augmenta respecte al 2019. L'augment dels següents mesos és més pronunciat al conjunt d'edificis de TR11-14 tot i que no podem veure com afecta el consum total del campus, ja que falten dades.

És un dels pocs campus on el consum del 2019 en molts mesos supera al del 2019. Un bon exemple per observar això és el mes d'agost, on el 2020 va disminuir un 6%, però al 2021 va augmentar un 11%.



Diferència consum [%]		
Mesos	2020 vs. 2019	2021 vs. 2019
Gener	-4%	-7%
Febrer	-7%	-9%
Març	-20%	1%
Abril	-35%	7%
Maig	-40%	1%
Juny	-36%	12%
Juliol	-23%	-3%
Agost	-6%	11%
Setembre	-15%	-
Octubre	-17%	-
Novembre	-12%	-
Desembre	6%	-

Taula 11: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

A l'anterior taula [16] es mostren les dades percentuals de la diferència entre els consums dels anys 2020 i 2021 en contraposició al 2019.

### 3.11 Campus Vilanova i la Geltrú

En aquest Campus s’hi troba l’Escola Politècnica Superior d’Enginyeria de Vilanova i la Geltrú (EPSEVG) i la resta d’edificis destinats a la recerca, tal com es pot veure a la figura [27].



Figura 27: Distribució edificis del Campus Vilanova i la Geltrú

Segons el següent gràfic [28] es pot veure clarament com els primers dos mesos de l’any de l’inici de la pandèmia el consum era clarament superior a l’any anterior. A partir del mes de març de l’any 2020 el consum comença a disminuir fins a final de l’any, arribant al seu mínim de consum al mes d’abril on el consum va ser de 19.003kWh, un 43% menor que el consum de l’any anterior que va ésser de 33.246kWh. Tot i això la reducció dels següents mesos de l’any sembla poca i poc semblant amb la resta de campus de la UPC.

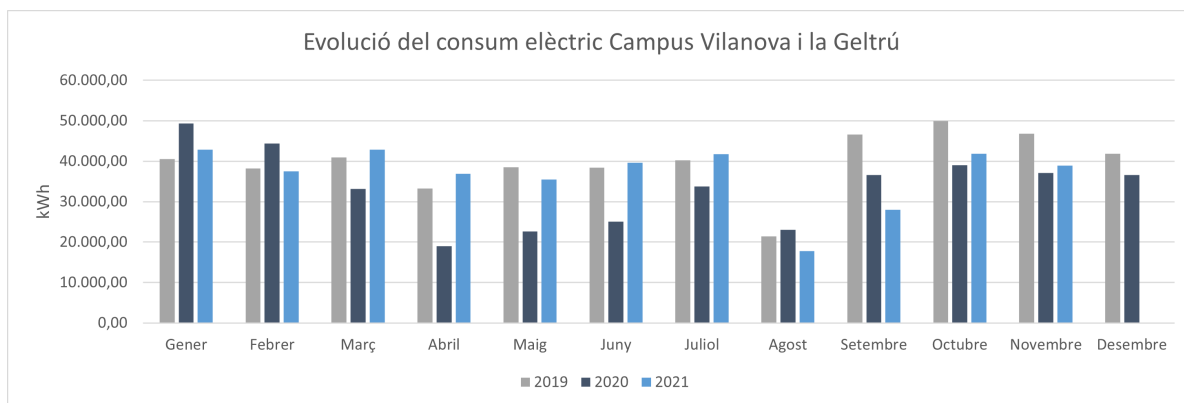


Figura 28: Evolució del consum elèctric mensual del Campus Vilanova i la Geltrú

A l’any 2021 es pot observar com els mesos de gener, març, abril i juny el consum supera al dels dos anys anteriors. Fet estrany ja que la presencialitat i l’aforament a les aules encara no era normal ni completa. Es pot afirmar, doncs, que la tendència del consum al Campus de Vilanova i la Geltrú dels dos anys afectats per la pandèmia de la COVID-19 no segueix la tònica de la resta de campus i s’hauria de trobar el motiu. Tot i això, els mesos de setembre, octubre i novembre del 2021, mesos on la presencialitat ja va tornar a ésser completa el consum es redueix un 40%,

16% i 17% respecte a l'any base. Caldria estudiar quin és el motiu i seguir amb aquesta tendència de consum.

Si es para atenció al mes d'agost com a mes semblant tots tres anys s'observa que el major consum va ser el del 2020, mentre que el 2021 es va reduir respecte als dos anys anteriors tal com passarà als següents tres mesos, com s'ha explicat abans.

Diferència consum [%]		
Mesos	2020 vs. 2019	2021 vs. 2019
Gener	22%	6%
Febrer	16%	-2%
Març	-19%	5%
Abril	-43%	11%
Maig	-41%	-8%
Juny	-35%	3%
Juliol	-16%	4%
Agost	8%	-17%
Setembre	-22%	-40%
Octubre	-22%	-16%
Novembre	-21%	-17%
Desembre	-13%	-

Taula 12: Diferència percentual del consum mensual amb any base 2019

No es poden aconseguir les dades del consum horari dels tres anys d'estudi per veure on s'ha produït la variació de consum ja que no estan disponibles a la plataforma del [SIRENA](#).

Tot i això, a l'anterior taula [12] es poden observar les variacions percentuals del consum mensual respecte a l'any base que s'han esmentat amb anterioritat.



## 4 Anàlisi del consum de gas i Districlima dels diferents campus i edificis de la UPC dels anys 2019, 2020 i 2021

En el cas del consum de gas, cal destacar que a dia d'avui, molt analitzadors de la plataforma del [SIRENA](#) no reben dades. Per aquest motiu no es podrà fer cap estudi més exhaustiu del consum d'edificis particulars o horaris i totes les dades s'extrauran de la facturació.

En aquest capítol s'estudiarà l'evolució mensual del consum de gas dels diferents campus de la [UPC](#). A fi de no repetir es farà al conjunt de la [UPC](#) (exceptuant el Campus Diagonal Besòs) ja que, el comportament va ser semblant a la majoria de campus. En aquells on hi hagi dades anòmales o diferents de la tendència de la resta s'aprofundirà a analitzar el seu consum particular. Tot i això, els gràfics de l'evolució del consum de gas de tots els campus desglossats es pot trobar a l'annex d'aquesta memòria. A efectes d'una millor anàlisi de les dades es farà primer la comparativa de l'any 2020 amb el consum de l'any 2019 i després s'analitzarà el consum de l'any 2021.

En el cas del campus Diagonal Besòs s'estudiarà l'evolució mensual del consum de Districlima, ja que, tal com s'ha explicat anteriorment, és el sistema de calefacció i refrigeració del Campus.

D'aquest capítol no es donaran les dades de la diferència del consum percentual entre el 2020, 2021 i el 2019 com a any base, perquè aquest consum no només depèn de la presencialitat sinó de les temperatures exteriors i, per tant, no es podria assegurar cap tendència de consum deguda únicament a l'ocupació dels espais.

A més, cal puntualitzar que les dades de facturació del consum de gas es facturen per trimestres i, per tant, les de l'últim trimestre del 2021 no estan disponibles en el moment de redacció del projecte. Igualment, podria ser que les dades del penúltim trimestre de l'any es veiessin afectades per l'acumulació de dades i no siguin les reals. Per a poder-ho fer s'haurien de tenir totes les dades de l'any 2021.

En el cas de les dades del consum horari del gas no es poden treure de la plataforma del [SIRENA](#) ja que molts dels analitzadors no reporten dades de moment.

## 4.1 Total UPC

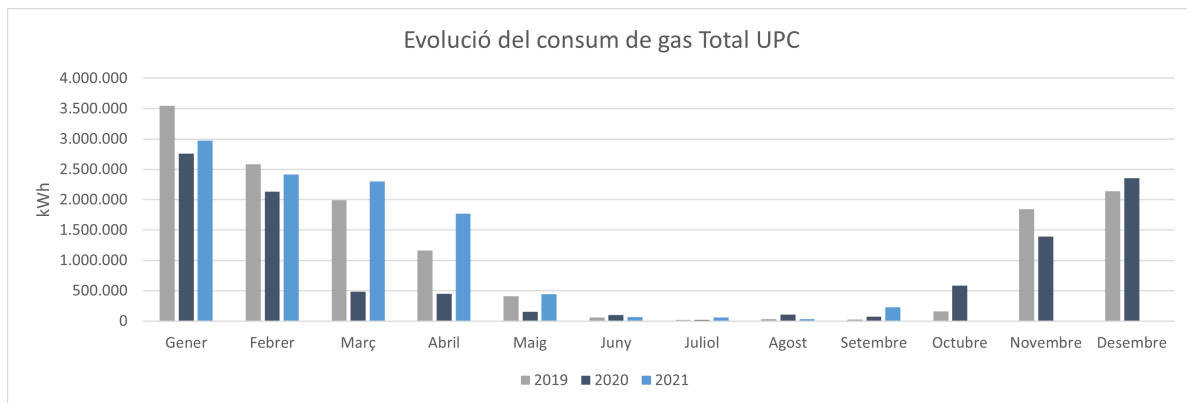


Figura 29: Evolució del consum de gas mensual Total UPC

A l'anterior gràfic [29] es pot veure l'evolució del consum de gas mensual del conjunt dels campus de la UPC excepte el Campus Diagonal Besòs dels anys 2019, 2020 i 2021.

