

ANÀLISI DE LA SOSTENIBILITAT DE LES PISCINES:

Metodologia pel seguiment i l'avaluació de l'impacte ambiental de les piscines dels hotels de la Costa Brava

Juan José Gómez Guillén

Directora de tesi: Dra. Núria Arimany Serrat

Programa de doctorat en Dret, Economia i Empresa

2024

 **UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA**

Escola de Doctorat

A la meva família,
la meva força motriu.

L'aigua és la força motriu de tota la natura.

Leonardo da Vinci

Comença fent el necessari, després el possible i,
de sobte, et trobaràs fent allò impossible.

Sant Francesc d'Assís

AGRAÏMENTS

Fer una tesi doctoral no és només un projecte acadèmic; és un viatge profund i transformador que et convida a explorar nous horitzons i a superar-te a tu mateix. Inicialment, comença com una investigació, però aviat es converteix en un camí de vida carregat d'experiències i aprenentatges que et transformen en molts aspectes.

Durant aquest camí, trobes persones que juguen un paper clau en el teu desenvolupament i èxit. La Dra. Núria Arimany, qui ha estat la meva guia i suport durant tot el procés, orientant-me i donant-me ajuda experta en cada pas del procés. Sense la seva ajuda, no hauria pogut dur a terme aquest projecte amb èxit. També vull agrair al David Tàpies per ajudar-me a centrar-me en les necessitats de la piscina sostenible i al David Giménez per donar-me sempre consell i suport quan ho he necessitat.

A més, vull expressar la meva gratitud a tot l'equip de la UVic, des de la biblioteca, l'Escola de Doctorats, la Unitat de Gestió Acadèmica, la Unitat de Gestió de la Recerca, el CIFE i d'altres persones, per la seva inestimable assistència i suport durant tot el procés. Sense la seva col·laboració, el camí hauria estat molt més difícil de recórrer.

Però, per sobre de tot, vull agrair a tota la meva família, que sempre ha estat al meu costat amb el seu amor incondicional i el seu suport constant. La seva força i comprensió han estat la meva principal font d'inspiració i motivació, són la meva força motriu. Als meus pares, els meus primers mestres, gràcies per ensenyar-me les coses bàsiques de la vida i els vostres valors. El més important, un agraïment molt especial a la Núria, el Marc i el Pol, per ser els meus companys del viatge de la vida i per l'amor i l'energia que em donen, que em fan sentir profundament feliç i complet.

Finalment, reconec i agraeixo també a tots aquells d'altres que han estat al meu costat al llarg del camí de la vida, inspirant-me i donant-me suport en molts moments. La seva influència positiva ha estat un regal que sempre valoraré i recordaré amb gratitud.

RESUM

La investigació recull una part exploratòria que examina el sector hotelier de Catalunya, especialment a la zona de la Costa Brava, analitzant els indicadors ambientals més importants que comunica el sector hotelier a nivell web als seus grups d'interès.

L'objectiu d'aquesta investigació és valorar l'impacte ambiental de les piscines públiques dels hotels de la Costa Brava, en termes d'aigua i energia amb la conseqüent petjada de carboni. La metodologia, exploratòria i quantitativa, permet determinar el consum d'aigua i energia, i, la seva petjada de carboni en les piscines del sector hotelier de la Costa Brava, per apropar-se a un model de piscina més sostenible.

De manera que, l'objectiu és identificar una piscina més sostenible amb una correcta gestió de l'aigua i l'energia, en la zona objecte d'estudi de la Costa Brava, utilitzant models descriptius d'aigua i energia que emergeixen de la investigació, avalats per la literatura científica.

La investigació es completa amb una simulació en piscines monitoritzades, en la zona objecte d'estudi, per posar en valor quines són les accions i actuacions que cal prioritzar, per millorar la gestió de l'aigua i de l'energia d'aquestes piscines de la zona mediterrània, afectades pel canvi climàtic i la sequera que se'n deriva.

Paraules clau: piscines, sostenibilitat mediambiental, impacte mediambiental, canvi climàtic, turisme, hotels, indústria hotelera, Costa Brava

RESUMEN

La investigación recoge una parte exploratoria que examina el sector hotelero de Cataluña, especialmente en la zona de la Costa Brava, analizando los indicadores ambientales más importantes que comunica el sector hotelero a nivel web a sus grupos de interés.

El objetivo de esta investigación es valorar el impacto ambiental de las piscinas públicas de los hoteles de la Costa Brava, en términos de agua y energía con la consecuente huella de carbono. La metodología, exploratoria y cuantitativa, permite determinar el consumo de agua y energía, y su huella de carbono en las piscinas del sector hotelero de la Costa Brava, para acercarse a un modelo de piscina más sostenible.

De modo que, el objetivo es identificar una piscina más sostenible con una correcta gestión del agua y la energía, en la zona objeto de estudio de la Costa Brava, utilizando modelos descriptivos de agua y energía que emergen de la investigación, avalados por la literatura científica.

La investigación se completa con una simulación en piscinas monitorizadas, en la zona objeto de estudio, para poner en valor cuáles son las acciones y actuaciones que priorizar, para mejorar la gestión del agua y de la energía de estas piscinas de la zona mediterránea, afectadas por el cambio climático y la sequía que se deriva.

Palabras clave: piscinas, sostenibilidad medioambiental, impacto medioambiental, cambio climático, turismo, hoteles, industria hotelera, Costa Brava

ABSTRACT

The research includes an exploratory part that examines the hotel sector in Catalonia, especially in the Costa Brava area, analyzing the most important environmental indicators that the hotel sector communicates at web level to its stakeholders.

The objective of this research is to assess the environmental impact of the public swimming pools of the hotels in the Costa Brava, in terms of water and energy with the consequent carbon footprint. The methodology, exploratory and quantitative, allows to determine the water and energy consumption and its carbon footprint in the swimming pools of the hotel sector of the Costa Brava, in order to approach a more sustainable swimming pool model.

Consequently, the objective is to identify a more sustainable swimming pool with a correct water and energy management, in the Costa Brava area under study, using descriptive water and energy models that emerge from the research, supported by scientific literature.

The research is completed with a simulation in monitored swimming pools, in the area under study, to highlight the actions and actions to be prioritized to improve the water and energy management of these pools in the Mediterranean area, affected by climate change and the resulting drought.

Keywords: swimming pools, environmental sustainability, environmental impact, climate change, tourism, hotels, hotel industry, Costa Brava

ARTICLES REALITZATS DURANT LA TESI

- **Títol: Sustainability and Environmental Impact of the Tourism Sector: Analysis Applied to Swimming Pools in the Hotel Industry on the Costa Brava**
Autors/res: **Juan-Jose Gomez-Guillen**; Núria Arimany-Serrat
Any: 2023
Revista: Environmental Processes
ISSN: 2198-7491 / 2198-7505
DOI: 10.1007/s40710-023-00665-4
- Capítol de llibre
Títol: **Com crear l'experiència perfecta de piscina de forma responsable. El cas Fluidra**
Autors/res: **Juan-Jose Gomez-Guillen**; Núria Arimany-Serrat
Any: 2023
Títol del llibre: Data Analítics – Anàlisi de dades (Bases Conceptuals i aplicacions pràctiques) Pàgines: 199-221
ISBN: 978-84-09-57653-1
Dipòsit legal: DL B 42780-2004
- **Títol: Sustainability and the environmental impact of the tourism industry: An analysis of the hotel sector in Catalonia, Spain**
Autors/res: **Juan-Jose Gomez-Guillen**; David Tapias Baqué
Any: 2024 (Article acceptat en procés d'edició)
Revista: Intangible Capital
ISSN: 1697-9818 / 2014-3214
DOI: -
- **Títol: Analysis of the sustainability of swimming pools**
Autors/res: **Juan-Jose Gomez-Guillen**; Núria Arimany-Serrat
Any: 2024 (Article acceptat en procés d'edició)
Revista: European Accounting and Management Review (EAMR)
ISSN: 2385-3921
DOI: -
- **Títol: Sustainability of Public Swimming Pools in Mediterranean Climate Zones in the context of Climate Change: A Case Model on the Costa Brava, Catalonia**
Autors/res: **Juan-Jose Gomez-Guillen**; Núria Arimany-Serrat; David Tapias Baqué; David Giménez
Revista: Wàter
(Article en revisió actualment)

ÍNDIX

RESUM	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
ARTICLES REALITZATS DURANT LA TESI	11
ÍNDIX	13
ÍNDIX DE TAULES	15
ÍNDIX DE GRÀFICS	17
ÍNDIX D'IL·LUSTRACIONS	18
INTRODUCCIÓ	19
1. ANTECEDENTS	20
2. OBJECTIU.....	22
3. METODOLOGIA.....	24
4. ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓ.....	25
PRIMERA PART - MARC TEÒRIC	26
1. CARACTERITZACIÓ DEL SECTOR.....	27
2. REVISIÓ DE LA LITERATURA	30
3. MARC NORMATIU I LEGISLATIU EUROPEU	49
SEGONA PART – METODOLOGIA / PART EMPÍRICA	52
1. SOSTENIBILITAT I IMPACTE AMBIENTAL DEL SECTOR TURÍSTIC: ANÀLISI APLICADA AL SECTOR HOTELER A CATALUNYA	53
1.1. Introducció.....	53
1.2. Metodologia i estudi empíric.....	56
1.3. Resultats i discussió	58
1.3.1. Resultats de les dades generals sobre polítiques ambientals, ESG i RSC	58
1.3.2. Resultats de l'Agenda 2030 per als Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS).....	59
1.3.3. Resultats dels indicadors de sostenibilitat ambiental	60
2. SOSTENIBILITAT I IMPACTE AMBIENTAL DEL SECTOR TURÍSTIC: ANÀLISI APLICADA A LES PISCINES DEL SECTOR HOTELER DE LA COSTA BRAVA	63

2.1.	Introducció.....	63
2.2.	Resultats i discussió	65
3.	SOSTENIBILITAT I IMPACTE AMBIENTAL DEL SECTOR TURÍSTIC: MODELS DESCRIPTIUS I SIMULACIÓ APLICATS A LES PISCINES DEL SECTOR HOTELER DE LA COSTA BRAVA	75
3.1.	Introducció.....	75
3.2.	Resultats i discussió	77
3.2.1.	<i>Model hidràulic de la piscina</i>	77
3.2.2.	<i>Model energètic de la piscina</i>	79
3.2.3.	<i>Disseny experimental de monitorització i simulació a piscines.....</i>	83
3.2.4.	<i>Resultats</i>	88
4.	CAS FLUIDRA: COM CREAR L'EXPERIÈNCIA PERFECTA DE PISCINA DE FORMA RESPONSABLE.....	90
4.1.	Introducció.....	90
4.2.	Nou marc normatiu i legislatiu europeu: La importància de la informació de sostenibilitat en el present i el futur de les empreses.	91
4.2.1.	<i>Nova Directiva (UE) 2022/2464 sobre Informació en matèria de Sostenibilitat Corporativa.....</i>	92
4.2.2.	<i>Normes europees d'informació corporativa sobre sostenibilitat, ESRS (European Sustainability Reporting Standards).</i>	93
4.3.	Cas Fluidra. Com crear l'experiència perfecta de piscina de forma responsable.	94
TERCERA PART - CONCLUSIONS		106
1.	CONCLUSIONS	107
1.1.	Conclusions del primer estudi metodològic	107
1.2.	Conclusions del segon estudi metodològic.....	108
1.3.	Conclusions del tercer estudi metodològic	109
1.4.	Conclusions del cas Fluidra	111
1.5.	Conclusions generals	111
REFERÈNCIES.....		115

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Distribució de les instal·lacions i piscines públiques i comercials a Espanya (Font: (ASOFAP, 2017))	28
Taula 2 - Llistat dels articles seleccionats per temàtica i conceptes.....	42
Taula 3. Tipus d'establiment turístic i nombre de llits (Font: Elaboració pròpia amb informació de IDESCAT Institut d'Estadística de Catalunya i Observatori del Model de Treball i Producció – Generalitat de Catalunya)	54
Taula 4. Indicadors d'impacte ambiental (Font: Associació Espanyola de Comptabilitat i Administració d'Empreses) (AECA).....	58
Taula 5. Resultats de les dades generals sobre polítiques ambientals, ESG i RSC (Font: Elaboració pròpia).....	59
Taula 6. Agenda 2030 ODS 17 amb el nombre d'empreses que fan referència al seu compromís en els seus mitjans digitals i informes anuals (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de les websites dels hotels).....	60
Taula 7. Empreses que van indicar disposar d'un sistema general de control d'indicadors ambientals i de sostenibilitat (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de les websites dels hotels).	60
Taula 8. Nombre d'empreses que donen un valor numèric a qualsevol dels indicadors generals de sostenibilitat ambiental (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de les websites dels hotels).	61
Taula 9. Indicadors de sostenibilitat ambiental per habitació ocupada durant l'any per a les empreses hoteleres de Catalunya (Font: Hotel Sustainability Benchmarking Index 2020: Carbon, Energy, and Water de la Universitat de Cornell (Ithaca, New York) (Ricaurte & Jagarajan, 2020))	61
Taula 10. Comparació d'indicadors d'establiments hotelers de Catalunya amb l'índex de referència de sostenibilitat hotelera de la Universitat de Cornell 2020: carboni, energia i aigua, per a establiments hotelers d'Espanya (Font: Elaboració pròpia amb dades de les websites i de l'índex Hotel Sustainability Benchmarking Index 2020: Carbon, Energy, and Water)	62
Taula 11. Comparació d'indicadors d'establiments hotelers de Catalunya amb l'índex de referència de sostenibilitat hotelera de la Universitat de Cornell 2020: carboni, energia i aigua, per a establiments hotelers de Barcelona (Font: Elaboració pròpia amb dades de les websites i de l'índex Hotel Sustainability Benchmarking Index 2020: Carbon, Energy, and Water)	62
Taula 12. Distribució dels establiments hotelers la Costa Brava per municipi i categoria hotelera (Font: (Statistical Institute of Catalonia (Idescat - Generalitat de Catalunya), 2023)).....	64

Taula 13. Oferta d'establiments hotelers per municipi per municipi i categoria hotelera (Font: (Statistical Institute of Catalonia (Idescat - Generalitat de Catalunya) 2023))	66
Taula 14. Nombre de piscines per categoria d'hotel (Font: (Catastro (Spanish Land Registry) - Ministerio de Hacienda y Función Pública de España, 2023))	68
Taula 15. Mitjana superfície superfície en m ² de piscina per categoria d'hotel i municipi (Font: (Catastro (Spanish Land Registry) - Ministerio de Hacienda y Función Pública de España, 2023))	68
Taula 16. Resum dels principals resultats de la recerca (Font: Elaboració pròpia).....	74
Taula 17. Variables del circuit hidràulic d'una piscina (Font: Elaboració pròpia).	79
Taula 18. Variables del balanç tèrmic de la piscina (Font: Elaboració pròpia).....	81
Taula 19. Principals indicadors, objectius i resultats del 2022 mediambientals (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))	99
Taula 20. Principals indicadors, objectius i resultats del 2022 socials (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))	101
Taula 21. Principals indicadors, objectius i resultats del 2022 bon govern corporatiu (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023)).....	102

ÍNDIX DE GRÀFICS

Gràfic 1. Aportació del turisme a l'economia espanyola (xifres en milions d'euros) (Font: Institut Nacional d'Estadística de España, INE).....	53
Gràfic 2. Activitats turístiques i la seva contribució a la petjada de carboni. (Font: Sustainable Travel International extret de l'article 'Carbon Footprint of Global Tourism' (Lenzen, et al., 2018))	55
Gràfic 3. Nombre d'hotels per categoria d'establiment (Font: (Statistical Institute of Catalonia (Idescat - Generalitat de Catalunya), 2023))	66
Gràfic 4. Balanç hídric de la instal·lació 1 (valors diaris) (Font: Valors de simulació).	85
Gràfic 5. Balanç hídric de la instal·lació 1 (valors acumulats) (Font: Valors de simulació).	85
Gràfic 6. Balanç hídric de la instal·lació 2 (valors diaris) (Font: Valors de simulació).	86
Gràfic 7. Balanç hídric de la instal·lació 2 (valors acumulats) (Font: Valors de simulació).	86
Gràfic 8. Balanç energètic de la instal·lació 1 – Comparació entre el consum d'energia de la instal·lació i la facturació d'aigua (Font: Captura de pantalla del dashboard de la simulació)...	87
Gràfic 9. Balanç energètic de la instal·lació 2 – Comparació entre el consum d'energia de la instal·lació i la facturació d'aigua (Font: Captura de pantalla del dashboard de la simulació)...	87

ÍNDEX D'IL·LUSTRACIONS

Il·lustració 1. Esquema de la revisió de la literatura (Font: Elaboració pròpia)	34
Il·lustració 3. Distribució dels establiments hotelers a Catalunya (Font: Elaboració pròpia dels autors a partir de les xifres de geo-localització SABI)	56
Il·lustració 4. Distribució dels establiments hotelers al llarg la Costa Brava (Font: Elaboració pròpia amb dades de l'Idescat) (Statistical Institute of Catalonia (Idescat - Generalitat de Catalunya), 2023)	64
Il·lustració 5. Oferta d'establiments hotelers per municipi (Font: (Statistical Institute of Catalonia (Idescat - Generalitat de Catalunya), 2023))	65
Il·lustració 6. Distribució de les piscines d'hotels la Costa Brava (Font: Elaboració pròpia amb dades del Cadastre) (Catastro (Spanish Land Registry) - Ministerio de Hacienda y Función Pública de España 2023))	67
Il·lustració 7. Representació esquemàtica del circuit hidràulic de la piscina (Font: Elaboració pròpia a partir de bibliografia acadèmica i industrial).	78
Il·lustració 8. Representació esquemàtica del balanç energètic de la piscina (Font: Elaboració pròpia a partir de la literatura acadèmica i del sector industrial).	80
Il·lustració 9. Història de Fluidra (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))	95
Il·lustració 10. 5 eixos de Fluidra (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))	96
Il·lustració 11. Fluidra Responsibility Blueprint (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))	97
Il·lustració 12. Indicadors de productes sostenible de Fluidra (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))	99

INTRODUCCIÓ

1. Antecedents

El sector turístic abans de la pandèmia, al 2019, representa més d'un 10% del Producte Interior Brut (PIB) mundial, amb més del 10% d'ocupació total i, suposa un creixement econòmic global, del 2,5% al 2019 (World Travel & Tourism Council, 2020). Respecte a Espanya el sector turístic suposa al 2019 el 12,4% del PIB espanyol, un 12,9% d'ocupació total i un creixement en el període 2015-2019 d'un 30,8% (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2020). I, a nivell català el sector turístic representa un 12% del PIB català, un 22% del total espanyol i, un 25% del de la Unió Europea amb una taxa d'ocupació del 14% (Generalitat de Catalunya, 2019). De manera que, és un sector d'activitat amb un pes específic important a nivell mundial, europeu, espanyol i català.

El turisme és un sector estratègic per a l'economia espanyola, que ha aportat 154.487 milions d'euros el 2019 i un 12,4% del PIB espanyol; però el 2020 amb la pandèmia, baixa fins a un 5,5% del PIB, un descens aproximat del 60% (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2021), similar a la situació que pateix Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2021a). La pandèmia va provocar una pèrdua global del 78,5% de turistes internacionals, que es va recuperar parcialment al 2021, i progressivament al 2022 (World Tourism Organisation (UNWTO), 2022). Així doncs, amb la pandèmia, la caiguda que experimenta el sector turístic és important a totes les zones analitzades (UN, 2020; World Tourism Organisation (UNWTO), 2022), però la recuperació contemplada entre 2,5 i 4 anys (UN, 2020; World Travel & Tourism Council, 2020), suposa una recuperació relativament ràpida. A més a més, el sector turístic com a motor de l'economia global i, també de l'economia catalana (Exceltur, 2024; Generalitat de Catalunya, 2021a), pateix canvis en el període pre i post-pandèmia (Exceltur, 2024; Generalitat de Catalunya, 2021a) i també canvis en el seu principal actiu, les piscines (Generalitat de Catalunya, 2020; Mellou et al., 2022). L'any 2023 el turisme ja va representar un 12,8% del PIB espanyol amb un valor de 187.000 milions d'euros, el màxim històric, amb el que revalida el seu paper com a motor principal de l'economia espanyola (Banco de España, 2024; Exceltur, 2024).

D'altra banda, el sector turístic impacta en el medi ambient amb diferents indicadors, com ara, l'aigua, l'energia i el nivell dels Gasos Efecte Hivernacle (GEH) que representen aproximadament el 8% de les emissions mundials de Gasos Efecte Hivernacle (GEH) (Lenzen et al., 2018), entre d'altres. A més a més, aquesta situació es veu agreujada pel canvi climàtic que s'experimenta (Rosselló-Nadal, 2014; Scott et al., 2012; Trambly, Llasat, et al., 2020) i en seguiment de l'Agenda 2030 aprovada el 2015 (ONU, 2015), del què disposa l'Organització Mundial del Turisme (UNWTO) i del què disposa el Pacte Verd Europeu de 2019, el sector hotelier ha de portar a terme accions i actuacions en compliment dels estàndards (Giama et al., 2018; Pan et al., 2018; Scholz et al., 2020) per ser més sostenible i fer un ús òptim dels recursos ambientals, com aigua, energia i residus (José-Luis et al., 2020; Pešić & Jakovljević, 2020; Saurí et al., 2013; Trambly, Llasat, et al., 2020). Accions i actuacions que també afecten a les seves piscines (Gallion et al., 2014; Lam & Chan, 2001; Marinopoulos & Katsifarakis, 2017; Mendoza et al., 2023).

Cal tenir present que el sector turístic, directament relacionat amb el medi ambient (Della Volpi & Paulino, 2018; Iraldo & Nucci, 2016), integra diversos hotels amb piscines públiques com a principals actius que precisen de recursos hídrics i energètics (Della Volpi & Paulino, 2018; Iraldo & Nucci, 2016; Yoon et al., 2022). En el cas de la Costa Brava, com a zona mediterrània amb estrès hídric i energètic i amb una important petjada de carboni (Lenzen et al., 2018; Puig et al.,

2017; Rico et al., 2019; Torres-Bagur et al., 2019; Trambly, Llasat, et al., 2020; Villar-Navascués & Pérez-Morales, 2018), cal més investigació en aquesta zona per adaptar-se al canvi climàtic, especialment en el sector hotelier i en les seves piscines, de manera que és una zona adequada per analitzar, modelitzar i simular piscines més sostenibles. Cal tenir present que, Catalunya, i més concretament la Costa Brava, té un clima mediterrani, amb períodes de sequera, i les piscines són un dels principals actius de la indústria hotelera, especialment en els mesos estivals de màxim augment de la població (Kiper V. O. et al., 2022; Morote et al., 2017; Saurí et al., 2013; Yoon et al., 2022), quan hi ha un major consum d'energia i aigua, i, una alta producció de residus (Cooper & Hall, 2024; Cruz-Pérez et al., 2022; Kiper V. O. et al., 2022; Mendoza et al., 2023; Rico et al., 2020; R. Sun & Gao, 2012; Torres-Bagur et al., 2019; Yoon et al., 2022).

Així doncs, les experiències derivades de la pandèmia del COVID-19 i el canvi climàtic representen un desafiament sense precedents per als ecosistemes i les societats a nivell global. I, el canvi climàtic afecta de manera significativa a zones de clima mediterrani amb alta densitat turística, com la Costa Brava de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2017; Gössling et al., 2020; Mellou et al., 2022; Saurí et al., 2013; Scott et al., 2012; Uzunlar & Dis, 2024; World Tourism Organisation (UNWTO), 2022), són àrees que enfronten desafiaments únics a causa de la importància i la gran massa de turisme que reben, amb la necessitat de gestionar recursos hídrics i energètics de manera eficient (Iraldo & Nucci, 2016; Mendoza et al., 2023; Villar-Navascués & Pérez-Morales, 2018). A Catalunya, i en particular, a la Costa Brava, un emplaçament turístic que experimenta una gran afluència de visitants durant el període estival, l'increment de població ocasiona complicacions importants en la gestió de recursos amb un impacte ambiental significatiu (Kiper V. O. et al., 2022; Puig et al., 2017; R. Sun & Gao, 2012). En aquesta zona les piscines dels hotels, importants per a l'oferta turística hotelera (Bočkus et al., 2023; Saló et al., 2014; Soifer et al., 2021), doncs atreuen clients i, ofereixen un espai de recreació i relaxació, que complementa l'experiència dels visitants, d'una altra part, les piscines estan subjectes a normatives (Ministerio de Sanidad, 2013) i han d'adaptar-se als nous escenaris mitjançant la implementació de tecnologies i pràctiques per reduir la petjada de carboni (Díaz Pérez et al., 2019; Gallion et al., 2014; Puig et al., 2017; Rico et al., 2019).

Actualment, Catalunya travessa un període de sequera molt important, amb desafiaments tant ecològics com socioeconòmics i, amb la disminució de les precipitacions pel canvi climàtic, hi ha un descens crític dels nivells d'aigua disponible i, el govern (Generalitat de Catalunya) ha decretat l'estat d'emergència per sequera hidrològica (Generalitat de Catalunya, 2024). Aquest decret de sequera ha imposat una sèrie de restriccions escalonades en tres fases d'emergència, les quals inclouen limitacions en el consum humà d'aigua, així com en l'agricultura, la ramaderia i la indústria. A més a més, s'ha prohibit l'inici de nous projectes que requereixen un ús intensiu d'aigua.

En el cas concret de les piscines, les que són cobertes inscrites al centre d'equipaments esportius de la Generalitat de Catalunya només poden reomplir l'aigua que es perd diàriament, però no les poden tornar a omplir de nou. Respecte als clubs esportius que disposen de piscines per a esports federats també poden reomplir l'aigua, però en l'àmbit privat i turístic, les piscines privades, així com les piscines dels hotels, càmpings i parcs aquàtics no poden omplir-se (Generalitat de Catalunya, 2024; Generalitat de Catalunya (Agència Catalana de l'Aigua), 2024).