### 4.1.1 Anàlisi consum any 2020

Com es pot observar a simple vista [29] el consum més elevat de gas es dona als mesos de tardor i hivern que van des del novembre fins a l'abril. Els mesos d'estiu el consum és pràcticament nul, ja que no cal calefactar cap zona en motiu de les temperatures elevades de l'època de l'any.

Si es para atenció al mes de març de l'any 2020 es pot veure clarament que el consum va disminuir més de la meitat respecte a l'any anterior. Això es degut al fet que a mitjans de mes es va produir el tancament de tots els centres educatius a causa de la pandèmia de la COVID-19. El consum d'aquest mes va passar de ser de 1.990.941kWh l'any 2019 a 482.493kWh l'any 2020. Com que els centres i espais es van tancar i no hi havia presència de persones els sistemes de calefacció no van ser necessaris i la reducció del consum de gas va ésser notòria.

Tot i això, cal destacar que els dos primers mesos de l'any 2020 el consum de gas respecte a l'any base ja havia disminuït. Aquesta disminució dels dos primers mesos es podria deure també a la diferència de temperatures mitjanes dels mesos al Territori Català entre els dos anys: mentre que el 2019 les temperatures dels mesos de gener i febrer van ser de 7,7°C i de 11,4°C respectivament; als mateixos mesos de l'any 2020 aquestes van ser de 9,7°C i 12,6°C (dades aproximades extretes de les temperatures mitjanes mensuals de Barcelona i Girona).

Als mesos d'abril i maig de l'any 2020 la tendència va ser la mateixa que la de l'anterior mes. Tot i això, el que seria d'esperar és que al mes d'abril el consum fos pràcticament nul, ja que els espais eren buits. El consum del mes d'abril del 2020 que arriba fins als 451.642kWh es deu majoritàriament al consum de gas del Campus Diagonal Nord que va ser de 339.320kWh, tal com es pot observar al gràfic [30].

Com que es tracta d'un Campus situat a Barcelona, al costat d'altres Campus i Edificis com és el cas del Campus Diagonal Sud i l'Edifici Vèrtex que presenten un consum gairebé nul aquest mes, aquest consum es considera anòmal i no en conseqüència de baixes temperatures localitzades al Campus en particular. Per tant, l'explicació més lògica és que durant aquest mes al

Campus es van deixar en funcionament algunes posades en marxa automàtiques dels sistemes de calefacció dels espais. Tot i això, durant els primers mesos de la pandèmia també es van utilitzar certs espais del Campus Diagonal Nord per donar resposta a les necessitats sanitàries del Territori i es van deixar EPIs i altres tecnologies que feien falta, cosa que també podria haver afectat al consum, tot i que no en tan gran quantitat.

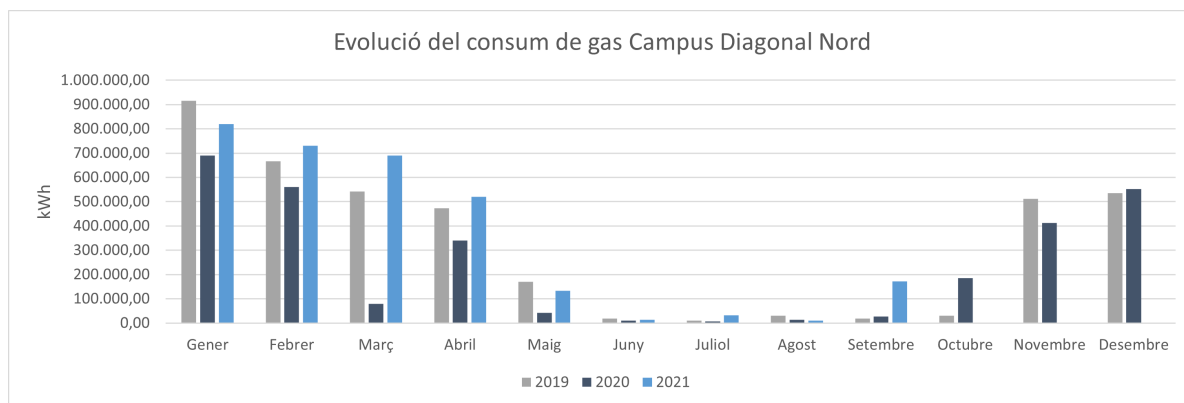


Figura 30: Evulsió del consum de gas mensual Campus Diagonal Nord

Seguidament, els tres següents mesos (juny, juliol i agost) de l'any 2020 no van presentar gairebé cap diferència amb els del consum de l'any base, ja que aquest consum és pràcticament nul pels motius que s'han explicat abans.

No obstant això, s'observa una anomalia al consum del mes de juny a l'Edifici Vèrtex, on es llegeix un consum de gas de 49.598kWh, superior al de l'any anterior que va ser d'11.972kWh, tal com es pot veure al gràfic del consum particular de l'Edifici Vèrtex [31].

Aquest fet es podria deure al fet que l'Edifici Vèrtex, tal com s'ha apuntat al treball, és un edifici on hi treballa el Personal d'Administració i Serveis (PAS). Al mes de juny de l'any 2020 es va poder tornar a entrar als espais alguns dies a la setmana per a treballar, fet que feia que es mantingués una ventilació constant als espais i, tot i no ser un mes fred, el personal necessités calefaccionar els espais per al bon desenvolupament de la seva feina. Aquest fet també explicaria com aquest consum del mes de juny de l'any 2020 és superior al consum de l'any anterior del mateix mes, així com dels dos mesos anteriors.

Una altra explicació podria ser, que igual que el cas contat anteriorment a Campus Diagonal Nord, es deixessin alguns sistemes de calefacció automàtics engegats per error, tot i que és un fet poc probable, ja que com s'ha dit al mes de juny als diferents espais del Vèrtex hi havia treballadors que podien denotar aquest fet.

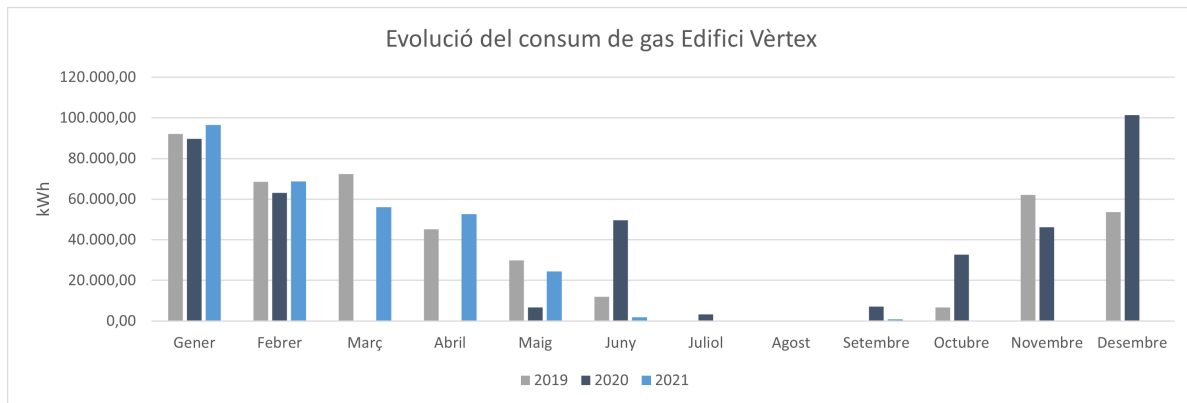


Figura 31: Evolució del consum de gas mensual Edifici Vèrtex

El mes d'agost és un mes on el consum hauria de ser nul, tan pel fet que és el mes més calorós de l'any i, per tant, no fa falta calefacció, com pel fet que és el mes de vacances i tots els espais estan tancats. Malgrat això, al gràfic [29] es pot observar com el 2020 hi ha consum. Aquest consum es deu al Campus Diagonal Sud 2. Tal com es pot veure al gràfic [32], el 2020, el mes d'agost hi va haver un consum que representa 82.872kWh. L'única explicació viable és que es van deixar encesos per error alguns sistemes de calefacció que van afectar tan enormement al consum d'aquest mes.

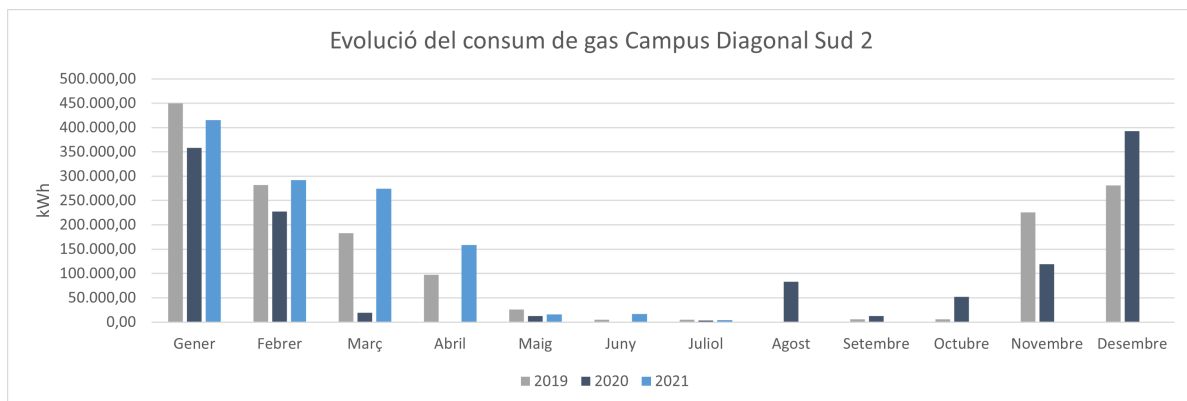


Figura 32: Evolució del consum de gas mensual Campus Diagonal Sud 2

Pel que fa als següents mesos, el consum del 2020 de l'octubre i desembre és major que el del 2019. Tot i que durant aquells mesos les classes es continuaven fent de manera telemàtica degut a les restriccions de presencialitat decretades per les autoritats sanitàries per la pandèmia de la COVID-19, hi havia llocs de treball habilitats per a efectuar-los de manera presencial com per exemple despatxos de professors, laboratoris de recerca i espais per a estudiants per a tenir els recursos necessaris per a seguir les classes. Aquests espais havien d'estar permanentment ventilats per a la no-dissipació del virus entre persones i, per tant, els sistemes de calefacció funcionaven per aclimatar aquests espais a temperatures òptimes. Per tant, molta de la calor aportada als espais acabava a l'ambient a causa del fet que s'havien de tenir les finestres obertes.

El mes de novembre, en la gran majoria dels campus, el consum va ser menor que el de l'any anterior a excepció dels Campus de Manresa i Sant Cugat del Vallès. La diferència d'aquest



mes es podria donar, ja que el novembre de l'any 2019 va ser més fred que el del 2020 i que, el consum del mes de novembre de l'any 2019 fos l'anòmal.

#### **4.1.2 Anàlisi consum any 2021**

Pel que fa a l'evolució del consum de l'any 2021, segons el gràfic [29], es pot observar que clarament és major que el consum del 2020.

Pel que fa els mesos de gener i febrer, on, tant el 2019 com al 2020, la presencialitat a les aules i espais de treball era completa s'observa que el consum és major que el de l'any 2020 però menor que el del 2019. Un dels motius podria ser la variació de la temperatura, tot i que no es disposa de les dades de la temperatura mitjana el 2021. Una explicació igualment possible seria el fet que al principi del 2021 ja es podia accedir a les aules i espais de treball de manera controlada i respectant les mesures sanitàries corresponents, sent una d'elles la ventilació d'aquests espais. Tal com s'ha dit abans, el fet que els espais necessitin ventilació forçada a l'exterior fa que climatitzar-los a la temperatura adequada signifiqui més consum de gas per menys personal que ho gaudeix.

A partir del mes de març es nota clarament la diferència amb el consum de l'any 2020, ja que, com s'ha esmentat abans, els espais ja estaven oberts i s'havia de mantenir una ventilació constant. Aquest fet fa que el consum també sigui major que el de l'any 2019 en la resta de mesos de l'any.

## 4.2 Campus Diagonal Besòs

En el cas del Campus Diagonal Besòs s'han de tenir en compte dues coses: l'existència d'un sistema monitorat i automàtic de renovació d'aire i que la climatització dels espais es fa mitjançant Districlima. Pel que fa al consum de Districlima (subministrament de fred i calor) que s'explica, les dades no estan disponibles a la plataforma [SIRENA](#) i s'extrauran de les dades de facturació.

El fet que la ventilació no hagi de ser forçada, com passa a la resta de campus, hauria de suposar que el consum no hagués hagut d'augmentar en cap circumstància, però tal com es podrà observar no ha estat així. Cal apuntar que el consum de Districlima és la suma de fred i calor, per tant, també conta la climatització en totes les estacions.

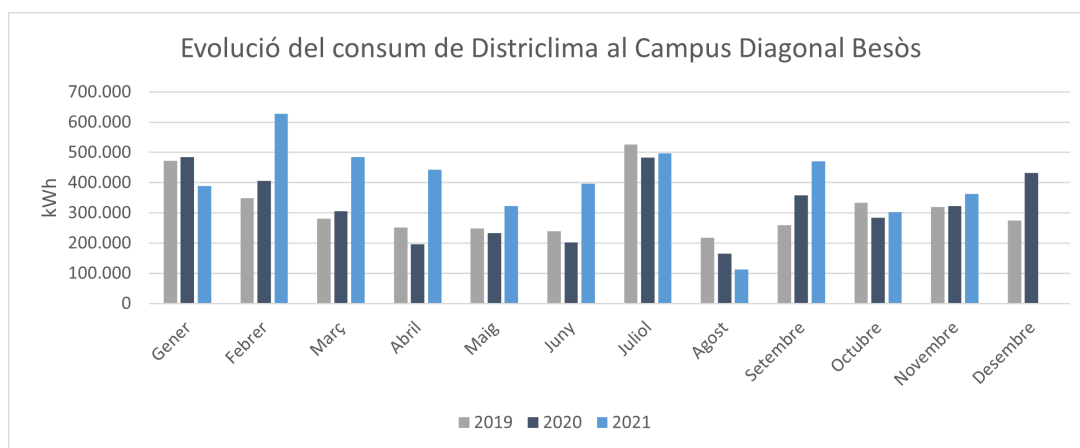


Figura 33: Evolució del consum mensual de Districlima del Campus Diagonal Besòs

Tal com es pot veure al gràfic [33] el consum és no nul durant tots els mesos de l'any. Es denota, tanmateix, com els primers tres mesos de l'any 2020 el consum va augmentar respecte a l'any anterior. El que sorprèn més és el fet que al mes de març del 2020 el consum no disminueixi respecte a l'any base, ja que a mitjans de mes va ser quan es van tancar tots els centres a causa de la situació d'emergència sanitària.

Una simple explicació podria ser que no es van apagar els sistemes automàtics de la posada en marxa de la climatització. A partir del mes d'abril del 2020 fins al mes d'agost el consum es redueix respecte a l'any anterior, però molt menys del que es podria esperar pel fet que els espais no s'estaven utilitzant i no calia climatitzar-los. Els següents mesos, a excepció del mes d'octubre, el consum augmenta. S'hauria de fer un estudi exhaustiu de per quins motius durant l'any 2020 el consum de Districlima del Campus no va disminuir.

Pel que fa al consum de l'any 2021, aquest augmenta respecte als dos anteriors anys. Tenint en compte que va ser a partir del setembre quan la presencialitat va tornar a ser completa i que en aquest Campus no cal ventilació forçada aquest fet hauria de ser d'estudi igualment per poder trobar una explicació.

Cal apuntar que, durant el mes d'agost, mes que es pot comparar durant els 3 anys, ja que és període de vacances el consum té una tendència reductiva. Fet positiu si es pensa en el sentit que s'apaguen més sistemes automàtics de posada en marxa de la climatització.

## 5 Plans i accions de reducció del consum energètic dels anys 2019, 2020 i 2021

Durant aquests 3 anys des de la [UPC](#) s'han tirat endavant accions per atacar el consum energètic de les instal·lacions. En aquest apartat es farà referència a alguns plans i accions i es veurà l'impacte que han tingut en el consum de la [UPC](#).