2. Objectiu

La investigació recull una part exploratòria que examina el sector hotelier de Catalunya, especialment a la zona de la Costa Brava, analitzant els indicadors ambientals més importants que comunica el sector hotelier a nivell web als seus grups d'interès. Es valora la transparència web sobre la sostenibilitat ambiental, a Catalunya, a l'any 2020, especialment pels indicadors d'aigua i energia, més habitualment comunicats (Diaz Perez et al., 2018; José-Luis et al., 2020; Mendoza et al., 2023; Ricaurte & Jagarajan, 2020; Styles et al., 2015). Cal destacar que el sector hotelier català integra grups hotelers amb presència internacional amb polítiques ambientals alineades amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible de l'Agenda 2030, que també comuniquen indicadors ambientals que prioritzen la comunicació d'aigua i d'energia (Hilton, 2023; Marriott International, 2024; Melià Hotels, 2024).

L'**objectiu** d'aquesta investigació és valorar l'impacte ambiental de les piscines públiques dels hotels de la Costa Brava, en termes d'aigua i energia amb la conseqüent petjada de carboni. La metodologia, exploratòria i quantitativa, permet determinar el consum d'aigua i energia, i, la seva petjada de carboni en les piscines del sector hotelier de la Costa Brava, per apropar-se a un model de piscina més sostenible.

De manera que, l'objectiu és **identificar una piscina més sostenible** amb una correcta gestió de l'aigua i l'energia, en la zona objecte d'estudi de la Costa Brava, utilitzant models descriptius d'aigua i energia que emergeixen de la investigació, avalats per la literatura científica.

La investigació es completa amb una **simulació en piscines monitoritzades**, en la zona objecte d'estudi, per posar en valor quines són les accions i actuacions que cal prioritzar, per millorar la gestió de l'aigua i de l'energia d'aquestes piscines de la zona mediterrània, afectades pel canvi climàtic i la sequera que se'n deriva.

A títol de resum aquests són els objectius generals d'aquesta investigació:

1. Estudiar la sostenibilitat a nivell mediambiental de les piscines en termes d'aigua, energia i petjada de carboni en el sector hotelier de la Costa Brava.
2. Identificar una piscina més sostenible utilitzant models descriptius d'aigua i energia.
3. Portar a terme una simulació i monitorització de piscines en la zona objecte d'estudi.

L'objectiu de proposar una piscina més sostenible a nivell hídric i energètic a la zona de la Costa Brava, amb indicadors contrastats mitjançant un model descriptiu de piscines i una simulació amb monitorització de piscines de la zona, per determinar accions i actuacions clau, és un repte per afrontar el canvi climàtic en una zona de clima mediterrani i sequera habitual (Pisano et al., 2020; Trambly, Koutroulis, et al., 2020; Trambly, Llasat, et al., 2020). Un altre tema rellevant referit a la sostenibilitat de les piscines és la reducció de químics i residus que es portarà a terme en futures investigacions.

Els patrons de precipitació, del clima mediterrani, a la Costa Brava, han portat a proclamar un decret de sequera que afecta a les piscines residencials i al sector turístic amb pràctiques i estratègies noves per garantir la sostenibilitat i la responsabilitat ambiental en el sector hotelier (Akhtar & Najar, 2020; Díaz Pérez et al., 2019; Gabarda-Mallorquí et al., 2018; Generalitat de Catalunya, 2017, 2019, 2024; Kasim et al., 2014; Velázquez Castro & Flores Barrera, 2017). Per

tant, és imperatiu potenciar piscines més sostenibles per mitigar el seu impacte ambiental. Això inclou l'estalvi d'aigua, mitjançant la reducció de l'evaporació i el reciclatge d'aigua i, l'eficiència energètica, a través de l'ús d'energies renovables i sistemes més eficients. Aquestes mesures no només responen a la necessitat de conservar recursos naturals sinó també a la pressió econòmica derivada de la crisi hídrica i energètica per anar cap a un model de negoci més circular (Diaz Perez et al., 2018; Morote et al., 2017).

Cal tenir present que, el sector turístic de la Costa Brava presenta un augment de l'estrès hídric i energètic propi de les zones de clima mediterrani, especialment en temporada alta (Lenzen et al., 2018; Puig et al., 2017; Rico et al., 2019; Torres-Bagur et al., 2019; Tramblay, Llasat, et al., 2020; Villar-Navascués & Pérez-Morales, 2018) i precisa d'unes piscines més sostenibles amb una petjada de carboni menor, per estalviar costos ambientals i operatius, i disposar de recursos per realitzar inversions sostenibles mitjançant finançaments sostenibles. Actualment la Generalitat de Catalunya ha llençat una línia d'ajuts per a projectes d'estalvi d'aigua en el sector hotelier (ORDRE EMT/265/2023, de 30 de novembre, per la qual s'aproven les bases reguladores que han de regir la convocatòria d'ajuts a projectes destinats a reduir el consum d'aigua mitjançant la reutilització i l'estalvi per part dels establiments que prestin serveis d'allotjament turístic., 2023), on hi ha un apartat concret de la línia 2 d'estalvi d'aigua dedicat a sistemes d'estalvi i eficiència en piscines. Aquest sector hotelier de la Costa Brava, afectat pel canvi climàtic, ha de dissenyar diverses estratègies per disposar de resiliència davant de situacions d'estrès hídric i energètic (Giama et al., 2018; Iraldo & Nucci, 2016; Mendoza et al., 2023; Morote et al., 2017; Puig et al., 2017; Ricaurte & Jagarajan, 2020; Saurí et al., 2013; Torres-Bagur et al., 2019).

La sostenibilitat de les piscines és un tema important i creixent, directament relacionat amb el canvi climàtic i els seus efectes. I, les piscines del sector hotelier utilitzen recursos, com l'aigua i l'energia, en grans quantitats, de manera que els hotels de la costa mediterrània, on el canvi climàtic ha desencadenat la sequera, com a la Costa Brava, precisa d'accions per donar-hi resposta (Deyà-Tortella et al., 2019; Dinarès & Saurí, 2015; Gallion et al., 2014; Kiper V. O. et al., 2022; Marinopoulos & Katsifarakis, 2017; Morote et al., 2017; ORDRE EMT/265/2023, de 30 de novembre, per la qual s'aproven les bases reguladores que han de regir la convocatòria d'ajuts a projectes destinats a reduir el consum d'aigua mitjançant la reutilització i l'estalvi per part dels establiments que prestin serveis d'allotjament turístic., 2023; Song et al., 2018; Tramblay, Koutroulis, et al., 2020). En la literatura acadèmica es fa palès que diverses línies d'investigació avancen contínuament en definir piscines més sostenibles amb menys impacte ambiental, davant el canvi climàtic (de Moura et al., 2023; Gallion et al., 2014; Marinopoulos & Katsifarakis, 2017; Oliveira et al., 2018). Però calen innovacions sostenibles per assegurar la supervivència de les piscines, en el sector hotelier (Kasim et al., 2014; Velázquez Castro & Flores Barrera, 2017).

La importància d'abordar els reptes hídrics i energètics de les piscines, en sintonia amb la legislació aplicable, permet innovar en aquest actiu valuós del sector hotelier, com és la piscina, per fer front al canvi climàtic, adaptant les instal·lacions actuals davant la nova realitat (Deyà-Tortella et al., 2019; Gallion et al., 2014; Marinopoulos & Katsifarakis, 2017; Morote et al., 2017; ORDRE EMT/265/2023, de 30 de novembre, per la qual s'aproven les bases reguladores que han de regir la convocatòria d'ajuts a projectes destinats a reduir el consum d'aigua mitjançant la

reutilització i l'estalvi per part dels establiments que prestin serveis d'allotjament turístic., 2023; Song et al., 2018).

3. Metodologia

La **metodologia** d'aquesta investigació focalitzada en el sector hotelier de Catalunya, a la zona de la Costa Brava, parteix d'un estudi exploratori dels indicadors ambientals més importants que comunica el sector hotelier als seus grups d'interès, a nivell web, per donar transparència de la sostenibilitat ambiental (Lenzen et al., 2018; Ricaurte & Jagarajan, 2020). Els indicadors utilitzats s'exploren mitjançant una anàlisi de contingut dels diferents indicadors no financers, reconeguts a la literatura (Castellani & Sala, 2012; Dutescu et al., 2014; Gössling, 2015; Ricaurte & Jagarajan, 2020), que identifiquen una matriu, que recull un 1 quan es troba a la web l'indicador ambiental i 0 quan no es troba l'indicador ambiental, en les diferents empreses hoteleres de la Costa Brava, a més a més, s'utilitzen l'Alfa de Cronbach (Jum C. Nunnally, 1978; Nunnally & Bernstein, 1994; Tavakol & Dennick, 2011) i la fórmula Kuder-Richardson KR-20 (Cleary & Linn, 1968; El-Uri & Malas, 2013; Ferguson, 1951) per analitzar la confiabilitat de les dades. D'altra banda, també es porta a terme l'anàlisi exploratòria a la web, de l'Oficina del Registre de la Propietat, al Cadastre (Catastro (Spanish Land Registry) - Ministerio de Hacienda y Función Pública de España, 2023), per descarregar els registres cadastrals dels immobles dels municipis de la Costa Brava, per examinar les piscines dels establiments hotelers i, estimar el consum d'aigua i energia d'aquestes piscines, així com la petjada de carboni de les instal·lacions de piscina del sector hotelier de la Costa Brava que se'n deriva, per arribar a identificar els indicadors ambientals prioritaris que es comuniquen a les web.

Un cop determinats els indicadors ambientals prioritaris, a nivell hídic i energètic, es crea un model descriptiu d'aigua i d'energia per a piscines, segons la literatura de l'àmbit, i, posteriorment es porta a terme una simulació amb la monitorització de tres piscines de la zona objecte d'estudi, per proposar accions i actuacions cap a la transició a una piscina més sostenible. Seguidament, a nivell metodològic es presenta el cas de l'anàlisi de **Fluidra** segons criteris ESG, per explorar els informes de sostenibilitat de la companyia alineats amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible de l'Agenda 2030 (ONU, 2015).

La comunicació de la informació corporativa sobre sostenibilitat està guanyant terreny en el món empresarial i és cada cop més important per a les parts interessades. L'Agenda 2030 de l'ONU (ONU, 2015), i, el Pacte Verd Europeu de 2019 (COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS The European Green Deal, 2019) son fonamentals pel desenvolupament sostenible, però la Directiva Europea sobre Informes Corporatius de Sostenibilitat és clau per normalitzar les Normes Europees de Sostenibilitat, com a marc comú per a la divulgació d'aquesta informació a nivell de tots els països europeus, en un període comprés entre 2024-2028.

Respecte el cas de Fluidra (empresa del programa de Doctorat Industrial de la tesi que es presenta), es posa en relleu que aquesta organització ha incorporat la sostenibilitat i el bon govern corporatiu com a components essencials de la seva estratègia de creixement, per contribuir al progrés econòmic, ambiental i social, segons les demandes de les parts interessades envers les organitzacions responsables i compromeses amb el desenvolupament sostenible. En

el cas de Fluidra es detalla la revisió de la normativa en matèria de sostenibilitat i la informació corporativa ESG, descrivint com l'empresa ha implementat i incorporat les polítiques ESG. El cas especifica que segons la Directiva de 2014 d'informació no financera i la legislació espanyola de 2018 al respecte, Fluidra presenta comunicacions d'informació no financera i que actualment amb la Directiva de 2022 encara no transposada a l'ordenament jurídic espanyol, prepara Informes Corporatius de Sostenibilitat.

El camí cap a la sostenibilitat i el desenvolupament sostenible es va iniciar amb força el 2015, quan els 193 Estats membres de l'ONU van aprovar l'Agenda 2030 per al Desenvolupament Sostenible, junt amb el Pacte Verd Europeu a finals de 2019 amb voluntat d'una neutralitat climàtica al 2050, amb informes de sostenibilitat que les companyies com Fluidra presenten per l'anàlisi ESG per una piscina perfecta i responsable.

Així doncs, la investigació es caracteritza per un enfocament exploratori, quantitatiu, de creació de models descriptius i de simulació per adaptar les piscines als nous escenaris ambientals. La monitorització de les tres piscines permet avaluar el consum de recursos, per incrementar l'eficiència hídrica i energètica de les piscines. Finalment la metodologia del cas Fluidra exemplifica una anàlisi ESG alineada amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible.

4. Estructura de la investigació

Després, de la introducció es presenta la revisió de la literatura i la part empírica amb la metodologia objecte d'estudi i, s'analitzen les dades per presentar els resultats obtinguts, junt amb la discussió dels mateixos. Es tracta de potenciar la sostenibilitat de les piscines a nivell hídric i energètic, utilitzant els indicadors contrastats, amb accions i actuacions al respecte per afrontar el canvi climàtic. Finalment, es presenten les conclusions de l'estudi, amb les limitacions de la investigació i les futures línies de recerca.

PRIMERA PART - MARC TEÒRIC

1. CARACTERITZACIÓ DEL SECTOR

La importància de les instal·lacions de la piscina transcendeix a la tendència del mercat, obrint la porta a múltiples anàlisis des de diferents perspectives en el sector de les piscines, però actualment la sostenibilitat s'ha de tenir present d'una manera prioritària, doncs l'aigua i l'energia són imprescindibles en una piscina i amb l'emergència climàtica cal plantejar noves piscines més sostenibles mediambientalment (de Moura et al., 2023; Forrest & Williams, 2010; Gallion et al., 2014; Marinopoulos & Katsifarakis, 2017; Oliveira et al., 2018).

Socialment i culturalment, les piscines es converteixen en epicentres de congregació social, impulsant la interacció entre la comunitat i l'exercici físic saludable de la comunitat. Amb el pas del temps, han evolucionat fins a convertir-se en espais centrals per a l'esbarjo, la competició esportiva, i el benestar físic i mental. I, són també centres educatius on es promou la seguretat aquàtica i s'imparteixen habilitats vitals de natació (Latham & Layton, 2019; McLauchlan, 2017; Salvati & Zambon, 2018; Wiltse, 2007).

La versatilitat funcional de les piscines les posiciona com a pilars fonamentals en el teixit social i cultural, brindant una plataforma per al desenvolupament de capacitats essencials, la unió comunitària i l'adopció d'un estil de vida saludable. El seu rol com a espais segurs per a l'aprenentatge i pràctica de la natació contribueix igualment a l'edificació d'una societat més preparada i hàbil en entorns aquàtics, reforçant així la cultura de la prevenció i seguretat en aquest àmbit. En concret, l'*Asociación Española de Profesionales del Sector Piscinas* (ASOFAP) a l'any 2023, posa en relleu un volum de negoci de 1.485 milions d'euros aproximadament, unes 2.000 empreses en aquest sector i aproximadament uns 40.000 llocs de treball. A més a més, en aquest any 2023 hi ha 28.703 noves piscines a Espanya, el que suposa un increment del 2,64% respecte l'any 2022, evidenciant una tendència ascendent del sector (ASOFAP (Asociación Española de Profesionales del sector piscinas), 2023).

Els canals principals d'aquest sector inclouen els fabricants i distribuïdors de materials per a piscines, així com constructors, instal·ladors i empreses dedicades al manteniment d'aquestes instal·lacions. Aquesta xarxa empresarial abasta des de la producció d'equips i accessoris fins a la construcció i el manteniment de piscines, tant en l'àmbit residencial com en el públic i comercial (ASOFAP, 2017; ASOFAP (Asociación Española de Profesionales del sector piscinas), 2023).

És remarcable observar com, després de l'expansió experimentada pel mercat de piscines residencials durant la pandèmia de la Covid-19 i l'efecte "*cocooning*", aquest segment de mercat s'ha estancat en aquests darrers anys post-pandèmia. Tot i que, actualment es percep un moviment cap a l'expansió i desenvolupament de piscines públiques i comercials, amb un canvi en les preferències i demandes dels consumidors i usuaris de piscines. Segons l'estudi realitzat per ASOFAP en 2017, es va constatar que a Espanya existeix un parc de piscines d'ús públic i col·lectiu de més de 121.070 piscines. Aquestes piscines inclouen instal·lacions en comunitats de propietaris, allotjaments hotelers, centres esportius, agroturismes, centres d'hidroteràpia, càmpings i parcs aquàtics. El creixement notable en els allotjaments hotelers i la tendència a la gestió privada de les instal·lacions esportives són aspectes que destaquen en aquest estudi. (ASOFAP, 2017).

Una dada rellevant és que la mitjana d'antiguitat d'aquestes instal·lacions és de 12 anys, el que implica una necessitat de reformes a curt i mig termini. Aquestes reformes són necessàries tant per adaptar-se a les noves normatives com per millorar l'atractiu de les instal·lacions aquàtiques. A més, l'estudi destaca que la piscina d'ús públic és un segment de negoci amb gran interès, ja que presenta una menor estacionalitat en comparació amb les piscines residencials, mantenint una demanda constant de productes i equipaments durant tot l'any (ASOFAP, 2017).

A la següent taula es pot veure la distribució de les instal·lacions i piscines per tipologia d'instal·lació:

TIPUS D'INSTAL·LACIÓ	Instal·lacions amb piscines			Mitjana edat instal·lacions	Quantitat de piscines			Piscines per instal·lació
	Propietat Pública	Propietat Privada	Total Instal·lacions		Propietat Pública	Propietat Privada	Total Piscines	
Centres esportius	5.009	1.995	7.004	26	7.797	2.997	10.794	2,45
Parcs aquàtics		58	58	23		348	348	6,00
Centres d'hidroteràpia		1.980	1.980	14		4.740	4.740	4,00
Hotels		8.189	8.189	19		13.836	13.836	3,17
Campings		1.234	1.234	18		1.387	1.387	1,54
Piscines comunitàries		2.029.933	2.029.933	12		82.000	82.000	0,04
Agroturisme (cases rurals)		19.241	19.241	11		7.965	7.965	2,10
	5.009	2.062.630	2.067.639	12	7.797	113.273	121.070	1,45

Taula 1. Distribució de les instal·lacions i piscines públiques i comercials a Espanya (Font: (ASOFAP, 2017))

Des d'una perspectiva geogràfica, aquestes piscines es concentren principalment en la costa mediterrània, amb una presència destacada a Andalusia, Catalunya i la Comunitat Valenciana. (ASOFAP, 2017).

El Baròmetre Sectorial de la Piscina a Espanya per al segon semestre de 2023, presentat per ASOFAP (ASOFAP, 2023), revela diverses tendències i preferències claus del client final en el sector de les piscines. Aquest estudi destaca:

1. **Eficiència Energètica i Hídrica:** Hi ha una preocupació creixent per l'eficiència energètica i hídrica en l'ús de les piscines, aguditzada pels elevats costos de l'energia i els problemes d'estrès hídric que afecten Espanya, especialment en algunes zones clau per al sector.
2. **Facilitat de Manteniment:** La facilitat de manteniment es confirma com un factor decisor per a tot tipus de clients, amb una demanda creixent de solucions que simplifiquin la cura i conservació de les piscines.
3. **Qualitat i Garantia dels Materials:** La qualitat i garantia dels materials utilitzats en les piscines s'ha tornat considerablement important per als consumidors.

Els resultats d'aquesta anàlisi del segon semestre de 2023 confirmen la sostenibilitat i l'eficiència energètica i hídrica com els factors més importants per a tot el mercat de la piscina, tant per al client residencial com per als segments de piscina d'ús públic i col·lectiu. La importància que li atorguen les empreses de tota la cadena de valor és especialment alta i representa un salt de qualitat respecte a 2022, on ja es percebia amb rellevància emergent. El repte més important és respondre a la creixent demanda de menys impacte ambiental de la piscina i la maximització del valor i funció social en sintonia amb l'ESG. En aquesta línia, es consoliden els projectes que inclouen especificacions i requisits concrets en l'àmbit de la sostenibilitat (consums, eficiència,

materials, circularitat...), que representen un creixent 34,1% del total de projectes (ASOFAP (Asociación Española de Profesionales del sector piscinas), 2023).

Analitzant la demanda de solucions concretes associades a la sostenibilitat, augmenten els indicadors de vendes en la majoria d'aquests equipaments, destacant les Cobertes, Il·luminació LED, Bombes de velocitat variable i la Climatització tant per bomba de calor com per panells solars. A més a més, hi ha un clar potencial de creixement per empreses que reforcin la seva oferta i proposta comercial amb aquestes solucions (ASOFAP (Asociación Española de Profesionales del sector piscinas), 2023).

Aquest escenari implica una evolució constant en aquest sector, adaptant-se a les noves tendències i necessitats del mercat, com a pilar important de l'economia i de la infraestructura social (Salvati & Zambon, 2018; Wiltse, 2007). És important destacar la contribució d'aquest sector a l'economia local i regional, doncs aquestes petites i mitjanes empreses arrelades a les seves comunitats. impulsen el desenvolupament econòmic local, creen llocs de treball i formen a professionals qualificats en aquesta indústria (ASOFAP (Asociación Española de Profesionales del sector piscinas), 2023).

2. REVISIÓ DE LA LITERATURA

La revisió de la literatura acadèmica parteix d'una revisió prèvia de 55 documents analitzats en el període 2011 - 2018, a les bases de dades Scopus i Web of Science, amb les paraules clau: sostenibilitat, turisme, hotels, aigua, energia, petjada de carboni i impacte ambiental. Revisant i analitzant específicament el títol de l'article, les paraules clau, el nombre de cites i el resum de la publicació segons l'elegibilitat i la classificació. Amb l'anàlisi del contingut es creen set camps temàtics d'estudi, referits a Petjada de carboni; Canvi climàtic; Energia; Impacte ambiental; Sostenibilitat del sector turístic; Turisme sostenible; Aigua i Informes de Sostenibilitat. I, de tots els articles els prioritaris es refereixen a aigua, energia i sostenibilitat del sector turístic. Cal emfatitzar que filtrant segons el títol, l'autor, l'any i l'idioma entre articles i *proceedings*, eliminant duplicats i articles no rellevants, s'etiqueten categories i subcategories, mitjançant un gestor de referències.

Posteriorment es porta a terme la revisió de la literatura compresa entre els anys que van del 2011 al 2023 que contemplen aspectes tècnics i d'enginyeria de simulació de piscines, per aconseguir instal·lacions més eficients i sostenibles. També s'analitzen investigacions en època de pandèmia i investigacions pre-pandèmia i post-pandèmia, en el món de les piscines.

La revisió sistemàtica de la literatura parteix d'una cerca general a través de les paraules clau següents:

Artificial AND Neural AND Network AND "Swimming Pool"

- "Digital Twin" AND "Swimming Pool"
- Disinfection AND Model AND "Swimming Pool"
- Filtration AND Model AND "Swimming Pool"
- Rain AND Simulation AND "Swimming Pool"
- Shadows AND Simulation AND "Swimming Pool"
- Simulation AND "Swimming Pool" AND Cover
- "Swimming Pool" AND Operation
- Water AND Evaporation AND "Swimming Pool"
- "Water treatment" AND "Swimming Pool"

A nivell del funcionament de les **piscines** s'identifiquen cicles de l'aigua, cicles de l'energia i cicles químics (Abdel-Fatah et al., 2021; Doménech-Sánchez et al., 2021; El-Athman et al., 2021; Gallion et al., 2014; Karimi, 2020; Marinopoulos & Katsifarakis, 2017; Vologdin & Abramova, 2021; Wyczarska-Kokot & Lempart, 2019). En aquesta revisió de la literatura, s'analitzen els cicles de l'aigua i de l'energia, i, es posposa per futures investigacions el cicle químic de les piscines.

La literatura contempla quatre reptes importants al món de les piscines: **l'equilibri hídric de les piscines** (destacant l'evaporació derivada del canvi climàtic i en les zones de clima mediterrani en períodes de sequera); **l'equilibri energètic de les piscines** (destacant el tractament tèrmic per piscines interior, majoritàriament, amb aigua calenta, i energia del procés de filtració pel tractament de l'aigua de les piscines); **l'equilibri químic i el tractament de l'aigua de les piscines**

(contemplat en futures investigacions) i la **legislació aplicable en les piscines** (diversa i clau en moments de sequera).

Pel que fa al **balanç hídric**, un problema destacat és l'**evaporació** de l'aigua (Shah, 2002, 2018, 2022; Smith et al., 1999). La taxa d'evaporació és diferent en piscines ocupades i desocupades (Shah, 2012, 2018). En concret, quan l'activitat realitzada a la piscina suposa augmentar la superfície d'intercanvi aire-aigua, la taxa d'evaporació és més elevada en piscines ocupades (Asdrubali, 2009; Shah, 2002, 2018). Hi ha estudis que evidencien que amb l'ús de les noves tecnologies es pot simular i predir la taxa d'evaporació de la piscina, amb variables definides i interrelacionades, com ara, la temperatura de l'aire interior, la humitat relativa, la temperatura de l'aigua, l'ocupació de la piscina, els corrents d'entrada i sortida i, altres paràmetres (Aldarabseh & Merati, 2022; Ciuman & Lipska, 2018; Foncubierta Blázquez et al., 2018, 2023; Gallero et al., 2020; Liew et al., 2018; Shah, 2022, 2023; O. O. Smedegård et al., 2022).