Per tal d'informar a la comunitat de la [UPC](#) de l'evolució del consum anual, de totes aquelles accions que es duen a terme i els seus resultats, cada any es fa l'Informe [SIRENA](#), on a més a més, s'hi contemplen també totes aquelles accions de transició energètica, reducció de les emissions de  $CO_2$  associades al consum energètic i d'aigua, així com tots aquells projectes que tenen com a fi la millora de l'eficiència energètica dels edificis i les seves instal·lacions.

Aquestes accions passen des de la millora del monitoratge dels consums a la plataforma [SIRENA](#) (augmentant el nombre d'analitzadors i arreglant aquells que no funcionaven), donar a conèixer la plataforma a tota la comunitat per tal que tots els agents implicats en el consum diari dels edificis puguin prendre consciència.

## 5.1 Pla Energia UPC 2020

El 2020 es va acabar el Pla UPC Energia 2020, pla on es contemplaven diferents accions per reduir el consum energètic, millorar la potència i capacitat d'autoconsum de la **UPC** amb instal·lacions de plantes d'energia renovable descentralitzades pels diferents campus, etc.

Els principis del pla eren: sostenibilitat integral; Campus com a laboratori; compromís i interacció amb l'entorn; transversalitat, col·laboració i participació; coherència, transparència i exemplaritat i gestió àgil, simplicitat i eficàcia.

A L'Informe **SIRENA** del 2020 es va fer una valoració de tots els aspectes que s'havien aconseguit del Pla:

### Línies clau, fites i actuacions principals.

#### 1. Gestió i optimització de la demanda energètica. Reduir la demanda dels edificis al mínim possible a partir d'accions de gestió.

<b>Assumir els objectius de la UE (20% de reducció respecte 2007).</b>	L'any 2015 el consum d'energia de la UPC era un 17% inferior que al 2007. La posada en marxa del Campus Diagonal Besòs va suposar un creixement del 10%. Durant el 2020 el consum s'ha reduït un 23% respecte l'any base, sense la pandèmia s'estima que el consum s'hagués reduït al voltant del 16%.	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">●</span> <b>Estudiar la demanda real edificis (kWh/m<sup>2</sup> per any o altres indicadors, com kWh/m<sup>3</sup>).</b> Aquestes dades estan incloses a l'Informe SIRENA que s'elabora anualment.</li> <li><span style="color: green;">●</span> <b>Mantenir mesures per la reducció del consum i evitar la relaxació.</b> S'han dut a terme diferents accions de comunicació i sensibilització.</li> <li><span style="color: red;">●</span> <b>Vincular l'auditoria d'espais a la política energètica.</b> No s'han implementat els resultats de l'auditoria d'espais.</li> </ul>
<b>Internalitzar les responsabilitats en la gestió sostenible (energia, espais, aigua, emissions).</b>	Els darrers anys s'ha consolidat una dinàmica de treball en l'àmbit de la sostenibilitat amb representants de les diferents UTG. A mesura que s'han concretat inversions també s'ha reforçat la coordinació amb els equips de manteniment dels diferents campus.	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">●</span> <b>Assignar un responsable de gestió sostenible a cada edifici (o conjunt d'edificis).</b> S'ha format el grup de responsables de gestió sostenible de les UTG, amb reunions periòdiques.</li> <li><span style="color: green;">●</span> <b>Planificar la certificació dels edificis</b> S'ha planificat la certificació dels edificis entre diferents PDI i el Servei d'Infraestructures.</li> </ul>

#### 2. Eficiència energètica i gestió de les instal·lacions. Utilitzar els sistemes més eficients per a cobrir les necessitats.

<b>10% del PIU destinat a inversions d'eficiència energètica.</b>	Els darrers dos anys ha augmentat significativament la inversió en eficiència. El 2029 les inversions van representar un 15% del PIU i el 2020 un 30,5%.	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> <b>Desenvolupar un model de prioritització de les inversions basat en l'estratègia Near Zero Energy Buildings (NZE) de la UE, i la reinversió de part dels estalvis en eficiència.</b> Es va iniciar el 2019 el marc del CampusLab, va quedar aturat el 2020 i s'ha reprès amb l'Impuls dels projectes NextGeneration.</li> <li><span style="color: green;">●</span> <b>Realitzar inversions d'eficiència energètica.</b> Les inversions s'han concentrat en la renovació d'equips de climatització, millora dels tancaments i il·luminació.</li> <li><span style="color: green;">●</span> <b>Incloure criteris d'eficiència energètica en tots els nous contractes.</b> S'han inclòs criteris d'eficiència, especialment en el contracte polivalent de manteniment.</li> <li><span style="color: orange;">●</span> <b>Fer un projecte específic d'actuacions en Centres de Processament de Dades i sales de servidors</b> El 2020 es va iniciar un projecte d'estudi en el marc d'un TFG que es va quedar aturat. El 2021 s'ha reprès la feina amb Àrea TIC i diferents responsables TIC d'UTG.</li> </ul>
<b>100% d'edificis UPC certificats energèticament.</b>	S'ha arribat al 60% d'edificis certificats, amb la col·laboració de treballs de final de grau. El 2020 la major part dels projectes van quedar aturats.	
<b>Professionalitzar la gestió energètica a tots els campus (1 gestor energètic /campus o UTG).</b>	No s'ha avançat en aquesta direcció, malgrat l'energia ha estat cada vegada més un element central en la gestió dels campus.	

#### 3. Energia renovable Potenciar l'ús d'energia renovable als campus per avançar cap a l'autosuficiència energètica.

<b>20% d'energia renovable.</b>	Des del 2018 el 100% de l'energia elèctrica de la UPC és renovable amb certificat de garantia d'origen. L'electricitat representa un 62% de l'energia total consumida per la Universitat.	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">●</span> <b>Establir criteris de compra d'energia.</b> Acord Marc de contractació conjunta del subministrament d'energia (electricitat i gas) per a les universitats catalanes (CSUC): electricitat 100% renovable amb garantia d'origen i optimització de preus.</li> <li><span style="color: green;">●</span> <b>Promoure instal·lacions pròpies d'energies renovables als campus.</b> El Campus Solar UPC compta amb 224 kW de potència instal·lada i 400 en fase de projecte pendents de licitació.</li> <li><span style="color: red;">●</span> <b>Realitzar experiències de xarxes "Smart grid".</b> S'ha plantejat a nivell teòric però no s'ha pogut concretar en un projecte.</li> </ul>
---------------------------------	---	---

#### 4. CampusLAB. Convertir el campus en un laboratori d'experimentació en sostenibilitat energètica vinculant gestió/docència/reerca.

<b>10 edificis de la UPC seleccionats com a espais pilot preferents.</b>	Durant aquests anys s'han estudiat diferents edificis. El 2019, en el marc del CampusLab Edificis i Clima, es va iniciar el treball sobre 10 edificis però va quedar aturat a causa de la pandèmia.	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">●</span> <b>Promoure projectes de connexió recerca-docència-gestió (emmarcat en la plataforma CampusLab).</b> S'han promogut projectes de certificació energètica, estudi de l'eficiència de les instal·lacions o l'autoconsum d'energia renovable. Cal concretar la sistematització d'aquests processos de col·laboració entre la recerca, la docència i la gestió, aquest aspecte s'està treballant des del GIC amb la col·laboració del Servei d'Infraestructures.</li> </ul>
<b>200 estudiants involucrats (TFG, TFM, Doctorat...) en projectes acadèmics sobre el campus.</b>	Més d'un centenar d'estudiants han fet els seus TFG, TFM o treballs d'assignatures utilitzant l'energia edificis i instal·lacions de la Universitat com a camp d'estudi.	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">●</span> <b>Oferir projectes CampusLab als programes acadèmics de les unitats.</b> En l'àmbit de l'energia hi ha participat PDI i estudiantat de l'EPSEB, l'ESEAAT, l'ETSAB, l'ETSEIB, la FIB, l'ETSAV i EPSEVG.</li> <li><span style="color: orange;">●</span> <b>Organitzar sessions de co-creació obertes i transversals.</b> En el marc del CampusLab Edificis i Clima s'ha iniciat el treball conjunt amb PDI i estudiants de diferents escoles.</li> </ul>

**A. Govern - Organització.**

<b>Responsabilitat compartida.</b>	● Gerència Vicerectorat responsable de l'àmbit de sostenibilitat
<b>Concretar la implantació a diferents nivells:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Presentar Informes de sostenibilitat energètica al Consell de Govern.</b> Anualment s'ha presentat l'Informe SIRENA, que inclou l'avaluació del consum d'aigua i energia de la Universitat, així com les principals actuacions que s'han dut a terme en l'àmbit de l'energia. Aquest informe s'ha fet presentat als diferents òrgans de direcció de la Universitat.</li> <li>● <b>Desenvolupar un mecanisme d'implicació de la comunitat de cada edifici, donant continuïtat al model iniciat amb els POE, amb nous incentius: visibilitat, activitat, reconeixement, suport d'estudiants...</b> S'han fet diferents actuacions de dinamització per a l'estalvi energètic, però no s'ha concretat un mecanisme similar al dels POE.</li> <li>● <b>Elaborar Plans de gestió i optimització energètica a cada campus o gran edifici</b> S'han dut a terme diferents accions per a l'optimització del consum energètic, l'eficiència o l'autoconsum de renovables, però ha mancat elaborar un pla de campus o edifici.</li> </ul>
<b>Constituir diferents equips col·laboratius de treball (nivells):</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Equip impuls del Pla 2020 (redacció, implantació i seguiment estratègic).</b> Els darrers 4 anys no s'ha fet seguiment estratègic per part de l'equip impulsor, malgrat els seus membres han seguit implicats en els diferents projectes.</li> <li>● <b>Equip tècnic del Pla UPC 2020 (coordinació i dinamització).</b> El pes ha recaigut en el Servei d'Infraestructures i s'ha establert una coordinació setmanal amb el GIC, per posar en comú l'estratègia UPC Sostenible.</li> <li>● <b>Grup de treball d'eficiència i estalvi energètic - GTEEE (definició i aplicació de criteris sobre la gestió de les instal·lacions).</b> El GTEEE està format pels caps de manteniment. Ha mancat concreció, temps i recursos per a donar-li continuïtat i periodicitat.</li> </ul>

**B. Comunicació - Dinamització.**

<b>Web de sostenibilitat energètica.</b>	● Durant aquests anys ha estat actiu el web <a href="http://upc.edu/energia2020">upc.edu/energia2020</a> , vinculat al portal <a href="http://sostenible.upc.edu">sostenible.upc.edu</a> , que inclou tota la informació relativa a les actuacions que es duen a terme en l'àmbit de l'Energia als edificis de la Universitat.
<b>Programa de formació en gestió energètica per a PAS i PDI (servei de desenvolupament professional, ICE).</b>	S'han inclòs dins l'Oferta d'Activitats Formatives per al PAS, del Servei de Desenvolupament Professional, diferents tallers i cursos de sostenibilitat, d'eficiència i gestió energètica, coordinats pel Servei d'Infraestructures i el Gabinet d'Innovació i Comunitat.
<b>Pla de comunicació i sensibilització a la comunitat (servei de comunicació).</b>	Ha mancat formalitzar un pla, però s'han dut a terme activitats de comunicació i s'ha reforçat la marca UPC Sostenible, de manera conjunta entre el Servei d'Infraestructures i el Gabinet d'Innovació i Comunitat.
<b>Jornades de la Xarxa de sostenibilitat energètica de la UPC.</b>	Durant els primers anys del Pla es van dur a terme diferents jornades dinamitzades per l'equip tècnic. El 2020 es van recuperar, de forma virtual, amb la inauguració de la planta fotovoltaica del Campus Nord. Caldrà recuperar aquesta iniciativa amb la implicació de PDI i estudiantat de la universitat.

**C. Sistemes d'informació.**

<b>Visibilitat del SIRENA i potenciar els seus usos de gestió, acadèmics i de recerca.</b>	● Hi ha 300 persones actives al SIRENA. S'han dut a terme sessions de formació, campanyes informatives per a donar a conèixer les diferents eines de monitoratge d'energia i aigua de la Universitat. El SIRENA s'ha utilitzat en diferents actuacions de recerca, docència i gestió.
<b>Ampliar la xarxa de monitorització per assolir el 100% dels edificis (electricitat, gas i aigua), i afegir nous paràmetres.</b>	● Actualment la xarxa de monitoratge SIRENA arriba al 100% dels edificis en electricitat. Cal reforçar el monitoratge els consums d'aigua i gas, així com ampliar-lo a consums d'electricitat d'instal·lacions amb un gran consum energètic, com els CPD.
<b>Connexió del SIRENA amb altres plataformes de dades obertes.</b>	● El SIRENA és un sistema obert, cal anar un pas més enllà i publicar totes les dades de consum i facturació de subministraments amb sistemes de dades públiques obertes en formats reutilitzables.

Tal com es pot observar, una de les fites més importants que es va dur a terme el 2020 va ser la reducció del 20% del consum respecte a l'any 2007. Tal com s'ha explicat durant el projecte, aquesta fita es va aconseguir, en gran part, gràcies a la no presencialitat deguda a la pandèmia de la [COVID-19](#).

**5.2 Desconnecta't**

Desconnecta't per vacances va ser una acció que es va dur a terme des d'UPC Sostenible. Va tenir lloc al desembre de l'any 2020. Es va proposar a la comunitat de l'Edifici Vèrtex que per les vacances de Nadal desconnectessin tots aquells aparells que no s'utilitzessin per a veure quin era l'impacte d'aquesta acció al consum de fons de l'Edifici. Tot això tenint en compte que, des de l'inici de la pandèmia es van tirar projectes endavant com el TurnItOn que permetia la connexió en remot a l'ordinador de l'oficina i la seva apagada i engegada també en remot. Va ser un projecte que es va desenvolupar des de la [FIB](#). Altres Serveis dels campus també tenien sistemes semblants com el sistema TESLA. Ambdós sistemes tenien l'opció de l'engegada automàtica de tots els ordinadors programada a hores en concret i es va demanar que es desactivés aquesta funció i que si alguna persona necessitava encendre l'ordinador de l'oficina ho fes en remot i de manera puntual, fet que hauria d'afectar el consum d'electricitat i fer que no es marquessin pics

de consum a les hores laborals.

A més a més, també es van donar totes les eines necessàries per tal que fent teletreball es pogués accedir als documents i programes necessaris sense haver de connectar-se en remot a l'ordinador de l'oficina.

En el cas de l'Edifici Vèrtex es va fer l'estudi de com havien afectat aquestes directrius al consum de les vacances de Nadal. El resultat va ésser el següent [34]:

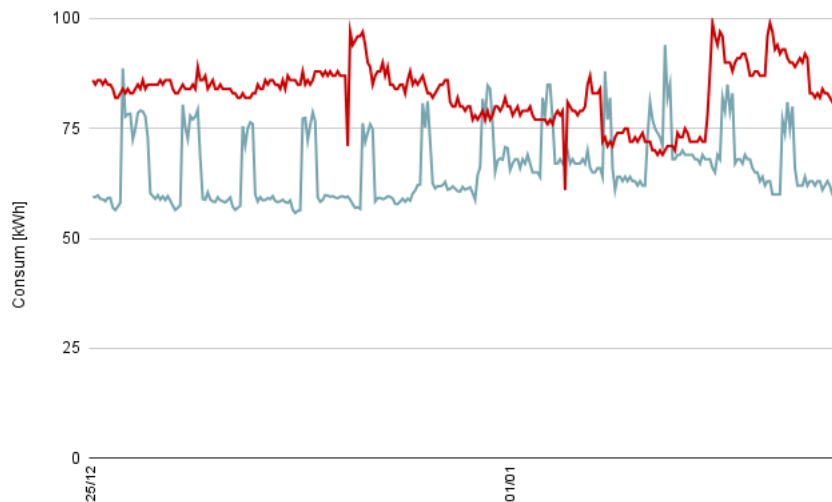


Figura 34: Evolució del consum horari de l'Edifici Vèrtex 2019 vs. 2020

La línia blava representa el consum horari de l'any 2019 i la vermella el consum horari de l'any 2020. Tal com es pot observar el consum és major l'any 2020, sent la seva mitjana de 82,89kWh superior en un 25,5% a la mitjana del 2019 de 66,08kWh. El 2020, tanmateix, es pot observar que no hi ha pics de consum, tal com passava al 2019, ja que molts dels sistemes d'engegada d'equips automàtica es van aturar. Tot i això, l'augment del consum és notable, però es deu bàsicament a que el consum de fons augmenta.

La mitjana de consum de fons del 2019 va ser de 62,9kWh, mentre que la del 2020 de 82,4kWh. Aquestes dades fan denotar que el 2020 l'edifici només usava aquells sistemes imprescindibles per al seu funcionament. L'augment del consum de fons es deu en gran part als Servidors i al SAI, que el 2020 van haver d'augmentar a causa de la instal·lació de tots aquests sistemes d'engegades i apagades en remot i la connexió remota als servidors per part dels treballadors que feien teletreball.

Per atacar aquest consum de fons s'hauria de revisar el consum dels Servidors, del SAI i trobar sistemes de climatització relacionada amb el SAI més eficients energèticament.