Pel que fa a la filtració de piscines s'investiga l'eficiència hidràulica i la filtració de les piscines durant la recirculació i desinfecció, accions necessàries per mantenir els paràmetres de salubritat de les piscines, evitant les zones mortes on els components de l'aigua es poden retenir per llargs períodes creant zones problemàtiques d'higiene a més de reduir l'eficiència hidràulica de les piscines (Alansari et al., 2018). També hi ha estudis on s'analitzen les grans pèrdues d'aigua durant el procés de rentat dels filtres, i com millorar-ho (Doménech-Sánchez et al., 2021; Wyczarska-Kokot, 2016). El poder recuperar l'aigua dels processos de rentat dels filtres, també afecta a l'eficiència (Chen et al., 2014; Poćwiardowski, 2023; Studziński et al., 2021; Wyczarska-Kokot & Lempart, 2018) i, les modelitzacions amb noves tecnologies de circuits hidrodinàmics i el disseny de les piscines també milloren l'eficiència (Dougha et al., 2018; Golbaz et al., 2019; Orlov et al., 2018; Zhang et al., 2018).

Respecte **el cicle energètic** de les piscines, el consum d'energia per a la calefacció de l'aigua, la climatització i la deshumidificació afecten a l'eficiència energètica i l'impacte ambiental de la piscina i, es pot utilitzar un sistema de calefacció d'alta eficiència, amb bombes de calor per afegir més sostenibilitat a les piscines, doncs una bomba de calor fa servir la calor de l'aire o aigua per transmetre-la, alhora, a l'element aire o aigua que s'està climatitzant (Chow et al., 2012). Altres investigacions analitzen models de simulació energètica tenint en compte l'activitat humana (E. T. Santos et al., 2013), i, investigacions en intel·ligència artificial calculen la demanda energètica (Mančić et al., 2014), altres es basen en l'energia tèrmica per a l'estalvi energètic i econòmic, amb mesures d'optimització (Marinopoulos & Katsifarakis, 2017).

Hi ha estudis centrats en l'estalvi energètic, per optimitzar el funcionament eficient de les piscines, a partir de la previsió del consum i l'estalvi d'energia (Delgado Marín et al., 2019), així com models computacionals i matemàtics que milloren el cicle energètic de les piscines (Calise et al., 2018; Lau et al., 2020; Limane et al., 2018; Marin & Garcia-Cuscales, 2020; O. Ø. Smedegård et al., 2021). En sintonia amb aquesta eficiència energètica, l'ús de fonts d'energia renovables, per climatitzar les piscines es analitza en la literatura (Delgado Marín et al., 2019; Ilgaz & Yumrutas, 2022; Lugo et al., 2019; Pérez-Carramiñana et al., 2022; Pop & Pop, 2018; Singh et al., 2020; Wache et al., 2020; Zhao et al., 2018).

La revisió de la literatura acadèmica s'ha realitzat amb les bases de dades Scopus i Web of Science (WoS). Scopus és una base de dades bibliogràfica produïda per Elsevier multidisciplinària

que conté informació sobre articles de revistes científiques, actes de conferències, llibres i capítols de llibres. És una de les bases de dades més grans i completes mundials quant a contingut científic, tècnic i mèdic, amb més de 75 milions de registres des del 1823 fins a l'actualitat. Scopus és àmpliament utilitzada per investigadors per identificar tendències i avaluar la investigació científica. Igualment, Web of Science (WoS) és una base de dades bibliogràfica multidisciplinària produïda per Clarivate Analytics. Conté informació sobre articles de revistes científiques, actes de conferències, llibres i capítols de llibres. És una de les bases de dades més importants en l'àmbit de la investigació científica i, inclou informació sobre articles de revistes d'alta qualitat, amb impacte al camp de la investigació i amb qualitat editorial.

La revisió de la literatura segueix el mètode bibliogràfic per a la recollida de la informació, processament i presentació de resultats (Codina, 2020; Lic. Reinaldo Rivera Oliva et al., 2010; Munn et al., 2018), i les fases del procés són les següents:

- Fase 1 (Identificació). Identificació de les fonts d'informació: En aquesta fase es van seleccionar 370 registres a treballar de Scopus. I, 262 documents de WoS amb els mateixos paràmetres de filtratge.
- Fase 2 (Revisió). En aquesta fase s'eliminen els registres duplicats, i mitjançant l'anàlisi de contingut segons el títol de l'article, les paraules clau, el nombre de cites i el resum s'arriba a 44 registres. Després s'afegeixen altres referències per metodologia Snowball (Agichtein & Gravano, 2000; Biernacki & Waldorf, 1981) i es passa a 53 articles per a la seva elegibilitat i classificació.
- Fase 3 (Elegibilitat). Es procedeix a analitzar el contingut complet i es fa una classificació en funció de la recerca del cicle de l'aigua i de l'energia, segons els reptes necessaris per una piscina eficient i sostenible en aquests recursos.

Els elements relacionats amb el **cicle de l'aigua** són els següents:

Evaporation (8 articles). L'evaporació a les piscines és un factor clau del balanç hídric. El càlcul depèn de la temperatura, la humitat relativa, la velocitat del vent, la radiació solar i la superfície de la piscina. Les millores poden incloure cobertes per reduir l'evaporació i ús de tecnologies de reciclatge i tractament d'aigua per minimitzar la pèrdua d'aigua.

Filtració (6 articles). La filtració i la recirculació de l'aigua en piscines són essencials per mantenir la qualitat de l'aigua i minimitzar el consum energètic. La millora de l'eficiència en aquests sistemes és important per estalviar energia i reduir costos. Les millores poden incloure la utilització de tecnologies de reciclatge i tractament d'aigua, la selecció adequada d'equips de filtració i l'optimització del sistema de filtració per minimitzar la pèrdua d'aigua fresca i reduir l'ús de productes químics. Una millora en l'eficiència també pot reduir la quantitat de temps i energia necessaris per mantenir la piscina neta i en bon estat.

Water reuse (2 articles). Un dels temes que s'han començat a desenvolupar durant l'època de pandèmia del COVID i que s'haurà d'analitzar en una futura línia de recerca relacionant-la amb el canvi climàtic i els escenaris futurs, millorant l'impacte mediambiental de les piscines, és la reutilització del aigua de les piscines per a altres fins, com el seu ús novament a la piscina, reg de jardins, WC, neteja,... és important per estalviar aigua i reduir l'impacte ambiental de les

piscines. Durant èpoques de sequera, la reutilització de l'aigua de les piscines pot ser decisiu per reduir la demanda d'aigua fresca.

Chemical / Disinfection (26 articles). El tema de la desinfecció i tractament químic de les piscines és complex i hi ha molts punts de vista i variables a considerar. Una possible línia de recerca per millorar l'impacte ambiental i la sostenibilitat de les piscines podria centrar-se en l'avaluació i la millora dels productes químics utilitzats per al tractament de l'aigua. També es podrien estudiar alternatives més ecològiques, com ara l'ús de sistemes d'ozó, ionització o filtres biològics. A més, es podria investigar l'optimització de l'ús dels productes químics per reduir-ne l'impacte ambiental i avaluar l'impacte dels residus químics al medi ambient. És per aquesta complexitat que aquest tema no està tractat en aquest article deixant-ho per a futures línies de recerca.

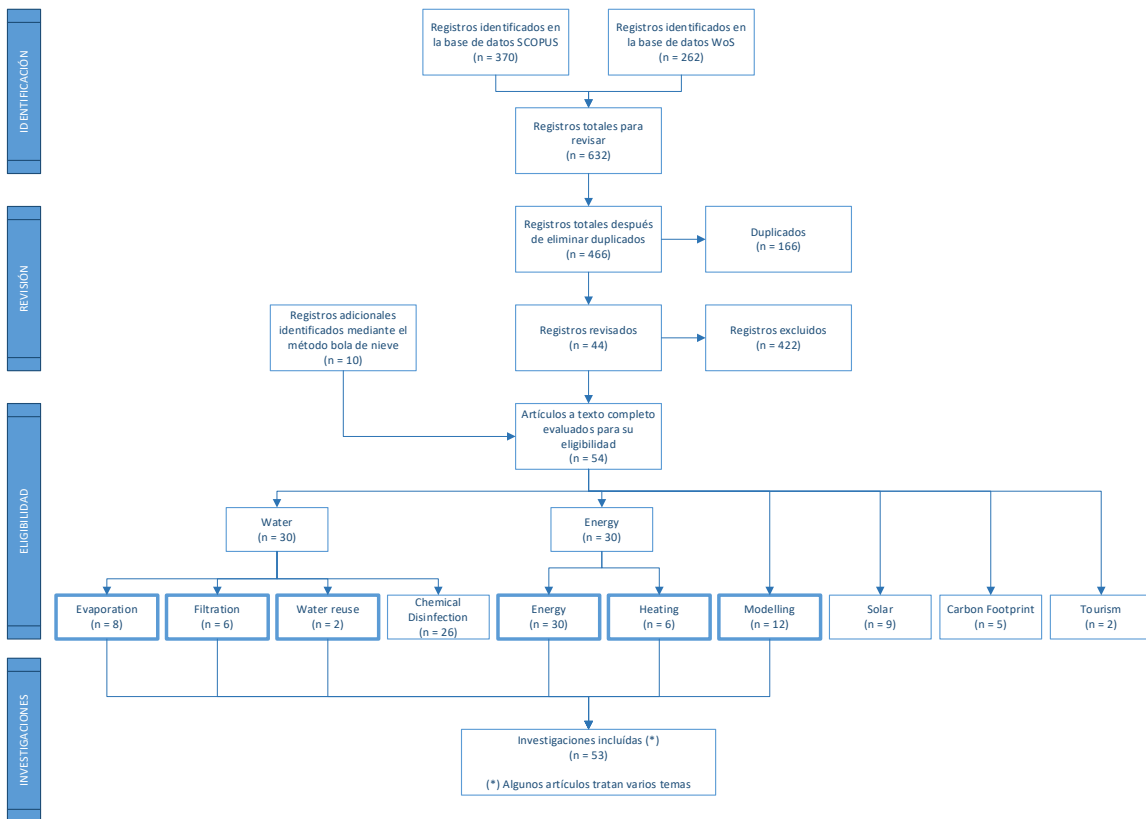
Els elements relacionats amb el **cicle de l'energia** són els següents:

Energy (30 articles). El balanç energètic de les piscines inclou el consum d'energia per a la calefacció de l'aigua i la climatització i la deshumidificació de l'edifici. Per millorar l'eficiència energètica i reduir l'impacte ambiental de les piscines, es poden implementar diverses mesures. Per exemple, es pot utilitzar un sistema de calefacció d'alta eficiència, com ara calderes de condensació, i sistemes de recuperació de calor. A més, es poden utilitzar cobertes solars per escalfar l'aigua de la piscina i reduir el consum d'energia. L'optimització dels sistemes de climatització i deshumidificació també és important, incloent-hi la selecció adequada d'equips i la programació del seu ús. Es poden implementar tecnologies d'energia renovable, com ara panells solars o geotèrmia, per reduir la demanda energètica de la piscina. En millorar el balanç energètic de les piscines, se'n pot reduir l'impacte mediambiental i augmentar-ne la sostenibilitat. La gestió global de la piscina com a sistema també és un tema important que cal tenir en compte en la millora del balanç energètic.

Heating (6 articles). Articles centrats en els sistemes de calefacció i climatització de la piscina i els seus espais per poder augmentar l'eficiència i reduir-ne el consum i l'impacte.

Modelling (12 articles). Hi ha diversos articles científics que proposen l'ús de simulació, modelatge amb elements finits, xarxes neuronals i noves tecnologies per millorar l'impacte mediambiental de les piscines. Per exemple, s'han fet servir models de simulació per optimitzar el disseny hidràulic dels sistemes de circulació de l'aigua i reduir-ne el consum energètic. A més, s'han utilitzat xarxes neuronals per predir el consum d'energia i reduir els costos associats a la climatització de les piscines. Altres tecnologies, com ara l'ús de sensors i sistemes de control, també han estat investigades per millorar l'eficiència energètica i reduir l'impacte mediambiental de les piscines.

A part d'aquests temes referits al balanç hídric i energètic de les piscines també es detecten 9 articles més relacionats amb sistemes solars per reduir el consum de recursos no renovables i millorar la sostenibilitat de la piscina i, 5 articles més relacionats amb la petjada de carboni i la relació entre el turisme i les piscines.



Il·lustració 1. Esquema de la revisió de la literatura (Font: Elaboració pròpia)

Finalment es seleccionen 53 articles, llistats a la Taula 2 segons els conceptes que es tracten a cada article. Cal tenir present que, tot i que, la suma d'articles per temàtica sumen 64 articles, hi ha diversos articles que tracten de diverses temàtiques, tal com reflecteix la Taula 2.

Títol	Autors	Cites	Any Publicació	Water			Energy		Modelling
				Evaporation	Filtration	Water reuse	Energy	Heating	
Optimal design of PCM thermal storage tank and its application for winter available open-air swimming pool	Li, Yantong et al.	55	2018				X		
Multi-objective optimization of a solar-assisted heat pump for swimming pool heating using genetic algorithm	Starke, Allan R et al.	31	2018				X		
Experimental validation of the numerical model of air, heat and moisture flow in an indoor swimming pool	Ciuman, Piotr et al.	26	2018				X	X	X
Energy consumption analysis of residential swimming pools for peak load shaving	Song, Chunhe et al.	25	2018				X		
Use of a predictive control to improve the energy efficiency in indoor swimming pools using solar thermal energy	Delgado Marín, J. P. et al.	22	2019				X		
Energy and Economic Analysis of Energy Savings Measures in a Swimming Pool Centre by Means of Dynamic Simulations	Calise, Francesco et al.	20	2018				X		
Experimental test for the estimation of the evaporation rate in indoor swimming pools: Validation of a new CFD-based simulation methodology	Foncubierta Blázquez, Juan Luis et al.	19	2018	X					X

Títol	Autors	Cites	Any Publicació	Water			Energy		Modelling
				Evaporation	Filtration	Water reuse	Energy	Heating	
Three-dimensional OpenFOAM simulation to evaluate the thermal comfort of occupants, indoor air quality and heat losses inside an indoor swimming pool	Limane, A et al.	19	2018					X	X
A multi-objective optimal design method for thermal energy storage systems with PCM: A case study for outdoor swimming pool heating application	Li, Yantong et al.	19	2020				X		
Feasibility study of a geothermal energy system for indoor swimming pool in Campi Flegrei area	Barbato, M et al.	16	2018				X		
An ANN-based optimization approach of building energy systems: Case study of swimming pool	Li, Yantong et al.	15	2020				X		
Energy and Water Consumption and Carbon Footprint in Tourist Pools Supplied by Desalination Plants: Case Study, the Canary Islands	Díaz Pérez, Francisco Javier et al.	14	2018				X		
Swimming Pool Evaporative Water Loss and Water Use in the Balearic Islands (Spain)	Hof, A et al.	13	2018	X					
Improved model for calculation of evaporation from water pools	Shah, Mirza Mohammed	13	2018	X					

Títol	Autors	Cites	Any Publicació	Water			Energy		Modelling
				Evaporation	Filtration	Water reuse	Energy	Heating	
Comparative study of carbon footprint of energy and water in hotels of Canary Islands regarding mainland Spain	Díaz Pérez, Francisco Javier et al.	12	2019				X		
Numerical simulation and experimental validation of an outdoor-swimming-pool solar heating system in warm climates	Lugo, S. et al.	11	2019				X		
Thermal performance prediction of outdoor swimming pools	Lovell, D. et al.	11	2019				X		
Heating energy-saving potentials in HVAC system of swimming halls: A review	Yuan, Xiaolei et al.	10	2021				X		
Swimming pool heating technology: A state-of-the-art review	Li, Yantong et al.	9	2021				X	X	
Improving Ventilation Efficiency for a Highly Energy Efficient Indoor Swimming Pool Using CFD Simulations	Rojas, G et al.	9	2018				X		
An innovative swimming pool water quality index (SPWQI) to monitor and evaluate the pools: design and compilation of computational model	Golbaz, Somayeh et al.	8	2019						X

Títol	Autors	Cites	Any Publicació	Water			Energy		Modelling
				Evaporation	Filtration	Water reuse	Energy	Heating	
THE INFLUENCE OF THE FILTRATION BED TYPE IN THE POOL WATER TREATMENT SYSTEM ON WASHINGS QUALITY	Wyczarska-Kokot, J et al.	8	2019		X				
HVAC SYSTEM ENERGY OPTIMIZATION IN INDOOR SWIMMING POOLS	Ribeiro, E et al.	8	2019				X		
Dynamic simulation model and empirical validation for estimating thermal energy demand in indoor swimming pools	Marin, J P D et al.	7	2020				X		X
A numerical study on various heating options applied to swimming pool for energy saving	Jordaan, Matthys et al.	7	2019				X		
The Use of a Heat Pump in a Ventilation Unit as an Economical and Ecological Source of Heat for the Ventilation System of an Indoor Swimming Pool Facility	Ratajczak, K et al.	7	2020					X	
Economic feasibility of heating source conversion of the swimming pools	Al-Falahat, Ala'a et al.	7	2022				X		
A quantitative analysis of swimming pool recirculation system efficiency	Alansari, Amir et al.	6	2018		X				

Títol	Autors	Cites	Any Publicació	Water			Energy		Modelling
				Evaporation	Filtration	Water reuse	Energy	Heating	
Systematic and data-driven literature review of the energy and indoor environmental performance of swimming facilities	Smedegård, Ole Øiene et al.	5	2021				X		
Computational fluid dynamics analysis of the hydraulic (filtration) efficiency of a residential swimming pool	Zhang, J. et al.	4	2018		X				X
Numerical Analysis of the Energy Consumption of Ventilation Processes in the School Swimming Pool	Ciuman, Piotr et al.	4	2021				X		
Enhanced CFD-based approach to calculate the evaporation rate in swimming pools	Gallero, F.J.G. et al.	3	2020	X					X
Mathematical modelling of water exchange in public swimming pools	Orlov, Vladimir et al.	3	2018						X
Assessment of factors influencing the energy and water performance of aquatic centres	Duverge, Jean Jonathan et al.	3	2020				X		
Design and fabrication of an intelligent management and control system to optimize energy consumption in indoor swimming pools	Mahmoudi, Rahim et al.	3	2021				X		
Application of the swimming pool backwash water recovery system with the use of filter tubes	Studziński, Waldemar et al.	3	2021		X				

Títol	Autors	Cites	Any Publicació	Water			Energy		Modelling
				Evaporation	Filtration	Water reuse	Energy	Heating	
Evaluation of methods for prediction of evaporation from water pools	Shah, Mirza Mohammed	3	2022	X					
Socio-technical modelling of smart energy systems: a co-simulation design for domestic energy demand	Barsanti, Matteo et al.	2	2021				X		
Water loss in swimming pool filter backwashing processes in the Balearic Islands (Spain)	Doménech-Sánchez, Antonio et al.	2	2021		X				
Introduction: Energy Systems Modelling for a Sustainable World	Labriet, Maryse	1	2018				X		
Modelling and optimization of the heat pump system for the usage of swimming pool	Lau, M.J. et al.	1	2020						X
Measurement and Analysis of Evaporation in Indoor Swimming Pools: Comparison with the ASHRAE' s Activity Factor	Smedegård, Ole Øiene et al.	1	2022	X					
Optimal heating of an indoor swimming pool	Wolfmayr, Monika	0	2020				X	X	
Reuse - Reduce - Recycle: water and wastewater management in swimming pool facilities	Wyczarska-Kokot, J et al.	0	2022		X	X			

Títol	Autors	Cites	Any Publicació	Water			Energy		Modelling
				Evaporation	Filtration	Water reuse	Energy	Heating	
Experimental adjustment of the turbulent Schmidt number to model the evaporation rate of swimming pools in CFD programmes	Foncubierta Blázquez, Juan Luis et al.	0	2023	X					X
Effect of air parameters, water temperature, and number of pool occupants on moisture gains	Garnysz-Rachtan, A. et al.	0	2018					X	
Analysis of numerical simulation of the hydrodynamics in swimming pools, in terms of water quality	Dougha, Mostefa et al.	0	2018						X
SPOOLS: SUSTAINABLE POOLS – MAIN DEVELOPMENTS OF THE PROJECT	Oliveira, Miguel José et al.	0	2018				X		
Sensitivity analysis of an outdoor swimming pool under dynamic conditions ScienceDirect 2nd International Conference on Sustainable Materials Processing and Manufacturing Sensitivity analysis of an outdoor swimming pool under dynamic conditions	Bernhard, Maïté et al.	0	2019				X		
A Methodology of Energy Optimization in Indoor Swimming Pool	Natali, Alessia et al.	0	2020				X		

Títol	Autors	Cites	Any Publicació	Water			Energy		Modelling
				Evaporation	Filtration	Water reuse	Energy	Heating	
Intelligent water treatment management system for swimming pools	Vologdin, S.V. et al.	0	2021						X
The potential of swimming pool rinsing water for irrigation of green areas: a case study	Poćwiardowski, W.	0	2023			X			
Further development and verification of the model for evaporation from pools	Shah, Mirza Mohammed	0	2023	X					

Taula 2 - Llistat dels articles seleccionats per temàtica i conceptes

La revisió de la literatura avala que la **indústria hotelera** es preocupa especialment dels aspectes de sostenibilitat que afecten al sector turístic, posant en relleu dos indicadors fonamentals a nivell de aigua i energia (Díaz Pérez et al., 2019; Giama et al., 2018; Lam & Chan, 2001; Yoon et al., 2022), com indicadors que són prioritaris en la indústria hotelera i que també precisen de transparència per la demanda que en fan els grups d'interès (Sakshi et al., 2020; Soifer et al., 2021; Velázquez Castro & Flores Barrera, 2017). La seva comunicació interessa als grups d'interès per avaluar i triar diversos productes i serveis, doncs una bona gestió ambiental, a nivell d'aigua i energia és un diferencial en el sector hotelier (Alvarez-Ferrer et al., 2018) i, a nivell de petjada d'aigua i d'energia la transparència és decisiva (Lenzen et al., 2018). Així doncs, la indústria turística és un motor molt important de l'economia global i té un gran impacte en el medi ambient, amb un fort creixement tant en termes econòmics com a nivell d'impacte ambiental (Gössling & Peeters, 2015).

Espanya està entre els cinc primers països en rebre turistes, en concret, al 2019 va rebre 82 milions de turistes internacionals el 2019 i ocupa el primer lloc en el rànquing elaborat pel Fòrum Econòmic Mundial el 2019. El clima impacta en el sector turístic d' Espanya (Hein et al., 2009) i, el turisme té un important impacte ambiental (Puig et al., 2017; Scott et al., 2012), d'altra banda, els hotels costaners de la conca mediterrània, especialment vulnerable als efectes del canvi climàtic, precisen canvis en el sector hotelier destacats (Dinarès & Saurí, 2015; Torres-Bagur et al., 2019). En concret, a Catalunya, un estudi sobre la petjada de carboni de l'activitat turística a Barcelona al 2019, amb més de 9 milions de visitants el 2018, especifica que la petjada derivada de l'arribada i sortida de turistes, dels creuers, d'activitats d'oci, de transports, suposen una gran petjada digne de grans reptes ambientals de la ciutat, del sector i de les zones costaneres (Rico et al., 2019). Cal tenir present que, les zones costaneres són de gran estrès turístic i, juntament amb el canvi climàtic, els seus efectes afronten greus problemes d'escassetat d'aigua (Dinarès & Saurí, 2015; Gabarda-Mallorquí et al., 2017, 2018; Gössling, 2015; Kasim et al., 2014; Mendoza et al., 2023; Tirado et al., 2019). En concret, els responsables de la gestió dels establiments d'allotjament turístic han de ser conscients dels riscos del canvi climàtic i implementar estratègies clares en aquest sentit per fer més resilient el sector. Més concretament, l'estrès hídric és un repte ambiental important per a molts hotels i les bones pràctiques de gestió de l'aigua són una necessitat prioritària (Styles et al., 2015; Torres-Bagur et al., 2019). D'altra banda, la intensificació de les sequeres, cada cop més freqüents a causa del canvi climàtic, genera inquietuds en el sector turístic, juntament amb accions i actuacions, que també generen noves normatives per controlar els efectes de la sequera (Dinarès & Saurí, 2015; ORDRE EMT/265/2023, de 30 de novembre, per la qual s'aproven les bases reguladores que han de regir la convocatòria d'ajuts a projectes destinats a reduir el consum d'aigua mitjançant la reutilització i l'estalvi per part dels establiments que prestin serveis d'allotjament turístic., 2023).

Hi ha diverses investigacions en el cas del consum d'aigua, com a indicador ambiental prioritari, juntament amb l'indicador de l'energia, a nivell de cost i estalvi, en diferents moments del temps (Dinarès & Saurí, 2015; Gabarda-Mallorquí et al., 2018; Mendoza et al., 2023; Styles et al., 2015; Tirado et al., 2019; Torres-Bagur et al., 2019; Yoon et al., 2022), amb afectes en els marges a nivell d'economies d'escala (Aznar, Sayeras, et al., 2016). Altres investigacions referents al sector hotelier, són referides a les certificacions ambientals i a les accions dels governs per regular i conscienciar a les empreses turístiques en benefici del medi ambient (Bagur-Femenias et al., 2016). Destacar que en el sector turístic els indicadors d'impacte ambiental més analitzats són

els referents al consum d'energia i aigua amb impacte en els costos d'explotació de les empreses (Díaz Pérez et al., 2019; Ricaurte & Jagarajan, 2020; Yoon et al., 2022).

La revisió bibliogràfica centrada en els aspectes que influeixen en la sostenibilitat del sector hotelier es categoritza en diversos camps temàtics (petjada de carboni; canvi climàtic; energia; impacte ambiental; sostenibilitat del sector hotelier; turisme sostenible; aigua i informes de sostenibilitat) que posen en valor les pràctiques sostenibles al sector hotelier, i es focalitzaven per ordre d'importància en aigua, energia i petjada de carboni.