A més a més, es van donar directrius tant de ventilació d'espais com d'encesa de la il·luminació dels espais. Des del Servei d'Infraestructures de la UPC es va aconsellar que, seguint criteris científics i sanitaris, només calia ventilar forçosament els espais 15 minuts cada hora. Per tant, en aquest sentit, tant el consum d'electricitat als mesos d'estiu com el de gas als mesos d'hivern s'hauria d'haver vist afectat. A més a més, també es va posar en marxa un pla per proporcionar

analitzadors de la concentració de  $CO_2$  a totes les aules que va començar durant el període de la Selectivitat, per tal que es pogués veure remotament i a temps real la concentració de  $CO_2$  a les aules i saber quan s'havien de ventilar, donant valors màxims de referència.





## 6 Anàlisi de la despesa energètica i plans de reducció

Com és sabut, des d'inicis de l'any 2021 el preu per MWh de l'electricitat a Espanya ha anat augmentant de forma exponencial fins al fet que representa un sobrecost elevat als consumidors. Aquest fet no ha parat de ser notícia durant aquest últim any, ja que en poc menys d'un any el preu mitjà del MWh s'ha multiplicat per set i cada mes es superen màxims històrics. El febrer del 2021 el preu era de 36,81€/MWh i al desembre del mateix any aquest era de 252,24€/MWh.

La UPC, tot i això, ha aconseguit, gràcies al seu model de compra, entre altres coses, reduir la despesa energètica els últims dos anys. Tenint en compte que el preu mitjà del MWh als anys 2019, 2020 i 2021 era de 53,41€/MWh, 40,37€/MWh i 118,03€/MWh respectivament, s'ha aconseguit reduir la despesa, i no només a causa de la reducció de consum.

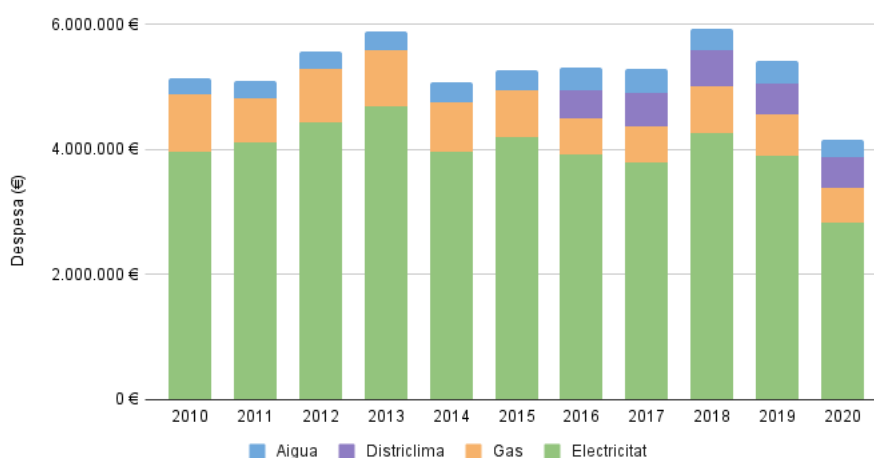


Figura 35: Evolució despesa energètica anual Total UPC

Tal com es pot observar a l'anterior gràfic [36] des del 2018 la despesa s'ha anat reduint, linealment amb la reducció del consum en gairebé cada any. El 2020 la despesa dels subministraments energètics i aigua es va reduir un 23% respecte a l'any anterior, a causa de l'estalvi en la compra d'energia i a la reducció del consum (estalvi aproximat de 1.240.000€).

El decret de la declaració de l'estat d'emergència sanitària amb motiu de la pandèmia de la COVID-19 va permetre una reducció addicional de la potència elèctrica contractada durant els mesos d'abril, maig i juny del 2020, fet que va permetre reduir un 50% el terme de la potència durant aquests mesos.

La UPC contracta els subministraments energètics de manera consorciada amb les universitats i centres de recerca de Catalunya mitjançant el CSUC (Consorti de Serveis Universitaris de Catalunya). Els tipus de subministraments que compra són electricitat i gas natural. La forma de compra del subministrament elèctric té dos models: el de Mitja Tensió i el de Baixa Tensió. A més a més, des del 2018 es compra l'electricitat amb garantia d'origen renovable.

La Mitja Tensió es compra mitjançant preus indexats a l'operador del mercat elèctric de la Península Ibèrica (OMIE) on es fixen els preus diaris i horaris de l'energia elèctrica. També hi ha l'opció de tancaments trimestrals i anuals de preu (tal com es va fer el 2020 durant la pandèmia).

La Baixa Tensió es compra a subhasta a preus fixos mentre que el gas es fa amb licitació amb opció d'ofertes indexades a Brent, o preu fix.

## 6.1 Evolució de la despesa del subministrament elèctric dels anys d'estudi

La despesa total en el subministrament elèctric a la [UPC](#) dels anys 2019, 2020 i 2021 (fins a data del projecte) ha estat de 3.547.597,14€, 2.587.447,45€ i 2.544.018,16€ respectivament.

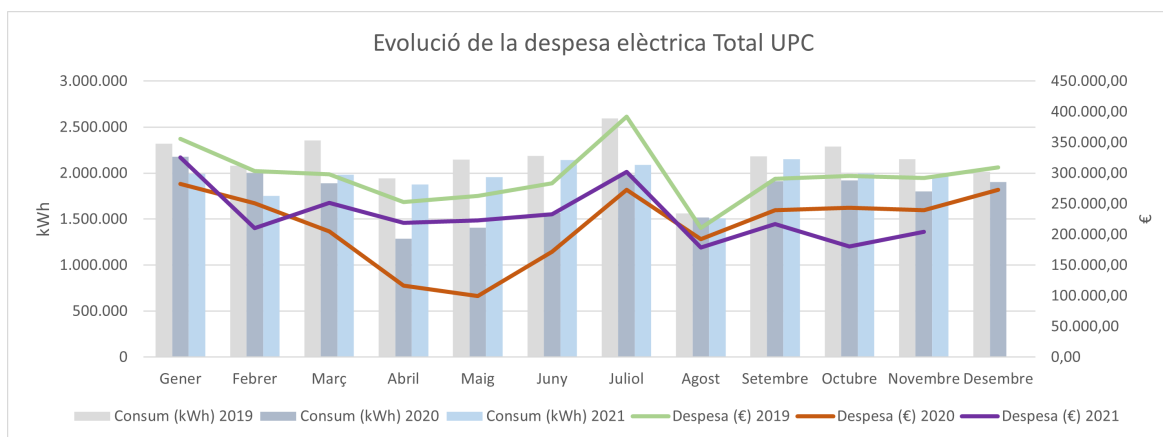


Figura 36: Despesa Elèctrica mensual Total UPC

En l'anterior gràfic [36] es pot observar l'evolució del consum i la despesa dels tres anys d'estudi. Tal com es pot veure, la despesa als mesos de l'inici d'estat d'emergència va caure juntament amb el consum. La diferència dels mesos d'abril i maig de la despesa del 2020 respecte al 2019 va ser de 54% i 62%, mentre que la del consum era del 34% i 35% respectivament.

El 2021, degut a un estudi dut a terme per UPC Sostenible conjuntament amb el Servei d'Infraestructures i el [CSUC](#), es van optimitzar les potències contractades al mes de juliol (ja que com s'ha dit abans es va permetre una reducció addicional d'aquestes). Aquest fet va dur a que a partir del mes d'agost la despesa variés respecte a l'any 2020 i tot i ser major el consum durant els mesos de setembre, octubre i novembre, aquesta no només no augmentés sinó que es reduís. Cal tenir en compte també que el preu mitjà del MWh el 2021 era molt més elevat que el del 2020, així com s'ha esmentat abans, i sobretot els últims mesos de l'any.

## 6.2 Evolució de la despesa del subministrament de gas dels anys d'estudi

La despesa total en el subministrament de gas a la [UPC](#) dels anys 2019, 2020 i 2021 (fins a data del projecte) ha estat de 832.906€, 572.973 € i 526.424€ respectivament. Cal tenir en compte que les dades del consum i la despesa de l'últim trimestre del 2021 encara no estan disponibles.

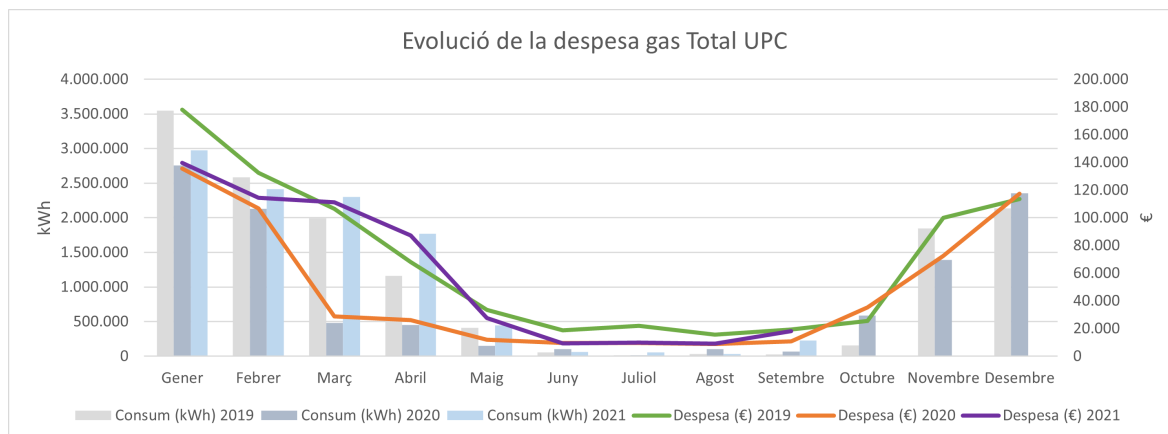


Figura 37: Despesa Gas mensual Total UPC

Al gràfic [37] es pot denotar com, als mesos d'estiu, tot i el consum ser pràcticament nul la despesa no ho és. Això es deu bàsicament al terme de la potència contractada. A més a més, al contrari que la despesa elèctrica, la relacionada amb el gas natural es veu que sí es proporcional al consum en tots tres anys d'estudi.

Per tant, per tal d'atacar la despesa relacionada amb la climatització dels espais amb gas natural s'hauria d'atacar al seu consum. D'altra banda, a diferència del subministrament elèctric, les emissions de  $CO_2$  que es deuen al gas natural són molt més elevades, fet encara més important per a reduir-ne el consum.

### 6.3 Evolució de la despesa del subministrament de Districlima dels anys d'estudi

La despesa total en el subministrament de Districlima a la UPC dels anys 2019, 2020 i 2021 (fins a data del projecte) ha estat de 501.804,06€, 493.616,71€ i 496.666,93€ respectivament.

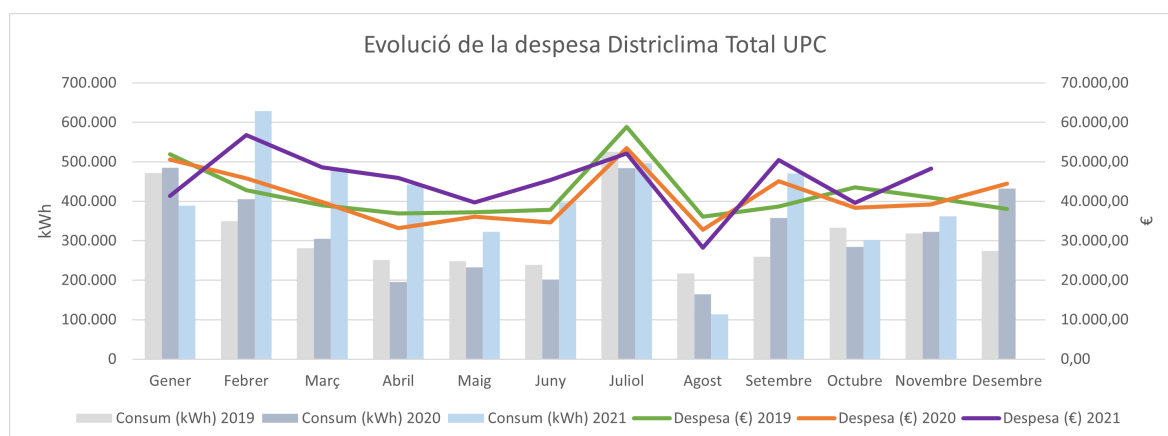


Figura 38: Despesa Districlima mensual Campus Diagonal Besòs

En aquest cas, igual que en el cas del gas, la despesa relacionada amb el consum de Districlima és proporcional al seu consum. D'igual manera, també s'hauria de reduir el seu consum per tal de reduir-ne la despesa i les emissions associades.



## 7 Propostes de millora

Un cop acomplert aquest projecte d'anàlisi de l'evolució del consum energètic dels edificis i, relacionant-lo amb la presencialitat establerta per les autoritats sanitàries s'enumeren diferents propostes de millora que s'han pogut denotar. Aquestes propostes tenen la fi d'optimitzar les accions que es poden dur a terme per a la reducció del consum energètic.

Primerament, donat que el primer pas de millora sempre és el coneixement de l'estat actual seria necessària una millora del monitoratge dels consums energètics, sigui amb més recursos humans o físics. Una proposta seria la dedicació de personal de la Universitat a esdevenir la figura de gestor/a energètic/a i millorar la xarxa d'analitzadors del sistema de monitoratge del [SIRENA](#). Aquests fets en paral·lel esdevindrien idonis perquè moltes més persones de la comunitat de la [UPC](#) fossin coneixedores del consum dels edificis on estudien i/o treballen, i es dugués un correcte i exhaustiu manteniment de la xarxa de monitoratge. A partir d'aquí es podria començar a fer difusió de tots els plans, accions i projectes que es duen a terme per a la reducció dels consums, optimització dels recursos i eficiència dels edificis. La manca de coneixement i conscienciació per part de la comunitat esdevé un fre perquè aquestes accions es duguin a terme i amb la figura de la gestoria energètica es faria més senzill.

Seguidament, també caldria fer un estudi i millora de les sales de Servidors que estan instal·lades pels edificis de la [UPC](#), així com els [SAI](#) i els sistemes de climatització que es troben distribuïdes pels edificis de la [UPC](#); ja que suposen un consum molt gran tal com s'ha vist en el projecte i en els diferents estudis que s'han dut a terme a la [UPC](#) amb el consum de fons dels edificis.

També cal parar atenció, tant com a societat i com a Universitat Pública, al fet que el consum s'hagi reduït durant les èpoques de confinament estricte i replantejar el model tan educatiu com laboral que es tenia fins ara. Un bon exemple seria el fet que algunes de les classes es podrien continuar fent de manera virtual, així com la implementació del teletreball. Aquest fet també portaria a la possibilitat de treballar amb el model de 'cadires calentes' (que no hi hagi un espai físic fix per a cada treballador/a, sinó que es rotessin en espais oberts amb capacitat suficient), fet que portaria a la necessitat de menys espais i per tant, de menys consum.

Pel que fa a la despesa i a les emissions de  $CO_2$  una clara proposta de millora seria electrificar tots els sistemes de calefacció per tal que es redueixi el consum de gas i finançament per tal de disposar d'instal·lacions de producció elèctrica a tots els campus, cosa que faria que es reduís la despesa en consum.

Així doncs, principalment caldria efectuar una inversió econòmica per tal de millorar, tot i que hi ha propostes que es poden fer sense gran inversió com seria el cas d'estudis, conscienciació i difusió de plans per a la reducció del consum.



## 8 Pressupost

En el present apartat del projecte es realitza una aproximació econòmica del cost de la confecció del treball. En ser un treball teòric i d'anàlisi de dades i no a l'execució física d'un projecte només existeix el cost de l'estudi que inclou la tecnologia i maquinària utilitzada, programari i mà d'obra necessària, així com totes les despeses associades.

Per tant, per a dur a terme l'estudi econòmic només es tindrà en compte el cost de personal, el cost de llicències, material i consum energètic. Com que no s'ha dut a terme cap projecte físic el cost dels fungibles no es contempla. També cal destacar que les llicències tindran un cost nul, ja que totes les dades han estat extretes de plataformes com el [SIRENA](#) que són públiques i suposen un cost nul.

A la taula següent [13] es mostra el desglossament de les despeses dels recursos materials i informàtics. Les dades s'han extret dels proveïdors informàtics i de les pàgines web de fabricants. A més a més, sumat al fet que per la recollida de dades no ha calgut comprar cap llicència, la redacció del projecte s'ha fet amb programari lliure, el cost de les llicències és nul.

Recursos materials i informàtics			
Concepte	Preu/unitat [€]	Amortització	Preu total [€]
Ordinador portàtil	687,32€	0,1	68,73 €
Llicències	0,00€	-	0,00€
<b>Total</b>			<b>68,73€</b>

Taula 13: Cost dels recursos materials i informàtics

El següent pas és calcular el cost de la mà d'obra utilitzada: es pot veure a la següent taula [14]. Per estimar el cost s'ha aproximat el preu de 25€/hora en l'execució del projecte present. Aquest preu inclou el cost del subministrament d'Internet, però no el cost del subministrament energètic, ja que per tal de seguir la tònica del treball s'ha desglossat més endavant.