El sector turístic té un impacte en el medi ambient (Della Volpi & Paulino, 2018; Deyà Tortella & Tirado, 2011; Iraldo & Nucci, 2016; Scott et al., 2012) i és imprescindible garantir un turisme més sostenible (Hunter, 2002; Puig et al., 2017). A més a més, la gestió de l'aigua en els hotels és decisiva per millorar el seu desenvolupament sostenible (Pešić & Jakovljević, 2020; Torregrosa et al., 2010), especialment en destinacions costaneres caracteritzades per fluctuacions estacionals pronunciades i amb un estrès hídric important (Gabarda-Mallorquí et al., 2017, 2018; Kiper V. O. et al., 2022; Mendoza et al., 2023; Rico-Amoros et al., 2013; Vila et al., 2018; Yoon et al., 2022).

La gestió de l'aigua més eficient permet aprofitar les economies d'escala (Cruz-Pérez et al., 2022; Gabarda-Mallorquí et al., 2017; Mendoza et al., 2023), però en el cas de la Costa Brava no hi ha estudis específics al respecte focalitzats en indicadors ambientals d'aigua i d'energia. En conseqüència, hi ha una necessitat d'avançar en recerca en el sector hotelier de zones costaneres, com ara, la Costa Brava, posant el punt de mira en l'energia i l'aigua pels impactes ambientals que suposen en el context del canvi climàtic i, especialment en un dels seus principals actius que són les piscines (Puig et al., 2017; Torres-Bagur et al., 2019). Val a dir, que en zones costaneres, el consum d'aigua, quan hi ha escassetat d'aigua, s'ha de gestionar amb una gran precisió (Cruz-Pérez et al., 2022; Deyà Tortella & Tirado, 2011; Gabarda-Mallorquí et al., 2017; Kiper V. O. et al., 2022), però no es pot subestimar la contribució destacada del turisme al PIB nacional (World Travel & Tourism Council, 2020). Igualment important és la gestió de l'energia i seva influència en la petjada de carboni (Lenzen et al., 2018), així doncs, la important demanda d'aigua i energia que genera el turisme s'ha de gestionar amb voluntat d'atenuar els efectes en el canvi climàtic (Mak & Chang, 2019; Rosselló-Nadal, 2014; Scott et al., 2012; Styles et al., 2015).

Hi ha estudis acadèmics referits a la regió mediterrània relacionant turisme i impacte ambiental (Hein et al., 2009; Scott et al., 2012). Una mètrica utilitzada és la petjada de carboni, per quantificar el canvi climàtic (Lenzen et al., 2018; Puig et al., 2017; Rosselló-Nadal, 2014), que s'estén a les piscines dels hotels (Rico et al., 2019; Y. Y. Sun et al., 2020), per millorar en sostenibilitat (Amengual et al., 2014; Morote et al., 2017; Saurí et al., 2013; Smerecnik & Andersen, 2011; Torres-Bagur et al., 2019).

Cal tenir present que les **piscines** consumeixen aproximadament entre un 10-25% de l'aigua d'un hotel (Antakyah et al., 2008; Gössling, 2001; Styles et al., 2013), cosa que subratlla la importància de prendre mesures per un ús més eficient d'aquests recursos hídrics (Gössling, 2015; Mendoza et al., 2023; Page et al., 2014; Yoon et al., 2022). Un àmbit d'especial preocupació és la captació d'aigua urbana per piscines d'hotels, en zones costaneres de la Mediterrània (Mendoza et al., 2023; Morote et al., 2017; Yoon et al., 2022).

Estudis recents promouen investigar l'equilibri entre les activitats turístiques i les seves repercussions ambientals, especialment relacionades amb el consum d'aigua (Kiper V. O. et al., 2022; Pan et al., 2018; Rico-Amoros et al., 2013; Torregrosa et al., 2010). La petjada hídrica de les piscines s'ha de conèixer (Gallion et al., 2014; Mendoza et al., 2023) i també el seu consum energètic (Forrest & Williams, 2010; Rana et al., 2020; Y. Y. Sun et al., 2020). La petjada de carboni de les piscines evidencia la necessitat de reduir les emissions per la seva supervivència (Gössling et al., 2002; Hof & Schmitt, 2011; Page et al., 2014; Puig et al., 2017; Rico et al., 2019; Y. Y. Sun et al., 2020; Tao & Huang, 2014), per potenciar un turisme més conscient a nivell ambiental (Schaltegger et al., 2019).

Els estudis que posen de manifest la crisi en la qualitat i quantitat de subministrament d'aigua per l'impacte turístic especialment a la costa (Gabarda-Mallorquí et al., 2017; Kasim et al., 2014; Kiper V. O. et al., 2022; Rico et al., 2020; Stylos & Vassiliadis, 2015), assenyalen que l'estrès hídric és un repte ambiental important pels hotels i les piscines (Kiper V. O. et al., 2022; Rico-Amoros et al., 2013; Styles et al., 2015), i que amb la intensificació de les sequeres, pel canvi climàtic, el sector turístic haurà de fer replantejaments alineats amb les directives de govern davant aquesta situació (Díaz Pérez et al., 2019; Dinarès & Saurí, 2015; Hein et al., 2009; Rosselló-Nadal, 2014; Saurí et al., 2013; Scott, 2021; Scott et al., 2012; Torres-Bagur et al., 2019).

Estudis que analitzen el consum d'aigua i energia en el sector turístic, especialment en relació a la seva petjada de carboni posen en evidència la preocupació per la innovació verda (Díaz Pérez et al., 2018; Ricaurte & Jagarajan, 2021; Song et al., 2018; Yoon et al., 2022). En concret, el sector hotelier de la Costa Brava pretén una innovació verda, per minvar la seva petjada ambiental (Gabarda-Mallorquí et al., 2017; Mendoza et al., 2023; Vila et al., 2018), com altres estudis de reptes davant el canvi climàtic (Mak & Chang, 2019; Scott et al., 2012).

La **pandèmia** va accentuar la necessitat d'un turisme més sostenible (Gössling et al., 2020; Romano Spica et al., 2020), amb normatives imposades a les instal·lacions d'hotels i piscines, cosa que va impulsar un canvi de paradigma, alineat amb els ODS de l'Agenda 2030 (Romano Spica et al., 2020). El canvi climàtic també accentua noves tendències en el sector turístic i les seves piscines, especialment a la costa, amb reptes per estalviar aigua i energia per impactar menys en el medi ambient (Calise et al., 2018; Delgado Marín et al., 2019; Lau et al., 2020; Limane et al., 2018; Marin & Garcia-Cuscales, 2020; O. Ø. Smedegård et al., 2021). Amb innovacions sostenibles com les fonts d'energia renovables (energia solar) per a la calefacció de piscines per exemple (Delgado Marín et al., 2019; Ilgaz & Yumrutas, 2022; Lugo et al., 2019; Pérez-Carramiñana et al., 2022; Pop & Pop, 2018; Singh et al., 2020; Wache et al., 2020; Zhao et al., 2018).

La sostenibilitat de les piscines és un tema decisiu i es correlaciona amb el canvi climàtic de manera que és imperatiu innovar en piscines més eficients en l'ús de recursos limitats com l'aigua i l'energia (Gallion et al., 2014; Marinopoulos & Katsifarakis, 2017). La investigació en aquest camp avança, ja que, la pandèmia, el canvi climàtic i la revolució tecnològica estan canviant els sistemes de gestió de les organitzacions (Doménech-Sánchez et al., 2021; Li et al., 2021; Mancic et al., 2018; Marinopoulos & Katsifarakis, 2017; Mellou et al., 2022). Aquesta revisió de la literatura ressalta la gestió sostenible de les piscines, enfocant-se a l'estrès hídric,

l'estrès energètic i, la legislació aplicable (Generalitat de Catalunya, 2000a, 2000b, 2001; Ministerio de Sanidad, 2013), com avalen els decrets de sequera (Generalitat de Catalunya, 2024; Generalitat de Catalunya (Agència Catalana de l'Aigua), 2024). Cal destacar que, la literatura assenyala que el canvi climàtic impulsa noves investigacions per millorar contínuament les piscines davant d'aquests nous escenaris (Lugo et al., 2019; Pérez-Carramiñana et al., 2022). Cal ressaltar, a més, que, degut a la pandèmia i al canvi climàtic, és fonamental avançar cap a piscines més sostenibles, a nivell hídric i energètic en àrees turístiques com la Costa Brava, pel seu elevat estrès hídric i energètic (Mendoza et al., 2023; Morote et al., 2017; Villar-Navascués & Pérez-Morales, 2018). D'altra banda, aquesta revisió aborda la preocupació del sector hotelier davant dels canvis tecnològics i de comportament, davant de la legislació governamental per controlar i mitigar els efectes de la sequera (Bagur-Femenias et al., 2016; Floričić, 2020; Khatter et al., 2019; Kular, 2014; Lam & Chan, 2001; Puig et al., 2017; R. Sun & Gao, 2012).

Un problema significatiu a la zona analitzada és l'evaporació de l'aigua (Hof et al., 2018; Uzunlar & Dis, 2024), i un altre és l'estrès energètic derivat de l'accés i l'alt cost de l'energia per les condicions geopolítiques (Pérez-Carramiñana et al., 2022). Es fa èmfasi que l'energia verda i renovable no suposa una petjada de carboni, a diferència d'altres alternatives energètiques (Gómez Martínez & Pérez Martín, 2023; Kular, 2014; Lenzen et al., 2018; Rico et al., 2019).

El sector turístic objecte d'estudi, en zones de clima mediterrani, mostra una sensibilitat creixent cap a la sostenibilitat ambiental i cerca innovar a l'operativa de les piscines dels establiments hotelers per respectar el balanç hídric i energètic (Legrand & Dubrocard, 2019; María del Rosario et al., 2017; Mendoza et al., 2023). La Costa Brava i el sector turístic català són grans consumidors d'aigua i energia i busquen l'eficiència en l'ús d'aquests recursos (Forrest & Williams, 2010; Gössling, 2015; Page et al., 2014).

Durant èpoques de sequera, com la que s'està vivint, la inquietud al sector hotelier augmenta, i la voluntat del sector és mitigar els efectes de la sequera, en sintonia amb les regulacions governamentals (Generalitat de Catalunya, 2024). Per atacar els problemes derivats del balanç hídric de les piscines i l'evaporació de l'aigua (amb una alta taxa d'evaporació pel canvi climàtic), s'apliquen models de simulació per predir la quantitat d'aigua perduda per evaporació com a paràmetre ambiental clau (Hof et al., 2018; Linacre, 1977; Meyer, 1915; Penman, 1948; Shah, 2018, 2022, 2023; Smith et al., 1999; Uzunlar & Dis, 2024).

Una altra mesura que millora el consum d'energia i aigua és la recol·lecció d'aigües pluvials (Marinopoulos & Katsifarakis, 2017). Pel que fa al disseny de la piscina també influeix en l'estrès hídric i energètic, i hi ha estudis que simulen l'evaporació, considerant variables de temperatura de l'aigua, humitat relativa i ocupació de la piscina (Cloteaux et al., 2013; Dougha et al., 2018; Golbaz et al., 2019; Orlov et al., 2018; Zhang et al., 2018). Així doncs, els desafiaments hídrics i energètics de les piscines estan sent cada cop més valorats (Mak & Chang, 2019; Mendoza et al., 2023; Scott et al., 2012). En concret, investigacions a nivell energètic se centren en la filtració durant la recirculació i la desinfecció per a la salubritat de la piscina; altres es refereixen a l'estrès hídric en el procés de rentat dels filtres i la recuperació de l'aigua, amb tecnologies que simulen l'evaporació, utilitzant diverses variables, com ara temperatura, humitat relativa, ocupació i altres paràmetres (Aldarabseh & Merati, 2022; Ciuman & Lipska, 2018; Foncubierta Blázquez et

al., 2018, 2023; Gallero et al., 2020; Liew et al., 2018; Shah, 2022, 2023; O. O. Smedegård et al., 2022). Les investigacions relacionades amb la filtració durant la recirculació i la desinfecció per garantir la salubritat de les piscines (Alansari et al., 2018), i els estudis de l'estrès hídric en el procés de neteja dels filtres (Doménech-Sánchez et al., 2021; Wyczarska-Kokot & Dudziak, 2022; Wyczarska-Kokot & Lempart, 2019) i la recuperació de l'aigua (Chen et al., 2014; Poćwiardowski, 2023; Studziński et al., 2021; Wyczarska-Kokot & Lempart, 2018), són de gran transcendència a l'estudi que es presenta. Pel que fa a l'estrès energètic, l'escalfament de l'aigua és un gran desafiament, ja que la climatització i la deshumidificació comporten una important despesa energètica (Al-Falahat et al., 2022; Ilgaz & Yumrutas, 2022; Pérez-Carramiñana et al., 2022; Ribeiro et al., 2019). Per millorar aquesta despesa, una calefacció eficient amb bombes de calor adequades és essencial (Chow et al., 2012; Xu et al., 2022). Per això, hi ha models de simulació energètica que busquen millorar l'eficiència energètica de les piscines (Mančić et al., 2021, 2014; Marinopoulos & Katsifarakis, 2017; E. T. Santos et al., 2013). Concretament, l'estrès energètic impulsa estudis d'optimització eficient mitjançant la previsió del consum i l'estalvi d'energia, així com la millora del cicle energètic de les piscines (Calise et al., 2018; Delgado Marín et al., 2019; Lau et al., 2020; Limane et al., 2018; Marin & Garcia-Cuscales, 2020; O. Ø. Smedegård et al., 2021). Pel que fa a l'ús d'energia renovable, com la solar per escalfar les piscines, hi ha estudis que busquen assolir un equilibri energètic entre totes les alternatives (Delgado Marín et al., 2019; Gómez Martínez & Pérez Martín, 2023; Ilgaz & Yumrutas, 2022; Lugo et al., 2019; Pérez-Carramiñana et al., 2022; Pop & Pop, 2018; Singh et al., 2020; Wache et al., 2020; Zhao et al., 2018).

Cal destacar que la literatura recull models descriptius hídrics i energètics (Delgado Marín et al., 2019; Mančić et al., 2014; Orlov et al., 2018), que han contribuït a considerar els models descriptius que presenta la investigació objecte d'estudi.

Així doncs, els temes que preocupen en la literatura a nivell d'estrès hídric són l'evaporació (Aldarabseh & Merati, 2022; Foncubierta Blázquez et al., 2018, 2023; Gallero et al., 2020; Hof et al., 2018; Liew et al., 2018; Linacre, 1977; Mančić et al., 2021; Penman, 1948; Shah, 2018, 2022, 2023; O. O. Smedegård et al., 2022; Smith et al., 1999), el contrarrentat de filtracions (Doménech-Sánchez et al., 2021; Studziński et al., 2021; Wyczarska-Kokot & Lempart, 2018, 2019; Zhang et al., 2018) i la reutilització de l'aigua i la desinfecció (Poćwiardowski, 2023; Wyczarska-Kokot & Dudziak, 2022; Wyczarska-Kokot & Lempart, 2018). Pel que fa a l'estrès energètic, la literatura es basa en el consum i el cost energètic (Calise et al., 2018; Delgado Marín et al., 2019; Gallion et al., 2014; Mancic et al., 2018; Marinopoulos & Katsifarakis, 2017; Ribeiro et al., 2019; O. Ø. Smedegård et al., 2021), la calefacció (Al-Falahat et al., 2022; Ilgaz & Yumrutas, 2022; Li et al., 2021; Xu et al., 2022), els models de simulació i tecnologia aplicable (Calise et al., 2018; Douha et al., 2018; Foncubierta Blázquez et al., 2018; Lugo et al., 2019; Mančić et al., 2014; Marin & Garcia-Cuscales, 2020; Orlov et al., 2018), els sistemes solars per reduir el consum (Gómez Martínez & Pérez Martín, 2023; Lugo et al., 2019; Pérez-Carramiñana et al., 2022; Pop & Pop, 2018; Singh et al., 2020; Wache et al., 2020; Zhao et al., 2018) i la petjada de carboni (Díaz Pérez et al., 2019; Gallion et al., 2014; Puig et al., 2017; Rico et al., 2019).

En la revisió de la literatura destaquen dos impactes significatius en l'àmbit de les piscines des de la perspectiva de l'estrès hídric i energètic: **la petjada de carboni**, relacionada amb l'impacte ambiental i el canvi climàtic, i els **nous models de negoci** del sector hotel·ler, a nivell social, per a

un turisme més sostenible amb unes piscines més sostenibles (Krstinić Nižić et al., 2017; Perales Viscasillas, 2023; Redondo Alamillos & de Mariz, 2022; Sakshi et al., 2020; E. Santos et al., 2022).

El consum eficient d'energia i aigua a les **piscines** és un repte per aconseguir piscines més eficients i sostenibles, de manera que els consums d'energia i aigua s'han d'optimitzar per aconseguir piscines sostenibles. També cal optimitzar el dimensionament i el disseny de les piscines, així com el seu funcionament, per la reducció de l'impacte ambiental, en petjada hídrica, emissions de CO₂, consum d'energia no renovable i ús de productes químics.

3. MARC NORMATIU I LEGISLATIU EUROPEU

La revisió de la literatura jurídica en l'àmbit de la sostenibilitat contempla, l'Agenda 2030 de Nacions Unides, el Pacte Verd Europeu de 2019, que suposa transposicions en l'ordenament jurídic espanyol, com ara, la Llei 9/2020, del 16 de desembre, per la qual es modifica la Llei 1/2005, de 9 de març, per la qual es regula el règim del comerç de drets d'emissió de gasos d'efecte hivernacle, per intensificar les reduccions de emissions de manera eficaç en relació amb els costos. Aquesta llei té com a objectiu intensificar les reduccions d'emissions de gasos d'efecte hivernacle de forma eficient gràcies a les modificacions en la legislació existent sobre el comerç de drets d'emissió, amb mesures per optimitzar el sistema i promoure una disminució efectiva de les emissions, impulsant l'adopció de tecnologies i pràctiques sostenibles per aconseguir els objectius.

Una altre llei destacada és la Llei 7/2021, del 20 de maig, de canvi climàtic i transició energètica, que preveu els objectius mínims nacionals per l'any 2030 destinats a la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle, energies renovables i eficiència energètica. Aquesta llei presta especial atenció, també a les finances sostenibles, focus la nova Directiva CSRD.

Un altre llei és la Llei 7/2022, del 8 d'abril, de residus i sòls contaminats per a una economia circular, que estableix un marc legal per a la gestió sostenible dels residus i la rehabilitació dels sòls contaminats. Aquesta promou la prevenció, la reutilització, el reciclatge i la valorització dels residus, així com la transició cap a models econòmics més circulars.

Respecte la Llei 18/2022, del 28 de setembre, de creació i creixement d'empreses. Aquesta llei té per objecte la millora del clima de negocis impulsant la creació i el creixement empresarial mitjançant l'adopció de mesures per agilitzar la creació d'empreses; la millora de la regulació i eliminació d'obstacles pel desenvolupament d'activitats econòmiques; la reducció de la morositat i la millora de l'accés al finançament.

A nivell europeu l'any 2022 és clau per a l'establiment d'un marc normatiu i legislatiu comú a nivell europeu en matèria de sostenibilitat. Aquest marc busca normalitzar els informes de sostenibilitat de les empreses europees per millorar la qualitat i comparabilitat de la informació, per promoure la rendició de comptes i la transparència. L'objectiu final d'aquest marc normatiu i legislatiu comú és millorar la qualitat de la informació en matèria de sostenibilitat amb el menor cost possible, facilitant la comparació entre empreses i sectors. A més transparència en les pràctiques empresarials relacionades amb la sostenibilitat en la Comunitat Europea. Els dos fonaments han estat la Directiva sobre Informació en matèria de Sostenibilitat Corporativa, coneguda com la Directiva CSRD, i també l'aprovació de l'esborrany del primer grup de Normes Europees d'Informació Corporativa en matèria de sostenibilitat (ESRS de l'anglès European Sustainability Reporting Standards) elaborades per l'EFRAG (European Financial Reporting Advisory Group).

La nova Directiva (UE) 2022/2464 sobre Informació en matèria de Sostenibilitat Corporativa, va ser publicada el 14 de desembre de 2022 i modificava el Reglament (UE) nº. 527/2014, la Directiva 2004/109/CE, la Directiva 2006/43/CE i la Directiva 2013/34/UE, pel que respecta a la presentació d'informació sobre sostenibilitat per part de les empreses.

La Directiva introdueix obligacions detallades sobre l'impacte de les empreses al medi ambient, els drets humans i l'àmbit social. Revisa els requisits de divulgació de la informació no financera, ara anomenats informació sobre sostenibilitat, doncs el terme "no financier" és inexacte perquè implica que aquesta informació en qüestió no té rellevància financera. I, es tracta d'una informació lligada amb la informació financera. La normativa amplia l'àmbit d'aplicació dels requisits de presentació d'informació sobre sostenibilitat; obliga a adoptar un enfocament de doble materialitat, cap a dins i cap en fora de l'empresa, tant passada com futura, dirigint els fluxos informatius cap a un ampli ventall de parts interessades: els inversors, la societat civil, els empleats i els seus representants, els clients, els socis comercials,...I també presta especial atenció a les cadenes de valor. És una informació molt més detallada que han de presentar les empreses a l'informe de gestió i s'ha de verificar.

Un cop es completin les transposicions nacionals, l'aplicació del nou marc normatiu a totes les empreses d'aquests països europeus han de complir els requisits i estàndards establerts per aquesta nova legislació de forma comuna i unificada, amb coherència, comparabilitat i més transparència (Györi & Szigeti, 2023; Losada & Martinez, 2023; Makarenko & Makarenko, 2023; Perales Viscasillas, 2023; Redondo Alamillos & de Mariz, 2022; Zdolšek, 2023).

El calendari d'aplicació de la nova Directiva CSRD comença a partir de l'1 de gener de 2024 per les empreses que ja estaven dintre de la Directiva 2014/95/UE sobre la divulgació de la informació no financera i informació sobre la diversitat, Directiva NFRD (Non-Financial Reporting Directive), per empreses de més de 500 persones empleades, i que han de presentar els seus informes el 2025. Segueix a partir del 1 de gener de 2025 per a grans empreses no subjectes en l'actualitat per la Directiva NFRD, és a dir, empreses amb més de 250 empleats i/o amb una facturació de 40 milions d'euros i/o 20 milions en actius totals. A més també afecta a les societats matrius d'un grup gran que compleixin com a mínim dos dels tres criteris anteriors, presentant els seus informes el 2026. I, a partir de l'1 de gener de 2026 afecta a les Pimes que cotitzen, amb possibilitat d'exempció fins el 2028, així com per les entitats de crèdit petites i no complexes i per a les empreses d'assegurances, que han de presentar els seus informes el 2027.

Respecte les Normes europees d'informació corporativa sobre sostenibilitat, ESRS (European Sustainability Reporting Standards), segons la Directiva CSRD (UE) 2022/2464 del Parlament Europeu juntament amb l'esborrany de les normes europees ESRS, s'ordena la presentació d'informació sobre sostenibilitat per part de les empreses, amb una transformació en la dinàmica operativa de les corporacions dins del marc europeu.

Aquest nou marc legislatiu, que exigeix una rendició de comptes i transparència més elevades en termes de sostenibilitat, implica una considerable adaptació per part de les empreses, tant a nivell de gestió interna com de comunicació externa.

Les ESRS son 12 Normes Europees d'Informació sobre Sostenibilitat independent del sector, estructurades en 2 normes transversals amb un total de 12 indicadors (ESRS 1: Requisits generals; ESRS 2: Divulgacions generals); 5 normes de Medi ambient amb un total de 32 indicadors (ESRS E1: Canvi Climàtic; ESRS E2: Contaminació; ESRS E3: Recursos hídrics i marins; ESRS E4: Biodiversitat i ecosistema i ESRS E5: Us dels recursos i economia circular); 5 normes de caràcter Social amb un total també de 32 indicadors (ESRS S1: Personal propi; ESRS S2: Personal

de la cadena de valor; ESRS S3: Comunitats afectades; ESRS S4: Consumidors i usuaris finals) i 1 norma de Govern Corporatiu amb 6 indicadors (ESRS G1: Conducta empresarial).

La Directiva CSRD i les 12 normes ESRS representen un desafiament important per a les empreses en termes dedicació de recursos per l'adaptació corporativa, i implica ajustar els processos interns, els sistemes de recopilació de dades i els informes existents. Per tant, les empreses que ja han estat adoptant polítiques ESG (mediambientals, socials i de govern corporatiu) en la seva estructura operativa tenen una posició avantatjada per portar a terme l'adaptació, en recursos i esforços.

SEGONA PART – METODOLOGIA / PART EMPÍRICA

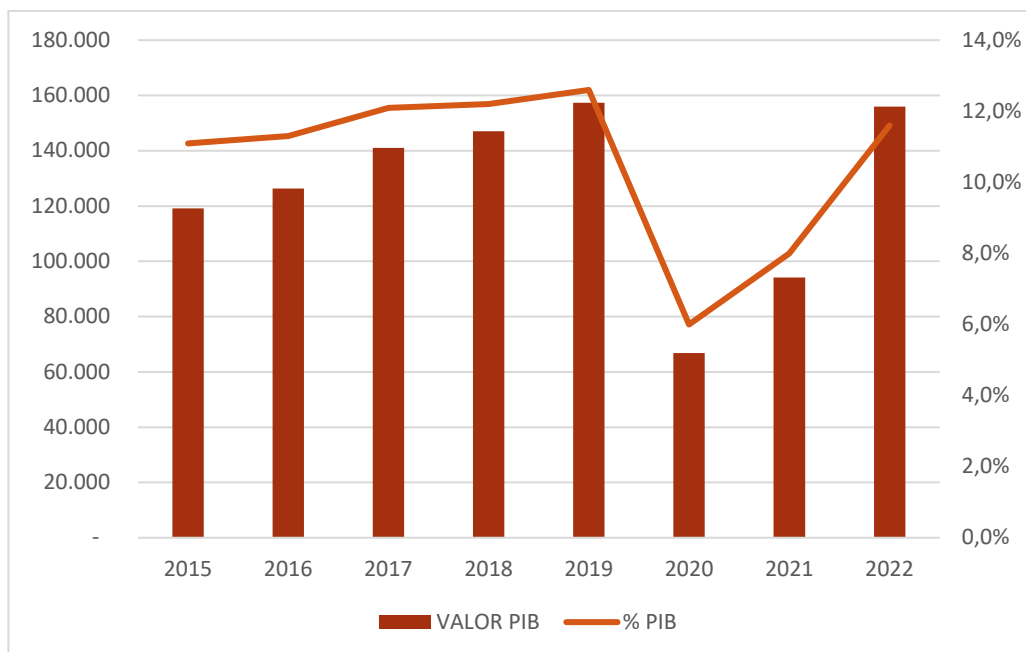
1. SOSTENIBILITAT I IMPACTE AMBIENTAL DEL SECTOR TURÍSTIC: ANÀLISI APLICADA AL SECTOR HOTELER A CATALUNYA

En aquest primer punt de la part metodològica, s'examina mitjançant una anàlisi descriptiva el sector hoteler de Catalunya en relació amb les seves polítiques de reducció de l'impacte ambiental així com la seva comunicació a les parts interessades a través dels seus llocs web. Aquest examen implica la identificació d'aspectes clau rellevants per al turisme, basats en criteris acadèmics.

La recerca realitza una anàlisi descriptiva del sector hoteler de Catalunya l'any 2020, utilitzant dades del SABI (Sistema d'Anàlisi de Balanç Ibèric). Selecciona les 48 primeres empreses del sector hoteler obligades legalment informar els comptes anuals en el format habitual. A continuació, l'estudi avalua sistemàticament els seus llocs web per avaluar la disponibilitat i la transparència de la informació sobre sostenibilitat ambiental, també s'analitza com s'aborden aquests temes i com es comuniquen aquests esforços de sostenibilitat als potencials clients i altres parts interessades.

1.1. Introducció

El turisme és un dels sectors d'activitats principals, abans de la pandèmia de la Covid-19, el turisme representava el 10,3% del Producte Interior Brut mundial i 330 milions de llocs de treball a tot el món, és a dir, el 10,4% de l'ocupació total. Al mateix temps, el turisme a Espanya el 2019 representava 154.487 milions d'euros i el 12,4% del PIB espanyol. També va suposar 2,72 milions de llocs de treball, el 12,9% del total (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2020). Després de l'episodi de la Covid-19 el turisme s'ha anat recuperant, en el Gràfic 1 es mostra l'aportació econòmica del sector turístic des del 2015 fins al 2022 (xifres en milions d'euros).



Gràfic 1. Aportació del turisme a l'economia espanyola (xifres en milions d'euros) (Font: Institut Nacional d'Estadística de España, INE)

L'any 2023 el turisme ja va representar un 12,8% del PIB espanyol amb un valor de 187.000 milions d'euros, el màxim històric, amb el que revalida el seu paper com a motor principal de l'economia espanyola (Banco de España, 2024; Exceltur, 2024).

En analitzar l'economia catalana, el 2018 el turisme representava aproximadament el 12% del PIB català i l'oferta turística a Catalunya, que consta d'uns 700.000 llits, representava el 22% del total espanyol i el 2,5% de la UE (Generalitat de Catalunya, 2019). Aquest turisme, al igual que ha passat amb la resta de l'Estat espanyol també s'ha anat recuperant fins a arribar al 12% pre-pandèmic. A la Taula 3 es mostra el cens d'establiments turístics diferenciat per tipologia i amb xifres sobre el nombre d'establiments i el total de llits que ofereixen (Generalitat de Catalunya).

Tipus	N. Establiments	Llits
Hotels	3.040	313.788
Càmpings	351	271.908
Turisme rural	2.465	19.527
Apartaments turístics	18.463	92.148
Total	24.319	697.371

Taula 3. Tipus d'establiment turístic i nombre de llits (Font: Elaboració pròpia amb informació de IDESCAT Institut d'Estadística de Catalunya i Observatori del Model de Treball i Producció – Generalitat de Catalunya)

L'impacte ambiental del turisme, especialment en regions com Catalunya, és un tema polièdric que mereix un examen detingut. L'anàlisi de les xifres dels apartats anteriors revela que el sector turístic és un motor de l'economia global i, més concretament, de Catalunya, on impulsa el sistema econòmic i és un important contribuent de valor per a les persones tant a nivell econòmic com laboral. Les xifres de l'escenari també suggereixen que, malgrat un mal rendiment durant la pandèmia, continuarà sent un motor important en el futur.

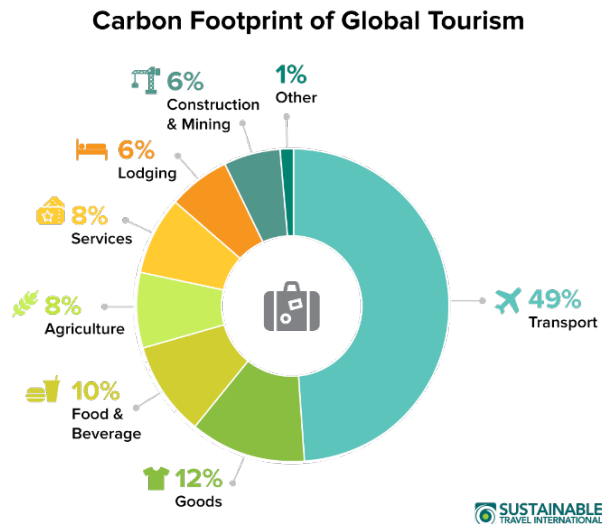
Com es pot observar, les xifres turístiques tenen un fort impacte en l'economia mundial, és a dir, el seu impacte ambiental també és molt fort.

Més concretament, el turisme representa aproximadament el 8% de les emissions mundials de gasos d'efecte hivernacle (Lenzen et al., 2018), motiu pel qual analitzar l'impacte ambiental i augmentar la sostenibilitat de la indústria turística és una part clau per complir amb èxit l'Agenda 2030 per als Objectius de Desenvolupament Sostenible. La indústria turística té el potencial de contribuir directa o indirectament a cadascun dels ODS.

Una de les prioritats de l'agència especialitzada de les Nacions Unides, l'Organització Mundial del Turisme (World Tourism Organization - UNWTO) és promoure el desenvolupament sostenible del turisme, donant suport a polítiques i pràctiques per assolir una tríada d'objectius. En primer lloc, destaca la utilització òptima dels recursos ambientals, reconeixent el seu paper crític en el desenvolupament del turisme. En segon lloc, l'UNWTO advoca per la preservació de l'autenticitat sociocultural dins de les comunitats d'acollida. Finalment, l'organització busca

garantir operacions econòmiques viables i a llarg termini, aportant beneficis socioeconòmics a tots els grups d'interès que es distribueixin de manera equitativa.

Aconseguir un turisme sostenible requereix que tots els diferents agents del canal, des de propietaris, agents turístics i usuaris, estiguin ben informats sobre l'ús responsable. També és important que la comunitat científica investigui i determini la sistemàtica per permetre un ús òptim de l'aigua i altres recursos ambientals.



Gràfic 2. Activitats turístiques i la seva contribució a la petjada de carboni. (Font: Sustainable Travel International extret de l'article 'Carbon Footprint of Global Tourism' (Lenzen, et al., 2018))

Com també es pot observar en el gràfic anterior (Gràfic 2), de la petjada de carboni total de 4,5 Gt CO₂ equivalent generada pel turisme (Lenzen et al., 2018), el pes específic de l'allotjament és del 6% del total. El sector hotelier no només ofereix allotjament sinó que també ofereix serveis (8% del total), aliments i begudes (10% del total) i béns (12%) que els turistes poden comprar, és a dir, l'impacte en la petjada de carboni produïda del sector hotelier és superior al 6% que representa únicament l'allotjament.

Aquest estudi pretén analitzar el compromís de l'hoteleria a Catalunya amb la sostenibilitat ambiental i com es comunica aquesta implicació a través de la revisió de les seves webs. Mitjançant la comparació d'informació i índexs amb altres establiments i col·lectius del sector, l'estudi pretén, en definitiva, contribuir a la millora de tots els processos implicats, amb un impacte global reduït. Tot i que el sector hotelier català ja ha adoptat la intenció de millorar el seu impacte ambiental, es tracta d'un procés de millora contínua orientat a fer més atractius els seus productes i serveis per als grups d'interès.

Tenint en compte l'extens context proporcionat anteriorment, aquest estudi es guia pels següents objectius:

1. Extreure dades comparables per realitzar un benchmarking del sector hotelier a Catalunya.

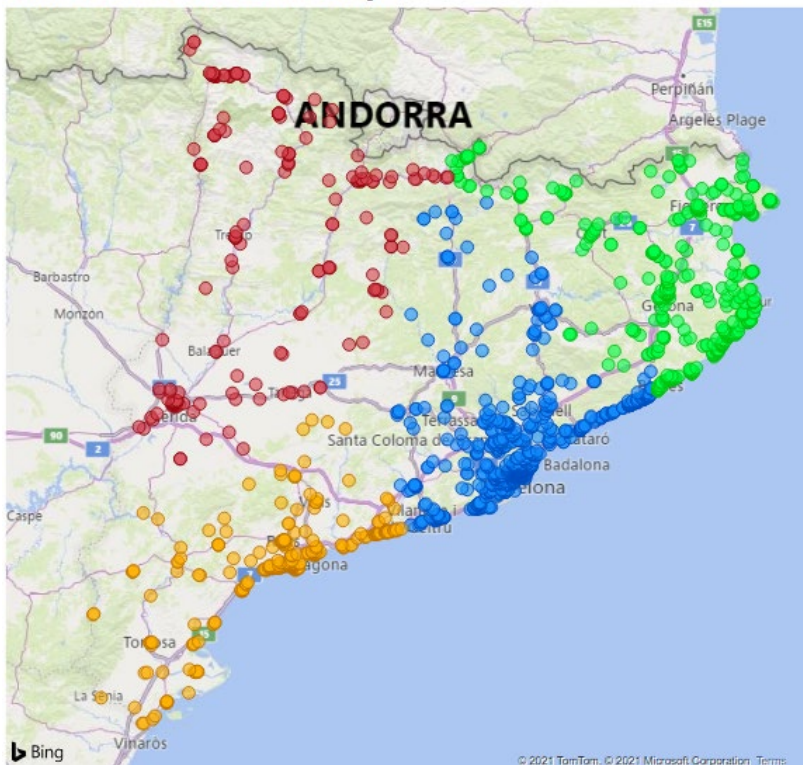
2. Comparar aquestes xifres entre els diferents hotels catalans amb l'estudi Hotel Sustainability Benchmarking Index 2020: Carbon, Energy, and Water elaborat per la Universitat de Cornell (Ricaurte & Jagarajan, 2020).
3. Determinar els valors i els informes en matèria mediambiental per part de les diferents empreses de la mostra.
4. Determinar les possibilitats de millora al voltant de la comunicació de dades d'impacte ambiental per part del sector hotelier.

1.2. Metodologia i estudi empíric

Segons la base de dades SABI, l'any 2020 un total de 2.640 empreses operen, és a dir, tenen establiments o sucursals locals, a Catalunya sota el codi 5510 de la Classificació Nacional d'Activitats Econòmiques (CNAE): Hotels i Allotjaments Similars. Aquestes empreses cobreixen hotels i grups hotelers, molts d'ells que operen tant a nivell nacional com internacional. Aquestes 2.640 empreses generen col·lectivament uns ingressos operatius de 8.776 milions d'euros. Aquesta xifra és per a hotels individuals i grups hotelers presents no només a Catalunya sinó també a tot Espanya.

Distribució dels establiments hotelers a Catalunya

Província ● Barcelona ● Girona ● Lleida ● Tarragona



Il·lustració 2. Distribució dels establiments hotelers a Catalunya (Font: Elaboració pròpia dels autors a partir de les xifres de geo-localització SABI)

Com es pot veure a la Il·lustració 3, la zona amb una major concentració hotelera, amb diferència, és Barcelona, seguida de les dues principals zones de turisme de platja a Catalunya, la Costa Daurada i la Costa Brava. Aquestes tres zones són també les que presenten més estrès ambiental.

La Il·lustració 3 mostra la distribució del total dels establiments hotelers de Catalunya segons la base de dades SABI. Els colors identifiquen la seva ubicació dins de les quatre províncies.

Del total d'empreses hoteleres extretes de la base de dades SABI amb presència a Catalunya, la mostra seleccionada correspon a empreses que han de presentar els comptes anuals en el model normal, és a dir, empreses que compleixen dos dels tres criteris següents:

1. Tenen partides d'actiu total de més d'11,4 milions d'euros.
2. Fan una facturació neta de més de 22,8 milions d'euros.
3. Tenen una mitjana de més de 250 empleats durant l'any.

Els criteris de selecció emprats s'ajusten al que disposa el Reial Decret 602/2016, de 2 de desembre, pel qual es revisa el Pla General de Comptabilitat aprovat pel Reial Decret 1514/2007, de 16 de novembre; el Pla General de Comptabilitat de la Petita i Mitjana Empresa establert pel Reial Decret 1515/2007, de 16 de novembre; les Normes per a la Formulació de Comptes Anuals Consolidats que recull el Reial Decret 1159/2010, de 17 de setembre; i les Normes per a l'adaptació del Pla general de comptabilitat a les entitats sense ànim de lucre segons el Reial decret 1491/2011, de 24 d'octubre.

Només hi ha 48 empreses que compleixen aquests criteris de selecció. Això suposa l' 1,8% del total de les 2.640 empreses. En conjunt, aquestes 48 empreses generen una facturació global de 4,19 milions d'euros, que representen el 47,8% de la facturació total.

Les empreses d'aquesta mostra es fan servir per realitzar una anàlisi descriptiva amb la informació que comuniquen sobre el seu impacte ambiental. Aquesta informació s'ha extret de les pàgines web de les pròpies empreses o dels grups als quals pertanyen, així com dels seus informes anuals i altra informació sobre polítiques ESG (Mediambiental, Social i de Governança) i RSC (Responsabilitat Social Corporativa). Les dades numèriques que s'hi inclouen fan referència a l'impacte, les polítiques aplicades i els diferents segells de qualitat ambiental que les empreses van informar a través de les fonts esmentades.

L'estudi extreu les següents dades, tretes de les pròpies webs de les mateixes empreses hoteleres presents a Catalunya, agrupades de la següent manera :

1. Dades sobre l'oferta dels negocis hotelers.
2. Nombre de treballadors de l'empresa o grup.
3. Dades generals sobre polítiques ambientals, ESG i RSC.
4. Informació sobre la contribució dels compromisos socials i ambientals de les empreses a l'Agenda 2030 dels Objectius de Desenvolupament Sostenible.

Les dades extretes i processades es presenten a les taules 3 a 8, que proporcionen una anàlisi detallada de les variables, troballes i temes rellevants en el marc de l'estudi.

Pel que fa als indicadors de sostenibilitat ambientals, ens hem basat en els indicats per l'Associació Espanyola de Comptabilitat i Administració d'Empreses (AECA), vegeu annex 2. Aquests indicadors es poden veure a la Taula 4 següent:

Indicadors de sostenibilitat ambiental		
EFICIÈNCIA ENERGÈTICA I EMISSIONS	Consum d'energia	Energia (MWh)
	Consum d'aigua	Volum d'aigua (milers de m3)
	Emissions contaminants (Àmbit 1, emissions directes)	Total Àmbit 1 (t CO ₂ eq)
	Emissions contaminants (Àmbit 2, emissions indirectes)	Total Àmbit 2 (t CO ₂ eq)
	Emissions contaminants (Àmbit 3, emissions indirectes no incloses a l'àmbit 2)	Total Àmbit 3 (t CO ₂ eq)
EFICIÈNCIA EN LA GESTIÓ DE RESIDUS	Gestió de residus	KPI_E7 (t)
	Residus gestionats	KPI_E8 (t)
	Residus reutilitzats	KPI_E9 (t)

Taula 4. Indicadors d'impacte ambiental (Font: Associació Espanyola de Comptabilitat i Administració d'Empreses) (AECA)

1.3. Resultats i discussió

1.3.1. Resultats de les dades generals sobre polítiques ambientals, ESG i RSC

Les dades extretes dels llocs web es presenten i se sotmeten a una revisió i anàlisi. A continuació, es fa una comparació de les dades anteriors amb els punts de referència establerts a l'índex de referència de sostenibilitat hotelera 2020: carboni, energia i aigua de la Universitat de Cornell (Ithaca, Nova York) Haga clic o pulse aquí para escribir texto. (Ricaurte & Jagarajan, 2020).

El primer pas, com s'ha indicat anteriorment, va ser revisar les webs de les empreses per comprovar si tenien polítiques de RSC i/o ESG i quins indicadors comunicaven.

Després de recollir els conjunts de dades necessaris dels llocs web de les respectives empreses hoteleres, es va realitzar una avaluació analítica per determinar la fiabilitat de les dades mitjançant mesures estadístiques establertes. Per a aquest propòsit es van utilitzar l'alfa de Cronbach i la fórmula 20 de Kuder-Richardson (KR-20), que es consideren indicadors robusts de consistència interna per a ítems basats en escala i dicotòmics.

L'alfa de Cronbach era de 0,8. Aquests resultats estan en línia amb les referències empíriques de la literatura (Jum C. Nunnally, 1978; Nunnally & Bernstein, 1994; Tavakol & Dennick, 2011) que determinen que els valors alfa superiors a 0,7 indiquen una fiabilitat satisfactòria.

En el cas de la fórmula Kuder-Richardson KR-20, el resultat va ser de 0,81, on segons la literatura acadèmica (Cleary & Linn, 1968; El-Uri & Malas, 2013; Ferguson, 1951) un KR20 de 0,8 és el valor mínim acceptable.

Aquests resultats donen suport a la credibilitat de les dades recollides d'aquestes plataformes digitals.

La Taula 5 mostra la freqüència de les empreses que van informar si tenien implantat un sistema de gestió de la política ambiental general.

Concepte	Informes afirmatius N	% del total (n=48)
Eficiència energètica i/o d'emissions	22	46%
La gestió de residus	20	42%
Polítiques de RSC i/o ESG	16	33%
Certificacions ISO		
ISO 14401	13	27%
ISO 50001	3	6%

Taula 5. Resultats de les dades generals sobre polítiques ambientals, ESG i RSC (Font: Elaboració pròpia)

Només un 46% de les empreses disposa de mesures d'eficiència energètica i/o de control d'emissions de gasos d'efecte hivernacle i un sistema de gestió de residus.

A més, com seria lògic, el 33% dels que tenien una política de Responsabilitat Social Corporativa i/o Ambiental, Social i de Govern també disposaven de sistemes de control energètic i/o d'emissions i de gestió de residus.

El sistema de gestió energètica ISO 50001 és una norma destinada a permetre la millora corporativa contínua de l'eficiència energètica, la seguretat, l'ús i el consum amb un enfocament sistemàtic. La norma permet millorar l'eficiència, els costos energètics i les emissions de gasos d'efecte hivernacle. Aquest era el concepte que menys empreses tenien. Només ho van fer els 3 primers, els que van facturar més i que cotitzen a la borsa.

1.3.2. Resultats de l'Agenda 2030 per als Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS)

Un total de nou empreses, el 19% de la mostra, van informar de la contribució dels seus compromisos socials i ambientals amb l'Agenda 2030 per als Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS).

A la Taula 6 es presenta amb un fons gris per destacar els cinc principals compromisos amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible de les empreses hoteleres de Catalunya.

Els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), o Objectius Globals, van ser adoptats per les Nacions Unides l'any 2015, que signifiquen una crida universal a l'acció per acabar amb la pobresa, preservar el planeta i garantir que totes les persones assoleixin la pau i la prosperitat per al 2030. La societat i el sector corporatiu s'ha consolidat cada cop més darrere d'aquests objectius en els darrers anys, la qual cosa justifica el compromís empresarial creixent amb aquests objectius. No obstant això, la recerca de l'excel·lència en aquest camp requereix un esforç i dedicació constants.

SDGs	Total 48 Companies		Companies with CSR and/or ESB policies		Companies without CSR and/or ESB policies	
	No. of Companies N	% of Companies (n=48)	No. of Companies N	% of Companies (n=16)	No. of Companies N	% of Companies (n=32)
1. No Poverty	4	8,3%	4	25,0%	0	0,0%
2. Zero Hunger	2	4,2%	2	12,5%	0	0,0%
3. Good Health and Well-being	8	16,7%	6	37,5%	2	6,3%
4. Quality Education	6	12,5%	5	31,3%	1	3,1%
5. Gender Equality	6	12,5%	4	25,0%	2	6,3%
6. Clean Water and Sanitation	5	10,4%	5	31,3%	0	0,0%
7. Affordable and Clean Energy	7	14,6%	6	37,5%	1	3,1%
8. Decent Work and Economic Growth	9	18,8%	7	43,8%	2	6,3%
9. Industry, Innovation and Infrastructure	1	2,1%	0	0,0%	1	3,1%
10. Reduced Inequalities	5	10,4%	3	18,8%	2	6,3%
11. Sustainable Cities and Communities	8	16,7%	6	37,5%	2	6,3%
12. Responsible Consumption and Production	9	18,8%	7	43,8%	2	6,3%
13. Climate Action	10	20,8%	8	50,0%	2	6,3%
14. Life Below Water	3	6,3%	2	12,5%	1	3,1%
15. Life on Land	3	6,3%	3	18,8%	0	0,0%
16. Peace, Justice and Strong Institutions	5	10,4%	4	25,0%	1	3,1%
17. Partnerships for the Goals	7	14,6%	6	37,5%	1	3,1%

Taula 6. Agenda 2030 ODS 17 amb el nombre d'empreses que fan referència al seu compromís en els seus mitjans digitals i informes anuals (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de les webs dels hotels).

1.3.3. Resultats del indicadors de sostenibilitat ambiental

Un total de 20 empreses, és a dir, el 41,7% del total de 48 empreses de la mostra, van aportar informació ja sigui en xifres o en general, és a dir, van informar que disposaven d'un sistema de gestió d'indicadors de sostenibilitat ambiental, però sense donar-ne una xifra per l'indicador.

La Taula 7 mostra aquestes 20 empreses, d'un total de 48 empreses de la mostra, dividides de la següent manera:

Environmental Sustainability Indicators			Total 48 Companies		Companies with CSR and/or ESB policies		Companies without CSR and/or ESB policies	
			No. of Companies N	% of Companies (n=48)	No. of Companies N	% of Companies (n=16)	No. of Companies N	% of Companies (n=32)
ENERGY AND EMISSIONS EFFICIENCY	Energy consumption	General information	8	16,7%	6	37,5%	2	6,3%
	Water consumption	General information	8	16,7%	6	37,5%	2	6,3%
	Polluting emissions	General information	7	14,6%	7	43,8%	0	0,0%
WASTE MANAGEMENT EFFICIENCY	Waste generation	General information	5	10,4%	3	18,8%	2	6,3%

Taula 7. Empreses que van indicar disposar d'un sistema general de control d'indicadors ambientals i de sostenibilitat (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de les webs dels hotels).

D'altra banda, les empreses amb valors numèrics en els indicadors es poden veure a la Taula 8, on es mostren els percentatges dels indicadors més utilitzats pel sector hotelier, totes les xifres i percentatges es calculen sobre el total de 48 empreses de la mostra.

Les dues taules 7 i 8 mostren que els indicadors de sostenibilitat ambiental més controlats per les empreses del sector hotelier són el consum d'energia i aigua, seguits de les emissions contaminants directes (Àmbit 1). No obstant això, tot i que el 10,4% de les empreses va dir en general que disposava d'algun mecanisme de control de la gestió de residus, a l'hora d'aportar una xifra d'aquest indicador el percentatge va baixar lleugerament.

Environmental Sustainability Indicators			Total 48 Companies		Companies with CSR		Companies without CSR	
			No. of Companies N	% of Companies (n=48)	No. of Companies N	% of Companies (n=16)	No. of Companies N	% of Companies (n=32)
ENERGY AND EMISSIONS EFFICIENCY	Energy consumption	KPI_E1 (Energy) (MWh)	12	25,0%	9	56,3%	3	9,4%
	Water consumption	KPI_E2 (Volumen of water) (thousands m3)	11	22,9%	9	56,3%	2	6,3%
	Polluting emissions (Scope 1, direct emissions)	Total Scope 1 (t CO2 eq.)	11	22,9%	8	50,0%	3	9,4%
	Polluting emissions (Scope 2, indirect emissions)	Total Scope 2 (t CO2 eq.)	5	10,4%	5	31,3%	0	0,0%
	Polluting emissions (Scope 3, indirect emissions not included in Scope 2)	Total Scope 3 (t CO2 eq.)	4	8,3%	4	25,0%	0	0,0%
WASTE MANAGEMENT EFFICIENCY	Waste management	KPI_E7 (t)	4	8,3%	4	25,0%	0	0,0%
	Managed waste	KPI_E8 (t)	2	4,2%	2	12,5%	0	0,0%
	Reused waste	KPI_E9 (t)	2	4,2%	2	12,5%	0	0,0%

Taula 8. Nombre d'empreses que donen un valor numèric a qualsevol dels indicadors generals de sostenibilitat ambiental (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de les webs dels hotels).

A l'hora de comparar els indicadors, i tenint en compte que la mida de les empreses hoteleres era molt diferent i poder comparar-les amb l'estudi Hotel Sustainability Benchmarking Index 2020: Carbon, Energy, and Water de la Universitat de Cornell (Ithaca, New York) (Ricourte & Jagarajan, 2020) s'han utilitzat indicadors relatius per habitació ocupada. És a dir, l'ús d'un valor relatiu de les nits de l'establiment per mostrar l'impacte de cada estada que es va produir al llarg del període d'anàlisi.