Recursos humans			
Concepte	Preu/hora [€]	Hores	Preu total [€]
Documentació	25,00€	20	500,00€ €
Estudi i anàlisi	25,00€	45	1.125,00€
Memòria	25,00€	60	1.500,00€
Subtotal	-	125	3.125,00€
IVA (21%)			656,25€
<b>Total</b>			<b>3.781,25€</b>

Taula 14: Cost dels recursos humans

Per tal de saber el consum energètic s'han consultat diverses fonts on s'especifica que el consum aproximat d'un ordinador portàtil és de 2,2kWh cada 8 hores. Aquest consum representa 0,275kWh cada hora i tenint en compte que s'han necessitat 125 hores per a la realització del treball surt un consum aproximat i arrodonit de 35kWh. Pel que fa a el preu del kWh s'han agafat les dades de la mitjana de preu del 2021 (118,03€/MWh) i per trobar el cost que representa el subministrament energètic del projecte simplement s'ha multiplicat. El preu del kWh ja inclou l'IVA.

No s'ha tingut en compte el terme potència pel que fa a la despesa energètica, ja que només s'ha considerat el sobrecost que ha suposat l'execució del projecte. Veure la taula [15].

Recursos energètics			
Concepte	Preu [€/kWh]	Consum [kWh]	Preu total [€]
Projecte	0,11803€	35	4,13€
Total			4,13€

Taula 15: Cost dels recursos energètics

Finalment, i com es pot observar a la taula[16], per tal de trobar el pressupost del projecte s'han sumat els totals dels tres apartats que s'han considerat, resultant de 3.854,11€.

Pressupost	
Concepte	Preu [€]
Recursos materials i informàtics	68,73€
Recursos humans	3.781,25€
Recursos energètics	4,13€
Total	3.854,11€

Taula 16: Cost Total del projecte



## 9 Impacte ambiental

En aquest apartat s'exposa l'impacte ambiental del projecte, tant el que suposen les conclusions com el mateix impacte de l'estudi.

En primer lloc, cal tenir en compte que tot i ser un treball purament teòric, l'anàlisi del consum i l'impacte que han tingut les mesures adoptades durant les èpoques d'emergència sanitària de la no presencialitat, tindrà un impacte positiu a l'entorn, ja que s'han identificat certs aspectes que poden tenir un impacte en la reducció del consum encara que les mesures sanitàries variïn.

A més a més, per a la realització del treball s'han involucrat tant estudiantat i professorat com personal d'administració i serveis, per tant, la inversió de recursos i temps en temes de reducció i sostenibilitat energètica comporta, intrínsecament, un impacte positiu a la comunitat i a la societat. Addicionalment, cal valorar positivament l'ús de programari lliure en aquest treball, Libre Office i LaTeX, com a un fet distintiu i en favor de la sostenibilitat i l'impacte positiu a la societat.

Pel que fa als recursos utilitzats, només cal tenir en compte les emissions de  $CO_2$  associades a l'obtenció i distribució dels materials utilitzats per a l'ordinador portàtil, així com les associades amb l'ús d'Internet. No caldrà tenir en compte aquelles relacionades amb el consum energètic ni el desplaçament, ja que s'ha fet íntegrament des de casa i l'electricitat consumida és amb certificat renovable.

Finalment, l'impacte que tindrien les conclusions extretes al treball serà favorable, ja que plantegen accions per a reduir el consum energètic i línies de millora per informar-ne a la comunitat i formar a més persones per tal que la millora sigui creixent al llarg dels anys.



## 10 Conclusions

El present projecte de final de grau té com a objectiu avaluar l'impacte de la presencialitat als espais de la UPC degut a les restriccions sanitàries de la pandèmia de la COVID-19 al consum energètic. Per a fer-ho s'han analitzat els consums mensuals de tots els campus per quantificar la reducció relacionant-ho amb les mesures preses dels anys 2019, 2020 i 2021 (prenent l'any 2019 com a any base de l'estudi). S'han analitzat els consums mensuals dels subministraments d'electricitat, gas i Districlima per a conèixer l'evolució durant les diferents etapes de confinament i s'ha intentat donar explicació a totes les variacions de consum per tal de poder fer efectiva la reducció del consum en períodes propers.

Primerament, es pot concloure que la feina que es realitza des del Servei d'Infraestructures i UPC Sostenible és molt important per al bon funcionament de la Universitat. El SIRENA ha esdevingut una eina imprescindible per a la realització del treball i la seva importància ha de marcar el futur pel que fa a la gestió energètica dels edificis. És per això que, com a eina, ha de millorar en alguns aspectes. Caldria ampliar la xarxa d'analitzadors, procurar un bon manteniment d'aquesta i donar-la a conèixer a tota la comunitat. A partir del coneixement del consum dels espais es podran marcar les línies estratègiques a seguir per a assolir la reducció del consum.

En segon lloc, s'ha vist que el consum de gas és, en les circumstàncies sanitàries en les quals ens trobem, elevat, ja que s'han de climatitzar els espais tot i tenir-los contínuament ventilats per al confort dels usuaris. El consum del gas comporta una major despesa i major quantitat d'emissions DE  $CO_2$  a l'atmosfera. Els sistemes de calefacció s'han d'anar substituint per sistemes electrificats.

Seguidament, un factor important que s'ha denotat que afecta el consum dels edificis és el consum de fons. S'ha vist que en els períodes on els espais de la UPC van romandre tancats encara hi havia consum als edificis. Aquest consum, anomenat consum romanent o de fons, és un gran focus d'interès on presentar propostes i accions per tal de reduir-lo.

Finalment, i per concloure, tal com s'ha puntualitzat al llarg del projecte, les dades del consum dels anys 2020 i 2021 es podrien considerar excepcionals al llarg dels següents anys. Tot i això, s'han d'agafar com a referència per tal d'implementar més accions i treballar futures línies estratègiques per a la minimització del consum energètic, optimització dels recursos i la sostenibilitat.



## 11 Agraïments

Primer de tot, agrair al meu tutor, en Roberto Villafáfila, des d'un inici, per mostrar interès en el meu treball i guiar-me en el desenvolupament d'aquest. Al Josep, la Mireia, el Pere i la resta de la comunitat d'UPC Sostenible, el Servei d'Infraestructures i el GIC per fer-me tan fàcil i agradable els anys que hi vaig ser becària, fent que la Sostenibilitat no sigui només un concepte sinó portar-la a la pràctica per traçar una estratègia de futur.

En segon lloc, a l'Assemblea d'Estudiants de l'ETSEIB i a l'Assemblea Feminista de l'ETSEIB per ensenyar-me que no només s'aprèn dins d'una aula i que es pot tenir una visió diferent del món i lluitar per ella. A la Laia, la Sara, la Mireia, el Dídac, el Tuni i la llarga llista de persones que m'ha ajudat en el procés i a créixer com a persona dins d'aquests espais.

En tercer lloc, a la família pel suport imprescindible i els ànims durant tots els anys.

I als amics, per ser-hi sempre.



## Bibliografia

- [1] PLATAFORMA SIRENA (2007). GENER 2022.  
<https://sirenaupc.app.dexma.com/dashboard/widgets.htm>
- [2] FUNDACIÓN ENDESA. GENER 2022.  
<https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/historia-de-la-electricidad>
- [3] INFORME SIRENA (2019). GENER 2022.  
<https://www.upc.edu/energia2020/ca/noticies/informe-sirena-2019-avaluacio-de-l-consum-d2019energia-i-aigua-de-la-upc>
- [4] INFORME SIRENA (2020). GENER 2022.  
<https://www.upc.edu/energia2020/ca/noticies/informe-sirena-2020-evolucio-del-consum-denergia-i-aigua-de-la-upc>
- [5] PLA UPC DE SOSTENIBILITAT ENERGÈTICA (2020). GENER 2022.  
<https://www.upc.edu/energia2020/ca/repte-upc>
- [6] OBSERVATORI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA (2020). GENER 2022.  
<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/serveis-i-dades-climatiques/serie-climatica-historica-de-barcelona/>
- [7] OBSERVATORI METEOROLÒGIC DE GIRONA (2020). GENER 2022.  
<https://terra.girona.cat/apps/observatori/indicadors/territori/meteorologia/temperatura-mitjana-oc/>
- [8] STATISTA (2021). GENER 2022.  
<https://es.statista.com/estadisticas/993787/precio-medio-final-de-la-electricidad-en-espana/#main-content>