D'aquesta manera s'obté la Taula 9, on es poden observar els indicadors de sostenibilitat ambiental per habitació ocupada a les empreses hoteleres de Catalunya.

Environmental sustainability indicators per occupied room of hotel companies present in Catalonia								
KPI	N. comp.	Min	Quartile 1	Average	Median	Quartile 3	Max	Std deviation
Energy consumption (kWh/occupied room)	9	24,7	42,1	79,9	56,6	89,6	234,4	64,6
Water consumption (l/occupied room)	9	351,6	396,0	1037,6	492,1	1136,4	2940,0	1006,4
Direct emissions of pollutants - Scope 1 (kg CO2 eq/occupied room)	7	1,7	4,7	10,4	9,3	12,4	27,3	8,5
Direct emissions of pollutants - Scope 2 (kg CO2 eq/occupied room)	4	7,1	8,5	17,1	14,5	23,1	32,4	11,7
Other indirect emissions of pollutants - Scope 3 (kg CO2 eq/occupied room)	3	0,3	8,9	18,8	17,4	28,0	38,5	19,1
Waste generation (kg/occupied room)	3	2,1	2,3	2,7	2,4	3,0	3,6	0,8

Taula 9. Indicadors de sostenibilitat ambiental per habitació ocupada durant l'any per a les empreses hoteleres de Catalunya (Font: Hotel Sustainability Benchmarking Index 2020: Carbon, Energy, and Water de la Universitat de Cornell (Ithaca, New York) (Ricourte & Jagarajan, 2020))

Aquests valors es comparen amb els indicadors de referència fets per la Universitat de Cornell amb la correlació següent:

- **Consum d'energia (kWh/habitació ocupada) => MESURA 5: Consum d'energia de l'hotel per habitació ocupada (kWh)**
- **Consum d'aigua (l/habitació ocupada) => MESURA 8: Consum d'aigua de l'hotel per habitació ocupada (L)**

- **Emissions contaminants directes - Abast 1 (kg CO₂ eq /habitació ocupada) => MESURA 3: petjada de carboni de l'hotel per habitació ocupada (kgCO₂ eq)**
- Emissions contaminants indirectes - Abast 2 (kg CO₂ eq /habitació ocupada)
- Altres emissions contaminants indirectes - Abast 3 (kg CO₂ eq /habitació ocupada)
- Generació de residus (kg/habitació ocupada)

Les tres primeres mesures de la Taula 9 anterior tenen una equivalència directa amb el punt de referència de l'índex de referència de sostenibilitat hotelera de la Universitat de Cornell 2020: carboni, energia i aigua. La Taula 10 mostra aquestes variables juntament amb els valors dels establiments hotelers d'Espanya, comparant els valors d'ambdós estudis.

Environmental sustainability indicators per occupied room of hotel companies present in Catalonia		Indicators by Cornell University Hotel Sustainability Benchmark Index 2020 (Spanish Hotel Sector)	
Indicator	Average Value	Indicator	Average Value
Energy consumption (kWh/occupied room)	79,9 kWh/occupied room	MEASURE 5: Hotel Energy Usage per Occupied Room (kWh)	71,4 kWh/occupied room
Water consumption (l/occupied room)	1037,6 l/occupied room	MEASURE 8: Hotel Water Usage per Occupied Room (L)	490,5 l/occupied room
Direct emissions of pollutants - Scope 1 (kg CO ₂ eq/occupied room)	10,4 kg CO ₂ eq/occupied room	MEASURE 3: Hotel Carbon Footprint per Occupied Room (kgCO ₂ e)	18,7 kg CO ₂ eq/occupied room

Taula 10. Comparació d'indicadors d'establiments hotelers de Catalunya amb l'índex de referència de sostenibilitat hotelera de la Universitat de Cornell 2020: carboni, energia i aigua, per a establiments hotelers d'Espanya (Font: Elaboració pròpia amb dades de les websites i de l'índex Hotel Sustainability Benchmarking Index 2020: Carbon, Energy, and Water)

A la següent Taula 11, es poden observar els indicadors comparatius dels establiments hotelers de Catalunya, comparats amb els índexs de referència de la sostenibilitat hotelera de Cornell University 2020: Carboni, Energia i Aigua, concretament per als establiments hotelers de Barcelona.

Environmental sustainability indicators per occupied room of hotel companies present in Catalonia		Indicators by Cornell University Hotel Sustainability Benchmark Index 2020 (Barcelona Hotel Sector)	
Indicator	Average Value	Indicator	Average Value
Energy consumption (kWh/occupied room)	79,9 kWh/occupied room	MEASURE 5: Hotel Energy Usage per Occupied Room (kWh)	72,5 kWh/occupied room
Water consumption (l/occupied room)	1037,6 l/occupied room	MEASURE 8: Hotel Water Usage per Occupied Room (L)	440,4 l/occupied room
Direct emissions of pollutants - Scope 1 (kg CO ₂ eq/occupied room)	10,4 kg CO ₂ eq/occupied room	MEASURE 3: Hotel Carbon Footprint per Occupied Room (kgCO ₂ e)	18,6 kg CO ₂ eq/occupied room

Taula 11. Comparació d'indicadors d'establiments hotelers de Catalunya amb l'índex de referència de sostenibilitat hotelera de la Universitat de Cornell 2020: carboni, energia i aigua, per a establiments hotelers de Barcelona (Font: Elaboració pròpia amb dades de les websites i de l'índex Hotel Sustainability Benchmarking Index 2020: Carbon, Energy, and Water)

En ambdós casos s'observen valors similars pel que fa al consum d'energia i a les emissions de contaminació directa (Àmbit 1), però el valor del consum d'aigua és diferent, possiblement per manca d'informació de la mostra analitzada.

2. SOSTENIBILITAT I IMPACTE AMBIENTAL DEL SECTOR TURÍSTIC: ANÀLISI APLICADA A LES PISCINES DEL SECTOR HOTELER DE LA COSTA BRAVA

Les conclusions del primer punt sobre l'anàlisi descriptiva el sector hotelier de Catalunya en relació amb les seves polítiques de reducció de l'impacte ambiental, s'observa que les variables ambientals més utilitzades en els estudis són el consum d'energia i d'aigua (Deyà Tortella & Tirado, 2011), ja que aquestes àrees tenen un impacte ambiental significatiu i, a més, la millora en aquestes àrees també té una repercussió directa en els costos operatius de l'empresa, i també representen un dels principals reptes i barreres actuals en la sostenibilitat turística (Pan et al., 2018). A més, aquesta millora operativa també pot proporcionar estalvis econòmics considerables a llarg termini.

Així doncs, ara centrem l'atenció en les piscines, que constitueixen el tema central d'aquesta recerca. L'objectiu d'aquesta investigació és avaluar críticament les implicacions ambientals de les piscines públiques dels hotels de la Costa Brava, amb un enfocament especial en el seu impacte en termes de consum d'aigua i energia, i el càlcul equivalent de la seva petjada de carboni. La metodologia emprada es basa en la caracterització qualitativa de l'estoc de piscines instal·lades als hotels de la comarca. A partir d'aquesta caracterització, s'han realitzat càlculs del consum d'aigua i energia, així com de la petjada hídrica del conjunt total de piscines dels hotels de la Costa Brava.

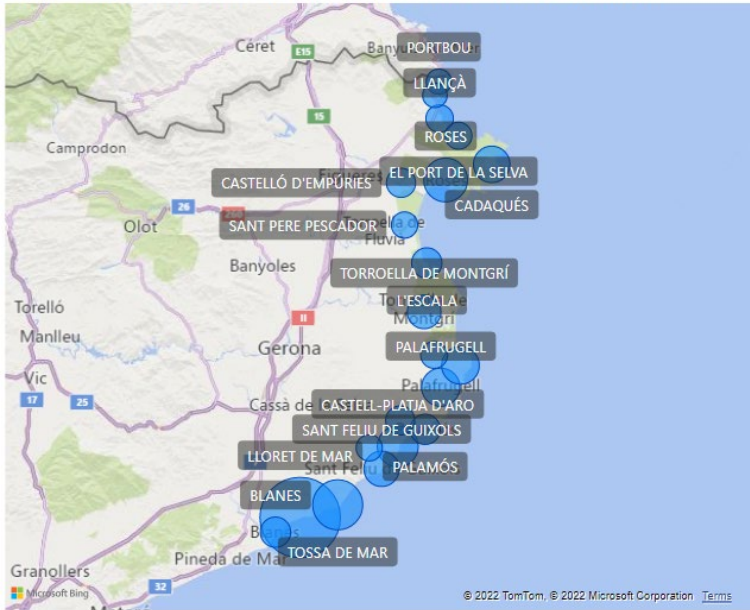
2.1. Introducció

La Costa Brava, la zona costanera de Girona, des del municipi de Blanes fins a la frontera francesa, inclou 24 municipis que cobreixen l'Alt Empordà, Baix Empordà i les localitats marineres de la Selva. Després de la ciutat de Barcelona, és la segona zona turística més visitada de Catalunya, captant el 20% dels visitants de la comarca (Generalitat de Catalunya). Davant aquesta afluència, el sector turístic juga un paper important, amb els diferents establiments hotelers equipats amb piscines. La Il·lustració 4 i la Taula 12 ofereixen una descripció exhaustiva de la distribució d'aquests hotels al llarg del litoral de la Costa Brava, categoritzats per municipis.

Catalunya, i més concretament, la Costa Brava, tenen un clima mediterrani, amb períodes de sequera normals, sobretot a l'estiu. Això, juntament amb la rica oferta cultural de la regió i la costa verge, la posiciona com una destinació turística privilegiada. En aquest sentit, les piscines són un dels principals actius de la indústria hotelera, servint d'atractius importants per als possibles hostes. L'estacionalitat inherent d'aquests llocs turístics costaners fa que durant els mesos de màxima època d'estiu, certs municipis assisteixin a un augment de la població, de vegades augmentant fins a cinc vegades. Aquesta amplificació comporta un major consum d'energia i aigua, un augment de la mobilitat i un augment de la producció de residus, tot això invariablement deixa un profund impacte ambiental (R. Sun & Gao, 2012).

A més, el sector hotelier, especialment els establiments costaners, té importants impactes ambientals en el marc més ampli del canvi climàtic. Garantir un futur més sostenible per al turisme exigeix un seguiment i una gestió meticolosos de la petjada de carboni del sector (Puig et al., 2017). Hi ha una necessitat imperiosa d'adoptar estratègies per reforçar la resiliència del sector turístic, atesos els creixents reptes ambientals (Torres-Bagur et al., 2019).

DISTRIBUTION OF HOTEL ESTABLISHMENTS ALONG THE COSTA BRAVA



Il·lustració 3. Distribució dels establiments hotelers al llarg la Costa Brava (Font: Elaboració pròpia amb dades de l'IDescat) (Statistical Institute of Catalonia (IDESCAT - Generalitat de Catalunya), 2023)

Municipi	1 estrella	2 estrelles	3 estrelles	4 estrelles	5 estrelles	Total
BEGUR	3	3	8	10		24
BLANES			6	5		11
CADAQUÉS	1	9	8	4		22
CALONGE I SANT ANTONI	1	1	4	3		9
CASTELLÓ D'EMPÚRIES		3	4	2		9
CASTELL-PLATJA D'ARO	5	3	11	9	2	30
COLERA		1				1
EL PORT DE LA SELVA	1	1	1	2		5
L'ARMENTERA						
L'ESCALA	5	1	3	2		11
LLANÇÀ	1	3	2			6
LLORET DE MAR	13	8	24	51	4	99
PALAFRUGELL	3	3	14	5		25
PALAMÓS	2	2	3	3	1	11
PALS		1	1	3		5
PORTBOU	2					2
ROSES	5	7	14	8	1	35
SANT FELIU DE GUIXOLS	3	5	5	6	1	20
SANT PERE PESCADOR	3		1			4
SANTA CRISTINA D'ARO	2			2		4
TORROELLA DE MONTGRÍ	3	2	8	4		17
TOSSA DE MAR	14	9	10	13		46
Total	67	62	127	132	9	397

Taula 12. Distribució dels establiments hotelers la Costa Brava per municipi i categoria hotelera (Font: (Statistical Institute of Catalonia (IDESCAT - Generalitat de Catalunya), 2023))

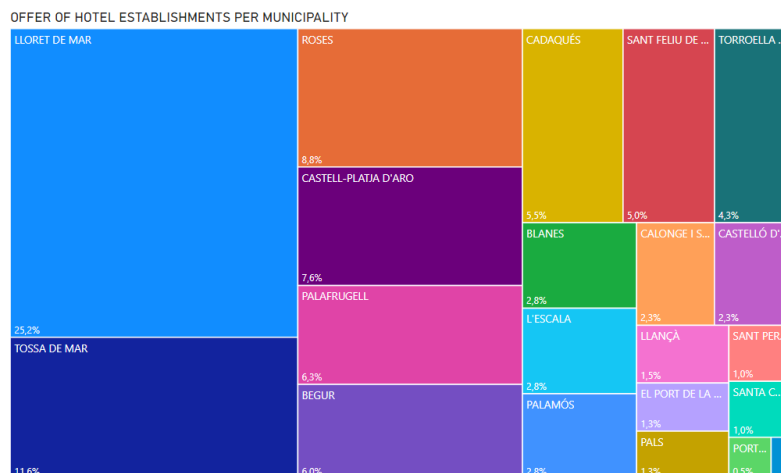
És fonamental subratllar l'important paper de les piscines hoteleres com actius importants per a l'atracció turística, especialment a la zona costanera. Un nombre important d'hotels estan equipats amb piscines (Mendoza et al., 2023), fet destacat en el seu material promocional i llocs web on s'exposen com a reclam dels clients. Com que aquestes piscines s'adrecen al públic en general, segons el Reial Decret 742/2013 que regula les piscines són considerades piscines públiques i invariablement es troben sota un marc normatiu estricte que han de complir. Això inclou controls tècnics i sanitaris rigorosos, inclòs el manteniment dels estàndards òptims de qualitat de l'aigua i l'aire, en el cas de les piscines cobertes. El seguiment d'aquestes directrius de salut garanteix la seguretat i el benestar de tots els clients.

Les dades relatives als establiments hotelers i les seves piscines de la Costa Brava provenen de l'Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT) i del web del Cadastre d'Espanya. Aquests recursos van ser fonamentals per facilitar la investigació detallada en aquest estudi.

La metodologia de recerca es basa en una anàlisi exploratòria. Les dades provenen principalment de la pàgina web de l'Oficina del Registre de la Propietat Espanyola (Catastro (Spanish Land Registry) - Ministerio de Hacienda y Función Pública de España, 2023). Això va suposar la descàrrega i l'escrutini dels registres cadastrals dels immobles dels municipis costaners de la Costa Brava, amb la identificació i anàlisi de les piscines dels establiments hotelers. Després de la recollida d'aquestes dades, s'han consultat recursos addicionals per estimar el consum i la petjada de carboni associada a l'inventari col·lectiu de piscines instal·lades a la indústria hoteleria de la Costa Brava.

2.2. Resultats i discussió

L'oferta hotelera d'establiments de la Costa Brava està formada per 397 hotels, que constitueixen el 19,7% de l'oferta total d'establiments hotelers i el 14,7% dels allotjaments disponibles l'any 2020 a Catalunya (Statistical Institute of Catalonia (IDESCAT - Generalitat de Catalunya), 2023). Tal com es mostra a la Il·lustració 5, aquests establiments estan distribuïts per tota la regió. 6 municipis, del total de 23 poblacions amb establiments hotelers, representen un important 65,5% de l'inventari total (Il·lustració 5 i Taula 13). Entre ells, el municipi amb major nombre d'establiments és Lloret de Mar amb un 25,2% del total d'establiments hotelers.

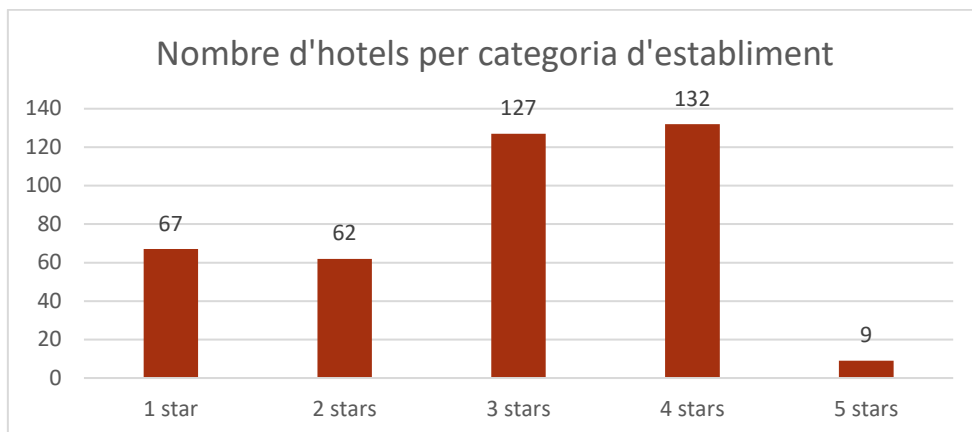


Il·lustració 4. Oferta d'establiments hotelers per municipi (Font: (Statistical Institute of Catalonia (IDESCAT - Generalitat de Catalunya), 2023))

Municipi	1 estrella	2 estrelles	3 estrelles	4 estrelles	5 estrelles	Total	%
BEGUR	3	3	8	10	0	24	6,0%
BLANES	0	0	6	5	0	11	2,8%
CADAQUÉS	1	9	8	4	0	22	5,5%
CALONGE I SANT ANTONI	1	1	4	3	0	9	2,3%
CASTELLÓ D'EMPÚRIES	0	3	4	2	0	9	2,3%
CASTELL-PLATJA D'ARO	5	3	11	9	2	30	7,6%
COLERA	0	1	0	0	0	1	0,3%
EL PORT DE LA SELVA	1	1	1	2	0	5	1,3%
L'ARMENTERA	0	0	0	0	0	0	0,0%
L'ESCALA	5	1	3	2	0	11	2,8%
LLANÇÀ	1	3	2	0	0	6	1,5%
LLORET DE MAR	13	8	24	51	4	100	25,2%
PALAFRUGELL	3	3	14	5	0	25	6,3%
PALAMÓS	2	2	3	3	1	11	2,8%
PALS	0	1	1	3	0	5	1,3%
PORTBOU	2					2	0,5%
ROSES	5	7	14	8	1	35	8,8%
SANT FELIU DE GUIXOLS	3	5	5	6	1	20	5,0%
SANT PERE PESCADOR	3	0	1	0	0	4	1,0%
SANTA CRISTINA D'ARO	2	0	0	2	0	4	1,0%
TORROELLA DE MONTGRÍ	3	2	8	4	0	17	4,3%
TOSSA DE MAR	14	9	10	13	0	46	11,6%
Total	67	62	127	132	9	397	100%

Taula 13. Oferta d'establiments hotelers per municipi per municipi i categoria hotelera (Font: (Statistical Institute of Catalonia (IDESCAT - Generalitat de Catalunya) 2023))

En examinar aquesta oferta per categories d'establiment, es fa evident que els hotels de 3 i 4 estrelles són els més representats en l'oferta hotelera de la zona, representant el 64% del total (Gràfic 3).



Gràfic 3. Nombre d'hotels per categoria d'establiment (Font: (Statistical Institute of Catalonia (IDESCAT - Generalitat de Catalunya), 2023))

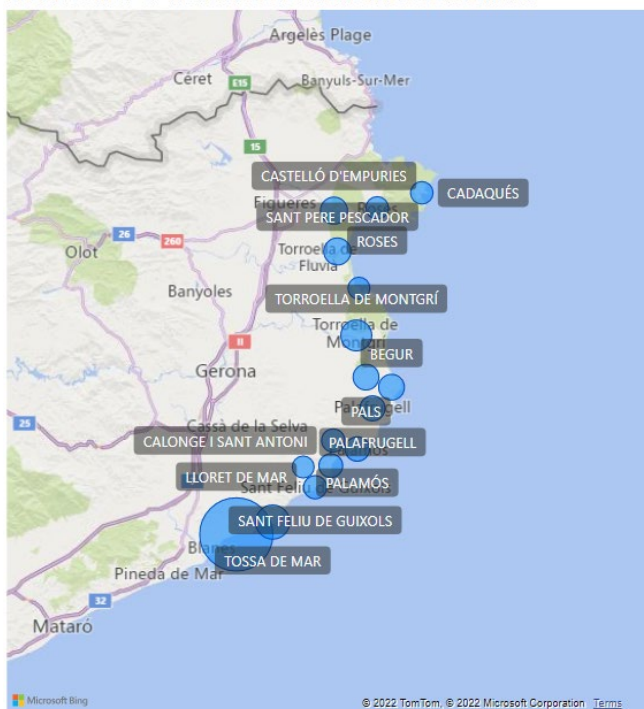
Per analitzar l'inventari de piscines instal·lades als establiments hotelers de la Costa Brava (Catastro (Spanish Land Registry) - Ministerio de Hacienda y Función Pública de España, 2023)s'han utilitzat dades públiques del Registre de la Propietat espanyol.

Entre les dades del Cadastre, s'utilitzen les dades següents per descriure el nombre i el detall de les piscines instal·lades als establiments hotelers de la Costa Brava, analitzant els establiments hotelers valorats d'1 a 5 estrelles, amb les dades següents:

- Municipi on es troba l'establiment.
- Classificació d'estrelles (categoria) de l'establiment.
- Any de construcció i antiguitat de la piscina.
- Determinació si la piscina és interior o exterior.
- Superfície de l'aigua de la piscina en m².
- Si el sòl està classificat urbà o rural

Un total de 175 piscines estan inscrites al Registre de la Propietat espanyol dins dels establiments hotelers dels municipis de la Costa Brava. La Il·lustració 6 mostra la distribució geogràfica de les piscines d'hotels a la Costa Brava. Similar a la concentració d'establiments hotelers, el municipi de Lloret de Mar és el municipi amb un major nombre de piscines registrades (81), la qual cosa representa el 46,3% del total.

DISTRIBUTION OF HOTEL POOLS ALONG THE COSTA BRAVA



Il·lustració 5. Distribució de les piscines d'hotels la Costa Brava (Font: Elaboració pròpia amb dades del Cadastre) (Catastro (Spanish Land Registry) - Ministerio de Hacienda y Función Pública de España 2023))

En contrast amb la distribució de l'inventari hotelier, on els hotels de 3 i 4 estrelles representen el 64%, la distribució de piscines entre aquests establiments també inclou les piscines en allotjaments de 2 estrelles, tal com es mostra a la Taula 14.

Municipi	1 estrella	2 estrelles	3 estrelles	4 estrelles	5 estrelles	Total
BEGUR	2		3	1	1	7
CADAQUÉS			2			2
CALONGE I SANT ANTONI	2			1		3
CASTELLÓ D'EMPURIES		4	3	2		9
CASTELL-PLATJA D'ARO	1	1		1	1	4
L'ESCALA		1				1
LLORET DE MAR	7	4	31	31	8	81
PALAFRUGELL	3		2	1		6
PALAMÓS	2	1	1		1	5
PALS	2			1	4	7
ROSES		1	1			2
SANT FELIU DE GUIXOLS				3		3
SANT PERE PESCADOR	2	2	5			9
SANTA CRISTINA D'ARO			1			1
TORROELLA DE MONTGRÍ		11	3	1		15
TOSSA DE MAR		15	1	4		20
Total	21	40	53	46	15	175

Taula 14. Nombre de piscines per categoria d'hotel (Font: (Catastro (Spanish Land Registry) - Ministerio de Hacienda y Función Pública de España, 2023))

A les dades procedents de la pàgina web del Cadastre, es proporciona també la superfície d'aigua de cada piscina. A partir d'aquesta informació, la Taula 15 il·lustra la distribució similar a la taula anterior, delimitant la superfície mitjana en m² per a cada categoria hotelera i municipi.

Municipi	1 estrella	2 estrelles	3 estrelles	4 estrelles	5 estrelles	Total
BEGUR	52,0		28,3	56,0	150,0	56,4
CADAQUÉS			111,5			111,5
CALONGE I SANT ANTONI	43,0			30,0		38,7
CASTELLÓ D'EMPURIES		67,3	172,0	32,5		94,4
CASTELL-PLATJA D'ARO	92,0	344,0		178,0	150,0	191
L'ESCALA		400,0				400
LLORET DE MAR	57,3	75,3	158,0	122,5	117,8	127,6
PALAFRUGELL	206,0		63,0	13,0		126,2
PALAMÓS	41,5	76,0	60,0		234,0	90,6
PALS	165,0			1.060,0	62,5	234,3
ROSES		50,0	210,0			130
SANT FELIU DE GUIXOLS				53,3		53,33
SANT PERE PESCADOR	49,0	45,0	390,2			237,7
SANTA CRISTINA D'ARO			97,0			97
TORROELLA DE MONTGRÍ		97,9	70,0	50,0		89,1
TOSSA DE MAR		100,2	175,0	317,8		147,5
Total	86,3	102,8	161,3	145,2	115,1	130,7

Taula 15. Mitjana superfície en m² de piscina per categoria d'hotel i municipi (Font: (Catastro (Spanish Land Registry) - Ministerio de Hacienda y Función Pública de España, 2023))

La superfície mitjana (m^2) del parc total de piscines instal·lades és de $130,7 m^2$, i la superfície total de totes les piscines és de $22.879 m^2$.

Per tal d'estimar el volum total d'aigua del parc de piscines instal·lades de les instal·lacions d'allotjament de la Costa Brava, ens referim a l'estudi sectorial realitzat per ASOFAP (Associació de Professionals del Sector Piscina Espanyol) l'any 2017. Aquest estudi analitza el nombre de piscines destinades a usos públics i col·lectius a Espanya. Centrant-nos en el segment de les piscines hoteleres, s'arriba a les següents conclusions:

- Nombre de piscines als hotels d'Espanya: 13.836
- Superfície total de la superfície d'aigua de totes les piscines: $2.066.130 m^2$
- Volum total d'aigua: $3.140.495 m^3$

A partir de les dades de l'estudi sectorial ASOFAP, podem deduir que la profunditat mitjana de les piscines hoteleres a Espanya se situa en $1,52m$. Això es pot representar matemàticament com:

$$Profunditat mitjana piscines (m) = \frac{Volum (m^3)}{Superfície (m^2)} = \frac{3.140.495 m^3}{2.066.130 m^2} = 1,52 m$$

Ara amb les dades de profunditat mitjana, és possible inferir el volum total d'aigua de les piscines dels hotels de la Costa Brava:

$$Volum (m^3) = Superfície (m^2) * Profunditat (m) = 22.879 m^2 * 1,52 m = 34.776,1 m^3$$

Com s'ha destacat anteriorment en aquest text, les piscines públiques estan regulades tant a Catalunya com a Espanya. L'objectiu d'aquesta normativa és establir les normes tècniques i sanitàries fonamentals de la qualitat de l'aigua i de l'aire, especialment a les instal·lacions interiors, amb l'objectiu principal de salvaguardar la salut dels usuaris davant possibles perills físics, químics o microbiològics relacionats amb l'ús d'aquestes piscines. Paral·lelament, aquesta normativa delimita les responsabilitats de l'Administració, els propietaris i usuaris de les piscines públiques. La legislació aplicable en aquest àmbit a Catalunya es resumeix a continuació:

- Àmbit espanyol: Reial Decret 742/2013 pel qual s'estableixen els criteris tècnic-sanitaris de les piscines (Ministerio de Sanidad, 2013).
- Àmbit català: Decret 95/2000 pel qual s'estableixen les normes sanitàries de les piscines públiques i les seves modificacions Decret 177/2000 i Decret 165/2001 (Generalitat de Catalunya, 2000a, 2000b, 2001).

A més d'aquesta normativa, existeixen ordenances municipals que regulen alguns altres aspectes més concrets, i que poden variar d'un municipi a un altre.

En tota aquesta legislació, és obligatori disposar d'un sistema de recirculació d'aigua contínua que permeti la recirculació uniforme de tot el volum d'aigua. A més, també és obligatori que aquest sistema de recirculació d'aigua estigui en funcionament sempre que la piscina estigui oberta al públic.

La Generalitat de Catalunya també ha publicat una guia tècnica (Swimming Pools - Public Health Agency of Catalonia (ASPCAT) (Generalitat de Catalunya), s.d.). Aquest manual s'adreça

principalment al personal de manteniment i constructors de piscines per a la redacció d'informes sobre els projectes i el necessari control sanitari de les piscines públiques. A més, serveix de guia per a gestors, personal de manteniment i operadors de piscines públiques.

En aquesta guia emesa per la Generalitat de Catalunya, que consolida diverses legislacions i bones pràctiques del sector, es recomana que la recirculació de tot el volum d'aigua es faci en un temps determinat en funció de la profunditat de la piscina. En aquest sentit, les recomanacions de temps de recirculació en hores són, en funció de la finalitat i la profunditat de la piscina, les següents:

- Per als vasos destinats a nens: 1 hora de temps de recirculació.
- Per a piscines destinades a activitats recreatives, de competició o esportives:
 - 2 hores per piscina o part d'un vas, fins a 1,3 m de profunditat
 - 4 hores per vaixell o part d'un vas per a majors profunditats

Normalment, una durada de recirculació de 4 hores es considera estàndard per fer circular tot el volum d'aigua de la piscina.

Tenint en compte les dades esmentades anteriorment, el cabal circulat total es pot calcular com:

$$\begin{aligned} \text{Cabal total circulat } (m^3/h) &= \frac{\text{Volum piscina } (m^3)}{\text{Temps de recirculació } (h)} = \frac{34.776,1 m^3}{4 h} = 8.694,0 m^3/h \\ &= 2,41 m^3/s \end{aligned}$$

D'acord amb els estàndards de la indústria del sector de les piscines, la pressió de treball típica (alçada manomètrica) per a piscines públiques s'estableix en 12 m.c.a. (metres de columna d'aigua). Per determinar la potència hidràulica necessària per fer circular aquest volum d'aigua, s'utilitza la fórmula següent per a les bombes hidràuliques:

$$P_b = \gamma Q h_b$$

on:

P_b és la potència hidràulica d'una bomba en W

γ és el pes específic del fluid ($9.800 \frac{N}{m^3}$ per l'aigua)

Q és el cabal de treball en $\frac{m^3}{s}$

h_b és l'alçada manomètrica (pressió) a la qual la bomba treballa en m. c. a. (metres de columna d'aigua)

Utilitzant aquesta fórmula i les dades proporcionades, es pot determinar la potència necessària per facilitar la circulació de tot el volum d'aigua a les piscines:

$$P_b = \gamma Q h_b = 9.800 \frac{N}{m^3} \times 2,41 m^3/s \times 12 mca = 284.004,1 W = 284,0 kW$$

Una bomba elèctrica integra dos components mecànics primaris: la bomba hidràulica i un motor elèctric. Per determinar la potència elèctrica necessària, l'eficiència de cada component s'ha de tenir en compte:

$$P_1 = P_{input} = \frac{P_b}{\eta_b \eta_m}$$

on:

$P_1 = P_{input}$ és la potència elèctrica subministrada en kW

P_b és la potència hidràulica en kW

η_b és el rendiment de la bomba

η_m és el rendiment del motor

Basant-se en les dades d'Europump (Associació Europea de Fabricants de Bombes) i l'estudi preparatori del lot 29 de la Directiva 2009/125/CE de disseny ecològic (European Parliament, 2009; Europump, 2013, 2014; Schofield, 2016), les bombes de piscina amb potències superiors a 2,2kW tenen una eficiència mínima estimada del 65% i una eficiència màxima del 76%, la mitjana és del 72%.

Pel que fa al motor elèctric, el valor mitjà del motor per piscina s'estima en 2,2 kW. En referència al Reglament (UE) 2019/1781 de la Comissió Europea (European Union, 2019), que estableix i regula els requisits d'ecodisseny per a motors elèctrics i variadors de velocitat d'acord amb la Directiva d'ecodisseny 2009/125/CE, les eficiències mínimes obligatòries són les següents:

- 83,2% per al nivell d'eficiència IE2
- 85,9% per al nivell IE3
- 88,0% per al nivell IE4

Per als motors IE1, el nivell d'eficiència és del 79,7%.

Les dades del Cadastre d' Espanya revelen que les piscines tenen una mitjana d'edat de 34 anys. Tenint en compte que les bombes solen tenir una vida útil d'aproximadament 25 anys, s'adoptarà com a xifra representativa el valor mitjà de 19 anys reportat a l'estudi sectorial ASOFAP de 2017 sobre l'inventari de piscines públiques i col·lectives d'Espanya.

Reconeixent aquest període de 19 anys, es pot deduir que les eficiències motrius predominants durant aquest període van ser IE1 (79,7%) o IE2. L'adopció obligatòria de motors amb índex d'eficiència superiors encara no estava en vigor en aquella època, cosa que suggereix una eficiència hidràulica potencialment tan baixa com el 65%.

Utilitzant les dades esmentades anteriorment, el càlcul de la potència elèctrica total d'entrada projectada:

$$P_{input} = \frac{P_b}{\eta_b \eta_m} = \frac{284,0 \text{ kW}}{65\% \times 79.7\%} = 548,2 \text{ kW}$$

El turisme a la Costa Brava presenta una marcada estacionalitat. En examinar diverses fonts, com ara les plataformes de reserves d'hotels i les publicacions acadèmiques (Saló et al., 2012),

emergeix un patró clar: la majoria dels hotels operen principalment entre maig i octubre. En conseqüència, aquest interval s'ha adoptat com a període fundacional per als càlculs posteriors.

A més, segons les dades proporcionades per Europump (Associació Europea de Fabricants de Bombes) i l'anàlisi preparatòria del lot 29 de la Directiva 2009/125/CE (European Parliament, 2009; Europump, 2013, 2014; Schofield, 2016) de disseny ecològic, les bombes de piscina que posseeixen una potència superior a 2,2 kW, les que s'utilitzen habitualment en piscines comunitàries, compten amb una durada operativa anual prevista que supera les 3.375 hores. Aquesta estimació s'alinea perfectament amb els patrons d'utilització estacional de les instal·lacions de piscines dels hotels de la Costa Brava; per tant, s'ha seleccionat com a mètrica per determinar l'energia necessària per a la filtració a totes les instal·lacions de piscines d'aquests establiments.

Extrapolant a partir de les dades aportades, es preveu que el consum anual d'energia elèctrica dedicada a la recirculació d'aigua a totes les piscines hoteleres de la Costa Brava sigui d'aproximadament 1.850,2 MWh, tal com es calcula a continuació:

$$\begin{aligned} \text{Energia}_{\text{elèctrica}} &= P_{\text{input}} \times \text{Temps total anual} = 548,2 \text{ kW} \times 3.375 \frac{\text{hores}}{\text{any}} = 1.850.207,5 \frac{\text{kWh}}{\text{any}} \\ &= 1.850,2 \text{ MWh/any} \end{aligned}$$

El segon objectiu d'aquesta investigació és quantificar les pèrdues d'aigua associades a les piscines instal·lades als hotels de la Costa Brava. Les pèrdues d'aigua solen ser degudes a diferents causes, les més habituals són la substitució total de l'aigua a les piscines, així com la substitució parcial per compensar les pèrdues d'aigua per evaporació. A més, el manteniment rutinari i la neteja dels sistemes de filtració, juntament amb possibles fuites, també contribueixen a aquestes pèrdues.

En l'actualitat, la majoria de les piscines romanen omplertes durant tot l'any, la qual cosa fa que la pràctica tradicional de drenatge i reompliment estacional quedi obsoleta. Com a resultat, les estimacions del consum d'aigua en aquest estudi s'aborden de manera conservadora. Aquest enfocament no té en compte les pèrdues potencials d'aigua derivades del manteniment del sistema de filtració, les fuites i altres activitats relacionades amb la piscina, com ara el buidatge o l'extracció d'aigua per part dels propietaris o usuaris de la piscina. Els matisos i la prevalença d'aquestes pràctiques són difícils d'avaluar, cosa que la converteix en un terreny fèrtil per a futurs esforços de recerca.

L'evaporació pot ser, sobretot en climes càlids com el mediterrani, una de les principals causes de pèrdua d'aigua a les piscines. S'han realitzat diversos estudis per calcular les taxes d'evaporació, amb mètodes notables com la fórmula ASHRAE (American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers) i el mètode desenvolupat a l'article "Mètodes per al càlcul de l'evaporació de piscines i altres superfícies d'aigua" (Linacre, 1977; Linacre et al., 1970; Penman, 1948; Shah, 2018, 2022, 2023).

L'evaporació de l'aigua de les piscines depèn de diversos factors. Aquests inclouen la superfície de la piscina i el nombre d'usuaris de la piscina, amb el nombre de persones que utilitzen la piscina augmentant la taxa d'evaporació, i la transferència d'aigua associada als banyistes. Els paràmetres ambientals com la temperatura de l'aigua i la temperatura de l'aire, la humitat

relativa i la pressió del vapor d'aigua modulen encara més aquesta taxa. La literatura acadèmica existent i els coneixements de la indústria de la regió mediterrània suggereixen valors d'evaporació mitjans entre 5 i 8 l/m²/dia.

Als efectes d'aquesta investigació, tenint en compte les temperatures amplificades atribuïdes al canvi climàtic, es va adoptar una taxa d'evaporació de l/m²/dia (Hof & Schmitt, 2011). El càlcul cobreix tot l'any i no només la temporada alta. Això es deu a la pràctica predominant de la indústria durant els mesos de temporada baixa i d'hivern per mantenir les piscines plenes. Aquesta mesura conserva l'aigua minimitzant la recirculació i utilitzant el tractament químic suficient per garantir la qualitat de l'aigua. Així, fent referència a les 175 piscines presents als establiments hotelers de la Costa Brava, la Taula 15 determina les superfícies mitjanes classificades per municipis i per categoria d'hotels. De forma acumulada, aquestes piscines abasten una superfície total de 22.879 m². A partir de la taxa d'evaporació esmentada, l'evaporació anual és de 50.105 m³. Això es tradueix en una evaporació anual de 2,19 m³/m² de superfície de la piscina.

El volum total de piscines dels establiments és de 34.776m³, considerant una profunditat mitjana d'1,52 m, segons l'estudi sectorial realitzat l'any 2017 per la patronal del sector de la piscina espanyola ASOFAP (Asociación Española de Profesionales del Sector Piscinas (ASOFAP), s.d.), amb això, l'evaporació seria gairebé equivalent a omplir totes les piscines 1,4 vegades l'any.

Finalment, per determinar la petjada de carboni equivalent anual derivada dels esmentats consums d'energia i aigua, es fa referència a la Guia de càlcul d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (emissions de GEH) emesa per la Generalitat de Catalunya l'any 2021 (Generalitat de Catalunya, 2021b). Relatiu a Catalunya per a l'any 2020, la guia especifica:

- El factor d'emissió de GEH per a l'energia per al mix elèctric general de la xarxa és de 0,25 kg de CO₂/kWh.

$GEH \text{ Emission Gasos Efecte Hivernacle}_{\text{Piscines hotels Costa Brava}} = Energia_{\text{elèctrica}} \times 0,25 \text{ kg } CO_2 / kWh = 1.850.207,5 \text{ kWh/year} \times 0,25 \text{ kg } CO_2 / kWh = 462.551,88 \text{ kg } CO_2 \text{ eq./ any} = 462,55 \text{ tCO}_2 \text{ eq./any}$

- El factor d'emissió de GEH per a l'aigua és de 0,385 kg CO₂/kWh i cobreix:
 - Les etapes d'extracció d'aigua, tractament per fer-la potable, distribució alta i baixa d'aigua, clavegueram, tractament d'aigües residuals i retorn de l'aigua depurada al medi ambient i reutilització.
 - Emissions de CO₂, CH₄ i N₂O, s'expressen en CO₂ eq. es considera que les etapes del cicle de l'aigua no generen emissions de gasos fluorats.

Amb el que tenim:

$GHG \text{ Water emissions}_{\text{Costa Brava hotel swimming pools}} = Volume \text{ water}_{\text{consumption}} \times 0,385 \text{ kg } CO_2 / kWh = 50.105 \text{ m}^3 * 0,385 \text{ kg } CO_2 / kWh = 19.290,43 \text{ kg } CO_2 \text{ eq./ any} = 19,29 \text{ tCO}_2 \text{ eq./ any}$

El carboni equivalent que quantifica la petjada d'emissions de GEH de les piscines dels establiments hotelers de la Costa Brava és de 481,8 tCO₂ eq./any. En conclusió, la Taula 16 recull els principals resultats d'aquesta investigació.

CONCEPTE	VALOR
Total de piscines dels hotels de la Costa Brava	175
Superfície mitjana per piscina (m ²)	130.7 m ²
Superfície total de les piscines dels hotels de la Costa Brava (m ²)	22,879.0 m ²
Volum total de les piscines dels hotels de la Costa Brava (m ³)	34,776.1 m ³
Cabal de circulació global del total de les piscines (m ³ /h)	8,694.0 m ³ /h
Potència hidràulica total per recircular tot el cabal (kW)	284.0 kW
Potència elèctrica total per recircular tot el cabal (kW)	548.2 kW
Energia total any per recircular tot el cabal (MWh)	1,850.2 MWh/any
Petjada de carboni equivalent de l'energia elèctrica (tCO₂eq./any)	462.6 tCO₂eq./any
Pèrdues any per evaporació (m ³)	50,105 m ³ /any
Petjada de carboni equivalent de l'aigua evaporada (tCO₂eq./any)	19.3 tCO₂eq./any
Petjada de carboni equivalent de les piscines (tCO₂eq./any)	481.8 tCO₂eq./any

Taula 16. Resum dels principals resultats de la recerca (Font: Elaboració pròpia)

Tenint en compte aquestes troballes, hi ha una necessitat inequívoca de reduir la petjada de carboni equivalent i millorar la sostenibilitat de les piscines, un actiu fonamental en la indústria hotelera. L'edat relativament avançada de la construcció de piscines, que està entre els 19 i els 34 anys (Asociación Española de Profesionales del Sector Piscinas (ASOFAP), s.d.), subratlla oportunitats importants de millora. A més, combinar millores d'eficiència amb mesures d'estalvi de costos en la gestió de piscines pot generar beneficis tangibles (Delgado Marín et al., 2019).

Diverses solucions del mercat contemporani advoquen per una millor eficiència en la gestió de piscines (Cruz-Pérez et al., 2022; Mendoza et al., 2023; Yoon et al., 2022). En particular, destaca la transició a bombes modernes amb una eficiència hidràulica superior. Els avenços en les tecnologies de disseny i fabricació han suposat millores notables, com la integració de motors IE3 o IE4, perfeccionaments en els sistemes hidràulics de la piscina i la incorporació de velocitat variable en la recirculació d'aigua. Un enfocament més holístic implica conceptualitzar tota la piscina com un sistema interconnectat, on les millores individuals contribueixen col·lectivament a la reducció global de l'eficiència i el consum d'energia. El sector hotelier és molt sensible a la millora del seu impacte ambiental, i molts establiments i col·lectius hotelers ja apliquen estratègies per avaluar i reduir el seu impacte ambiental.

3. SOSTENIBILITAT I IMPACTE AMBIENTAL DEL SECTOR TURÍSTIC: MODELS DESCRIPTIUS I SIMULACIÓ APLICATS A LES PISCINES DEL SECTOR HOTELER DE LA COSTA BRAVA

Després d'analitzar els dos punts anteriors, es fa necessari trobar un mètode per aconseguir piscines més sostenibles. L'objectiu d'aquesta investigació és proposar una piscina més sostenible a nivell hídric i energètic a la zona de la Costa Brava. La metodologia està centrada en la creació d'un model descriptiu d'aigua i energia per a piscines i en la seva monitorització per a proposar la transició cap a una piscina més sostenible enfront del canvi climàtic. La investigació es caracteritza per un enfocament exploratori, descriptiu i de simulació per adaptar les piscines als nous reptes ambientals. A més, la modelització i simulació realitzada ajuda al càlcul de la variable com a eina de millora. Per al balanç energètic, en piscines exteriors el bombeig és una variable important i hi ha tecnologies, com la variació de velocitat, que permeten reduir-lo.

Actualment, Catalunya està experimentant un període de sequera molt important, amb desafiaments tant ecològics com socioeconòmics. La disminució de les precipitacions a la regió, atribuïda en part al canvi climàtic, ha suposat un descens crític dels nivells d'aigua disponibles i el govern regional (Generalitat de Catalunya) ha decretat l'estat d'emergència per sequera hidrològica.

Aquesta investigació representa una eina important per a la millora de la sostenibilitat de les instal·lacions aquàtiques de piscina, afectant tots els grups d'interès relacionats, encara que és especialment important per als propietaris d'aquestes instal·lacions. A més de les millores en la sostenibilitat dels equipaments, també es poden obtenir millores operatives. Així mateix, és una eina important per al Govern, ja que el consum dels recursos hídrics i energètics és un problema al qual s'enfronten, i que cada vegada és més crític per a totes les regions afectades pel canvi climàtic.

3.1. Introducció

Les experiències derivades de la pandèmia del COVID-19 i el canvi climàtic representen un desafiament sense precedents per als ecosistemes i les societats a nivell global. El canvi climàtic afecta de manera significativa zones de clima mediterrani amb alta densitat turística, com la Costa Brava de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2017; Gössling et al., 2020; Mellou et al., 2022; Saurí et al., 2013; Scott et al., 2012; Uzunlar & Dis, 2024; World Tourism Organisation (UNWTO), 2022). Aquestes àrees enfronten desafiaments únics a causa de la importància i la gran massa de turisme que reben, amb la necessitat de gestionar recursos hídrics i energètics de manera eficient (Iraldo & Nucci, 2016; Mendoza et al., 2023; Villar-Navascués & Pérez-Morales, 2018).

A Catalunya, i en particular, a la Costa Brava, un emplaçament turístic que experimenta una gran afluència de visitants durant el període estival, l'increment notable de la població ocasiona complicacions importants en la gestió de recursos i en el maneig dels residus produïts. Aquest augment poblacional, que multiplica diverses vegades el nombre d'habitants habituals, comporta un consum d'energia i aigua més gran, incrementa la mobilitat i la generació de deixalles, el suposa un impacte ambiental significatiu (Kiper V. O. et al., 2022; Puig et al., 2017; R. Sun & Gao, 2012).

Les piscines d'hotels juguen un rol decisiu en l'oferta turística d'aquests establiments hotelers (Bočkus et al., 2023; Saló et al., 2014; Soifer et al., 2021), ja que són un dels principals del sector per a l'atracció de clients i ofereixen un espai de recreació i relaxació que complementa l'experiència dels visitants, de d'altra banda, aquestes piscines públiques estan subjectes a normatives (Ministerio de Sanidad, 2013) i s'han d'adaptar a nous escenaris mitjançant la implementació de tecnologies i pràctiques que en redueixin la petjada ambiental (Díaz Pérez et al., 2019; Gallion et al., 2014; Puig et al., 2017; Rico et al., 2019).

Actualment, Catalunya travessa un període de sequera molt important, amb desafiaments tant ecològics com socioeconòmics. La disminució de les precipitacions a la regió, atribuïda en part al canvi climàtic, ha suposat un descens crític dels nivells d'aigua disponibles i, el govern de la Generalitat de Catalunya ha decretat l'estat d'emergència per sequera hidrològica. Aquest decret de sequera ha imposat una sèrie de restriccions escalonades en tres subfases d'emergència, que inclouen limitacions en el consum humà d'aigua, així com en l'agricultura, la ramaderia i la indústria. A més, s'ha prohibit iniciar nous projectes que requereixen un ús intensiu d'aigua.

En el cas concret de les piscines, les piscines cobertes inscrites al centre d'equipaments esportius de la Generalitat de Catalunya només es pot reposar l'aigua que es perdi diàriament, però no es podran omplir des de zero aquestes piscines. Pel que fa als clubs esportius que utilitzin piscines per a esports federats també podran reposar aigua. Tot i això, en l'àmbit privat i turístic, les piscines privades, així com les piscines d'hotels, càmpings i parcs aquàtics no es podran omplir ni reomplir (Generalitat de Catalunya, 2024; Generalitat de Catalunya (Agència Catalana de l'Aigua), 2024).

L'objectiu d'aquesta investigació és proposar una piscina més sostenible a nivell hídric i energètic a la zona de la Costa Brava, utilitzant indicadors contrastats mitjançant un model descriptiu de piscines i una simulació amb monitorització de piscines de la zona, per determinar accions i actuacions clau per afrontar el canvi climàtic. Aquesta zona de clima mediterrani, amb períodes de sequera habituals (Pisano et al., 2020; Tramblay, Koutroulis, et al., 2020; Tramblay, Llasat, et al., 2020), disposa d'un gran nombre de piscines, com a actiu turístic destacat al sector hotelier. Un altre tema rellevant referit a la sostenibilitat de les piscines és la reducció de químics i residus que s'analitzaran en investigacions futures.

Cal considerar que els canvis en els patrons de precipitació, inherents al clima mediterrani i que han persistit i intensificat els darrers temps a Catalunya, han desencadenat, la promulgació d'aquest decret de sequera per part de les autoritats, aquest decret complica la temporada estival en l'àmbit de les piscines residencials i planteja grans desafiaments al sector turístic davant del canvi climàtic. Així doncs, la situació promou reptes considerables al sector turístic, ja que l'escassetat d'aigua no només limita l'oferta recreativa relacionada amb les piscines, sinó que també exigeix una nova avaluació de pràctiques i estratègies per garantir la sostenibilitat i la responsabilitat ambiental en el sector. Per tant, és imperatiu explorar com les piscines són més sostenibles per mitigar-ne el seu impacte ambiental. Això inclou l'estalvi d'aigua, mitjançant la reducció de l'evaporació i el reciclatge d'aigua i, l'eficiència energètica, mitjançant l'ús d'energies renovables i sistemes més eficients. Aquestes mesures no sols responen a la necessitat de conservar recursos naturals sinó també a la pressió econòmica derivada de la crisi

energètica i plantegen una oportunitat per innovar i transformar la indústria turística catalana cap a un model de negoci més eficient.

La metodologia d'aquesta investigació se centra en la creació d'un model descriptiu d'aigua i energia per a piscines i la monitorització de tres piscines de la zona objecte d'estudi per proposar la transició a una piscina més sostenible davant del canvi climàtic. La investigació es caracteritza per un enfocament exploratori, descriptiu i de simulació per adaptar les piscines als nous escenaris ambientals. La monitorització de les tres piscines permet avaluar el consum de recursos, amb la perspectiva d'incrementar l'eficiència hídrica i energètica per reduir l'impacte ambiental.

3.2. Resultats i discussió

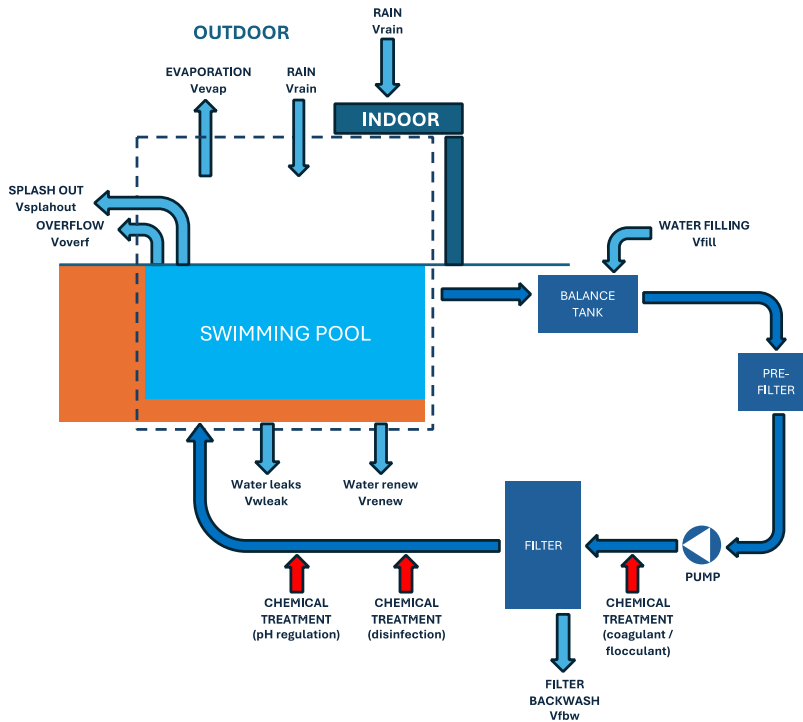
Com s'ha comentat l'objectiu principal d'aquesta investigació és formular propostes per a la creació d'una piscina més sostenible des del punt de vista hídric i energètic a la zona de la Costa Brava. Aquesta proposta es basa en l'ús d'indicadors ben establerts mitjançant l'aplicació d'un model descriptiu específic per a piscines, així com en la realització de simulacions que inclouran la monitorització de les piscines existents a la regió. L'objectiu final és identificar les accions i les mesures clau que caldrà emprendre per tal de fer front al canvi climàtic i millorar la sostenibilitat de les piscines. A continuació, procedirem amb la descripció dels models hidràulic i energètic de la piscina, seguit de l'anàlisi del disseny experimental per a la monitorització i simulació de les piscines.

3.2.1. Model hidràulic de la piscina

Per establir un model hídric que reflecteixi l'equilibri entre els volums d'aigua que entren i surten d'una piscina, la Il·lustració 7 mostra un esquema de la línia de circulació d'aigua amb els components principals i els fluxos d'entrada i sortida. Aquesta anàlisi es centrarà en la dinàmica hídrica i deixarà l'estudi dels processos de tractament químic de l'aigua per a una investigació posterior. A l'esquema proposat del circuit hidràulic, les fletxes de color blau clar simbolitzaran les variacions en el volum de l'aigua continguda a la piscina.

Un cop establert aquest model hídric, es passarà a fer el càlcul del consum d'aigua de la instal·lació. Amb aquesta informació, es determinaran les mesures necessàries per reduir el consum d'aigua, cosa essencial tant per a la sostenibilitat ambiental com per a l'eficiència operativa de les piscines. Aquestes mesures podrien incloure la implementació de sistemes de recirculació més eficients, l'adopció de tecnologies de tractament d'aigua que minimitzin les pèrdues per filtració i evaporació, i la integració de pràctiques de gestió de l'aigua que promoguin l'ús racional d'aquest recurs.

Aquest enfocament integral no només ajuda a preservar l'aigua, un recurs cada cop més escàs, sinó que també pot oferir beneficis econòmics significatius en reduir els costos operatius associats amb l'ompliment i el manteniment de les piscines. Aquest enfocament permet aïllar les variables que incideixen directament al balanç hídric i facilita la comprensió dels processos físics que regeixen el sistema de recirculació.



Il·lustració 6. Representació esquemàtica del circuit hidràulic de la piscina (Font: Elaboració pròpia a partir de bibliografia acadèmica i industrial).

A la Taula 17, s'exposen i expliquen les principals variables que componen el circuit hidràulic d'una piscina, aspecte fonamental per al manteniment i la gestió eficaç de l'aigua. Aquestes variables no sols abasten el volum d'aigua que es mou a través del sistema de filtració i recirculació, sinó també aspectes importants com les taxes d'addició d'aigua fresca, l'evaporació i les pèrdues per ús i neteja. Entendre aquests components és vital per garantir una qualitat òptima de l'aigua, mantenint alhora un ús eficient dels recursos hídrics i energètics.

Nom	Definició	Acrònim
Water filling	Emplenat d'aigua de renovació de la piscina. Aquesta entrada d'aigua serveix per compensar les pèrdues d'aigua de la resta de variables.	V_{fill}
Filter backwash	Per poder realitzar les operacions de manteniment i neteja dels filtres es fa servir aigua enviada en sentit contrari al funcionament del filtre. Aquesta aigua de neteja és enviada al sistema de clavegueram.	V_{fbw}
Water renew	Segons la legislació d'alguns països cal una renovació mínima d'aigua amb aigua fresca, aquesta renovació és obligatòria per assegurar que la qualitat de l'aigua és la idònia i no representa un problema per als banyistes.	V_{renew}
Water leaks	Pèrdues d'aigua per manca d'estanquitat del vas o del sistema hidràulic de la piscina.	V_{wleak}
Overflow	Pèrdues d'aigua pel sistema de sobreiximent de la piscina.	V_{overf}
Splash out	Pèrdues d'aigua a causa de les esquitxades, l'ús i la interacció amb els usuaris. Aquestes quantitats es consideren generalment dins de l'estimació d'evaporació en piscines ocupades.	$V_{splahout}$
Evaporation	Pèrdues d'aigua per l'evaporació de la superfície de la piscina.	V_{evap}

Rain	Contribució de l'aigua de pluja, en el cas de les piscines exteriors descobertes correspon a l'aigua recollida a la superfície total de la piscina. En el cas de piscines interiors, cal que la instal·lació disposi d'un sistema de recollida d'aigua de pluja, per legislació en alguns països no està permès aquest sistema.	V_{rain}
------	---	------------

Taula 17. Variables del circuit hidràulic d'una piscina (Font: Elaboració pròpia).

Per calcular el balanç hídric de les piscines, cal tenir en compte les variables de la Taula 17 i considerar les variables que són d'entrada i de sortida del sistema piscina. La següent equació determina la variació del volum d'aigua del sistema piscina (V_{wp}) en el temps:

$$\frac{dV_{wp}}{dt} = V_{fill} + V_{rain} - V_{fbw} - V_{evap} - V_{renew} - V_{wleak} - V_{overf} - V_{splahout}$$

Aquesta equació es podria simplificar en cas que es consideri que el sistema hidràulic és estacionari i està en equilibri, que en condicions normals és la condició normal de les piscines i on l'aigua d'ompliment compensa les pèrdues d'aigua de la resta de variables, la següent equació respon a aquesta simplificació:

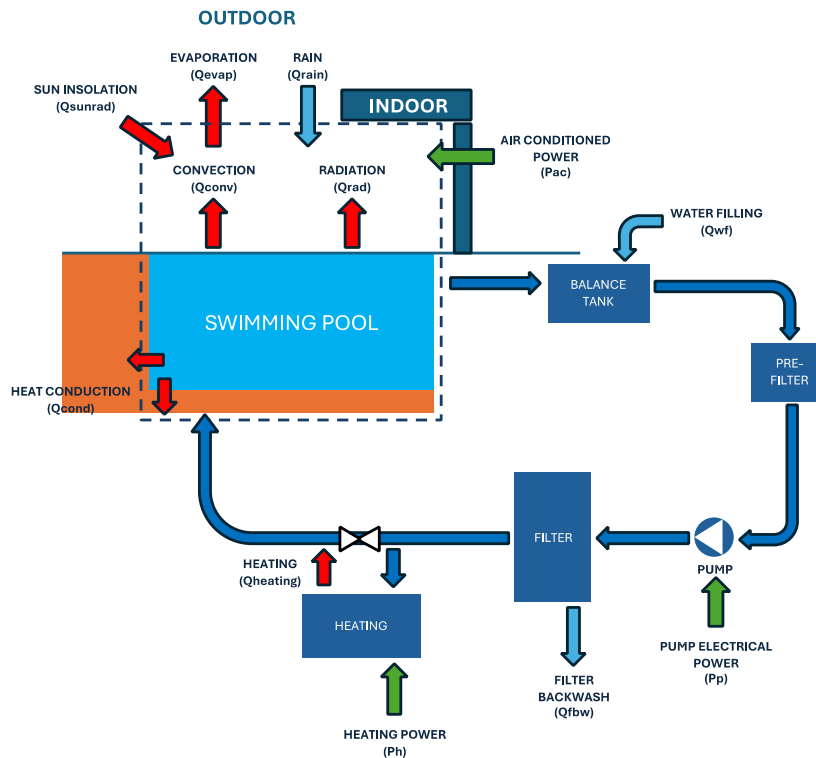
$$V_{fill} = V_{fbw} + V_{evap} + V_{renew} + V_{wleak} + V_{overf} + V_{splahout} - V_{rain}$$

La discussió sobre aquestes variables hidràuliques s'aprofundeix en considerar-ne l'impacte directe en la sostenibilitat ambiental de les instal·lacions aquàtiques. Per exemple, una taxa d'evaporació alta no només augmenta la demanda d'aigua fresca, sinó que també incrementa el consum energètic a causa de la necessitat d'escalfar més aigua per reposar la pèrdua, en el cas de piscines interiors amb sistemes de calefacció per a l'aigua. Així mateix, una comprensió detallada de la filtració i les pèrdues per ús pot conduir a la implementació d'estratègies més eficients, com ara sistemes de cobertors de la piscina que redueixen l'evaporació o tecnologies de filtració avançada que minimitzin la necessitat de renovacions freqüents d'aigua.

A més, aquesta anàlisi detallada de les variables del circuit hidràulic subratlla la importància d'adoptar un enfocament integrat per a la gestió de l'aigua a les piscines, que no només consideri els aspectes operatius i de manteniment, sinó també els impactes ambientals i econòmics d'aquestes pràctiques. L'adopció de tecnologies innovadores i sostenibles, juntament amb pràctiques de gestió eficaces, pot portar a una reducció significativa en el consum d'aigua, contribuint així a la sostenibilitat global de les instal·lacions aquàtiques de piscina.

3.2.2. Model energètic de la piscina

A la següent Il·lustració 8 es representa un esquema del balanç energètic a les piscines, un component crític per entendre com es gestionen i es poden optimitzar els recursos energètics en aquestes instal·lacions. Aquest esquema inclou diversos factors que incideixen en el consum i la conservació d'energia, com ara la calefacció de l'aigua, els sistemes de filtratge i bombament i les pèrdues tèrmiques a través de l'evaporació i la transmissió tèrmica cap a l'entorn. Aquest esquema no té en compte el sistema d'il·luminació.



Il·lustració 7. Representació esquemàtica del balanç energètic de la piscina (Font: Elaboració pròpia a partir de la literatura acadèmica i del sector industrial).

El balanç energètic d'una piscina es defineix com la relació entre l'energia subministrada al sistema i l'energia perduda o utilitzada pel sistema. Aquest balanç és fonamental per implementar mesures d'eficiència energètica i sostenibilitat, considerant aspectes com:

- 1. Pèrdues Tèrmiques:** L'evaporació de l'aigua és una font significativa de pèrdua de calor a les piscines, el canvi d'estat de líquid a gas es una reacció endotèrmica. La utilització de cobertors o sistemes de deshumidificació a piscines interiors pot controlar aquestes pèrdues. A més, l'aïllament tèrmic de la piscina i la minimització de les pèrdues per transmissió a través de les parets i el fons són estratègies clau per mantenir el balanç energètic favorable.
- 2. Calefacció de l'Aigua:** L'energia necessària per escalfar l'aigua de la piscina representa una de les demandes energètiques més grans. La utilització de sistemes de calefacció més eficients, com ara bombes de calor, sistemes solars tèrmics o la recuperació de calor d'aigües grises, pot reduir significativament aquest consum.
- 3. Sistemes de Filtració i Bombeig:** Aquests sistemes són essencials per mantenir la qualitat de l'aigua, però també consumeixen energia. L'optimització de la seva operació i ús d'equips amb alta eficiència energètica poden disminuir la despesa energètica associada.
- 4. Sistema d'aire condicionat:** El sistema d'aire condicionat i tractament tèrmic a piscines cobertes controla temperatura, humitat i qualitat de l'aire, assegura confort i protegint la infraestructura.

La implementació de pràctiques i tecnologies que millorin el balanç energètic no només contribueix a la sostenibilitat ambiental, sinó que també representa una reducció dels costos

operatius de les piscines. L'avaluació detallada de l'esquema del balanç energètic, com es mostra a la Il·lustració 8, és un pas essencial cap a la comprensió i la millora de l'eficiència energètica en aquestes instal·lacions.

A la Taula 18, s'exposen les variables principals per definir el balanç tèrmic de les piscines. Aquestes variables fan referència tant al balanç tèrmic i els seus elements, com a l'energia requerida per al funcionament correcte del sistema.

Nom	Definició	Acrònim
Water filling	En cas que la piscina tingui un sistema de calefacció de l'aigua, aquesta variable correspon a la demanda de calor a causa de portar l'aigua de renovació de la piscina des de la temperatura d'origen fins a la temperatura requerida a la piscina.	Q_{wf}
Filter backwash	Igual que en el cas anterior, si la piscina té un sistema de calefacció de l'aigua, aquesta variable correspon a la pèrdua de calor de l'aigua del contrarrentat del filtre.	Q_{fbw}
Heating	Correspon al valor de calor que proporciona el sistema de calefacció de l'aigua per mantenir el volum d'aigua de la piscina d'acord amb la referència de temperatura.	$Q_{heating}$
Heat conduction	Pèrdues de calor degudes a les pèrdues per conducció, a través de la superfície de la piscina i a través de les parets i el terra de la piscina.	Q_{cond}
Convection	Pèrdues de calor degut a la transferència de calor per convecció, deguda a la transferència de calor entre la superfície de l'aigua i l'aire exterior i interior.	Q_{conv}
Radiation	Pèrdues de calor a causa de la transferència de calor per radiació entre la superfície de l'aigua i altres superfícies circumdants, com ara les parets o el cel.	Q_{rad}
Evaporation	Pèrdues de calor degudes a l'evaporació (canvi de fase de líquid de gas) d'aigua a la superfície de la piscina.	Q_{evap}
Rain	Demanda de calor degut a portar l'aigua de pluja que entra a la piscina des de la temperatura d'origen fins a la temperatura requerida a la piscina.	Q_{rain}
Sun insolation	Calor procedent de la radiació solar directa.	Q_{sunrad}
Pump electrical power	Necessitats d'energia per poder dur a terme la filtració i el tractament de l'aigua de la piscina.	P_p
Heating Power	Necessitats d'energia per al tractament tèrmic de l'aigua de la piscina.	P_h
Air-conditioned power	En el cas de piscines interiors, aquesta variable correspon a les necessitats d'energia per al tractament de l'aire (deshumidificació i condicionament tèrmic) de la piscina.	P_{ac}

Taula 18. Variables del balanç tèrmic de la piscina (Font: Elaboració pròpia).

Per calcular el balanç energètic de les piscines, cal tenir en compte les variables de la Taula 18 i considerar les variables que són d'entrada i de sortida del sistema piscina. La següent equació representa la variació de calor del sistema aigua de la piscina per a unes condicions estacionàries, on tota la calor aportada és per compensar les pèrdues de calor del sistema:

$$Q_{gain} - Q_{loss} = 0$$

Amb el que Q_{gain} (calor guanyat) i Q_{loss} (calor perdut) quedarien de la següent forma a l'equació següent.

$$Q_{gain} = Q_{heating} + Q_{rad}$$

$$Q_{loss} = Q_{cond} + Q_{conv} + Q_{evap} + Q_{rad} + Q_{wf}$$

$$Q_{heating} = Q_{cond} + Q_{conv} + Q_{evap} + Q_{rad} + Q_{wf} - Q_{rad}$$

Precisament aquesta darrera equació es com queda com la fórmula general que contempla la calor necessària que ha de proporcionar el sistema de calefacció de l'aigua de la piscina a través del consum d'energia P_h .

Les necessitats d'energia per poder dur a terme la filtració i el tractament d'aigua de la piscina depenen del volum de la piscina i el temps de recirculació, amb aquests paràmetres es calcula el cabal de filtració per escollir la bomba, com es pot veure a la següent equació, tal com s'ha vist prèviament al text.

$$\text{Cabal total circulat } \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{\text{Volum piscina } (m^3)}{\text{Temps de recirculació } (h)}$$

Per al càlcul de la potència de la bomba es fa servir l'equació següent:

$$P_b = \gamma Q_{total} h_b$$

On:

P_b és la potència hidràulica d'una bomba en W

γ és el pes específic del fluid $\left(9.800 \frac{N}{m^3} \text{ per l'aigua} \right)$

Q és el cabal de treball en $\frac{m^3}{s}$

h_b és l'alçada manomètrica (pressió) a la qual la bomba treballa en m. c. a. (metres de columna d'aigua)

El pas següent és calcular la potència elèctrica consumida per la bomba de filtració que es calcula mitjançant la següent equació.

$$P_1 = P_{input} = \frac{P_b}{\eta_b \eta_m}$$

on:

$P_1 = P_{input}$ és la potència elèctrica subministrada en kW

P_b és la potència hidràulica en kW

η_b és el rendiment de la bomba

η_m és el rendiment del motor

Pel que fa al càlcul de les necessitats de tractament tèrmic i d'humitat de la piscina en aquest estudi, no es contempen aquestes necessitats i aquesta variable queda pendent d'estudi en futures investigacions.

3.2.3. Disseny experimental de monitorització i simulació a piscines

En el procés de disseny i implementació d'un estudi experimental orientat a l'optimització de les piscines i l'ús de l'aigua, s'ha prestat una atenció especial a les característiques específiques de les piscines d'hotels ubicats a la Costa Brava. Atès que la majoria d'aquestes piscines són exteriors i no tenen sistemes de calefacció de l'aigua, la gestió del recurs hídic emergeix com un desafiament crític. Aquest desafiament es veu incrementat en el context actual de crisi de sequera a Catalunya, un fenomen que, influenciat pel canvi climàtic, es preveu que es torni més recurrent en el futur. És important tenir en compte que els diversos models de simulació per predir la quantitat d'aigua perduda per evaporació són empírics, amb paràmetres ambientals clau (Hof et al., 2018; Linacre, 1977; Meyer, 1915; Penman, 1948; Shah, 2018, 2022, 2023; Smith et al., 1999; Uzunlar & Dis, 2024).

En aquest estudi, es tracta de modelar el balanç hídic d'una piscina i si ens concentrem en l'evaporació a través de la simulació, basada en el monitoratge inicial de tres piscines a partir del juliol de 2023, preveient la incorporació de més instal·lacions al futur.

L'objectiu és identificar quin model simplificat de càlcul d'evaporació s'alinea més estretament amb els mesuraments reals. Aquest procés de validació es recolza en dos conjunts de dades meteorològiques: un provinent d'una estació meteorològica instal·lada in situ al costat d'una de les piscines i l'altre obtingut mitjançant una API externa (Wunderground - <https://www.wunderground.com/>).

L'ús de dades locals és indispensable per obtenir mesures precises i contextualitzades; no obstant això, la integració de dades d'una API externa com Wunderground presenta una oportunitat per projectar les condicions d'evaporació a múltiples ubicacions sense necessitat d'implementar infraestructura meteorològica addicional a cada lloc. Aquesta estratègia permetria anticipar les taxes d'evaporació i, per tant, facilitar la presa de decisions informades respecte a la implementació de mesures destinades a minimitzar les pèrdues d'aigua i optimitzar la gestió operativa de les piscines.

Aquest enfocament metodològic no només demostra l'aplicació de tecnologies de simulació i anàlisi de dades a l'àmbit de la gestió de recursos aquàtics, sinó que també subratlla la importància de la innovació en la recerca de solucions sostenibles i eficients per als desafiaments operatius i ambientals associats al manteniment de piscines.

Per a la modelització de l'evaporació de la piscina a l'àmbit acadèmic, com ja s'ha indicat a l'apartat de la revisió de la bibliografia, s'ha reconegut l'existència de diversos models de predicció sobre l'evaporació d'aigua a piscines i altres cossos de aigua superficial, basats en dades experimentals (Linacre, 1977; Meyer, 1915; Penman, 1948; Shah, 2018, 2022, 2023). És

important destacar que els diferents models de simulació destinats a predir la quantitat d'aigua perduda per evaporació es fonamenten en enfocaments empírics. Aquests models avaluen la quantitat d'aigua evaporada en funció de paràmetres ambientals.

Per fer els càlculs de la taxa d'evaporació a l'experiment s'han fet servir dos mètodes amb gran tradició acadèmica.

D'una banda, tenim l'equació de Penman (Linacre, 1977):

$$E_0 = \frac{\frac{700T_m + 15(T - T_D)}{100 - A}}{(80 - T)} \text{ (mm/dia)}$$

On :

$$T_m = T + 0,006h$$

E_0 és el valor de l' evaporació en mm/dia per unitat de superfície de la piscina.

T és la temperatura mitjana.

A és la latitud en graus de la localització.

T_D és la temperatura de rosada.

h és l'alçada respecte al nivell del mar de la localització.

D'altra banda, tenim la fórmula descrita per Meyer al seu estudi " Evaporation of Surface Water Bodies. A Compendium of Water Resources Technology" (1915), que és, encara avui dia, un dels mètodes més utilitzats per avaluar l'evaporació de cossos d'aigua superficial. La fórmula del dit estudi està descrita a l'equació.

$$E_0 = K_M(e_w - e_a) \left(1 + \frac{u_g}{16}\right) \text{ (mm/dia)}$$

On :

$$u_h = Ch^{1/7}$$

$$\frac{e_a}{e_w} = \text{Humitat relativa (\%)}$$

E_0 és el valor d'evaporació en mm/dia per unitat de superfície.

K_M és un coeficient que depèn de la profunditat de la massa d'aigua (0,36 per a masses d'aigua profundes i 0,5 per a masses d'aigua poc profundes o superficials). Per a piscines s'utilitza 0,5 com a coeficient K_M

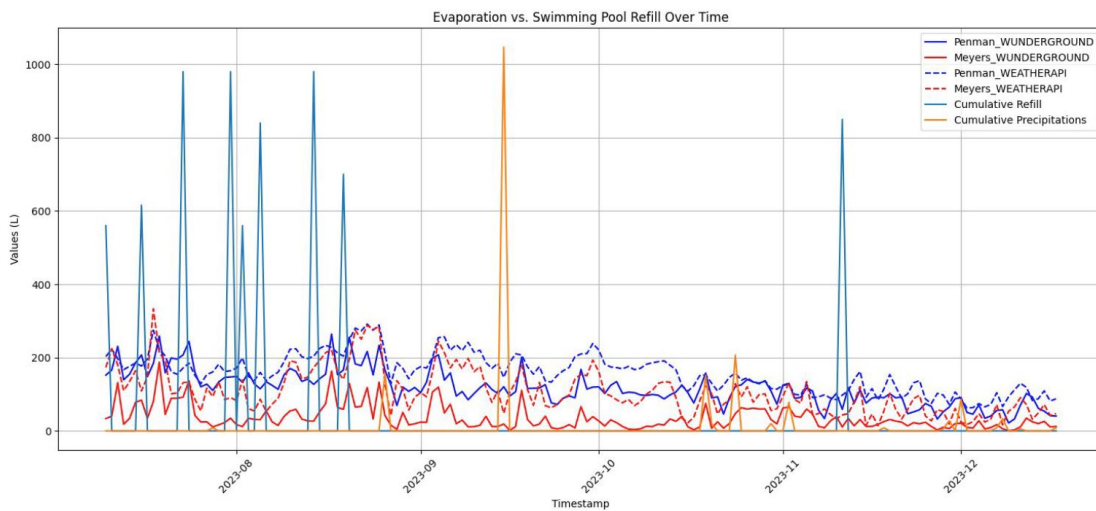
e_a és la pressió de saturació del vapor d'aigua a la temperatura de la superfície de l'aigua (mmHg).

e_w és la pressió de saturació del vapor d'aigua per sobre de la superfície de l'aigua a una altura determinada (mmHg).

u_g és la velocitat mitjana diària del vent a una alçada de 9 m per sobre de la superfície (km/h).

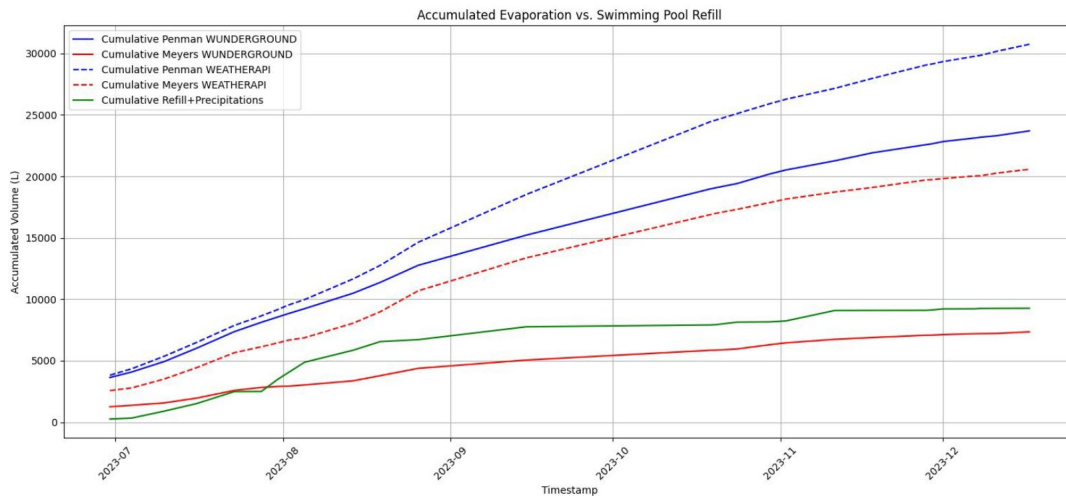
Amb aquestes premisses es procedeix a la monitorització i simulació de les instal·lacions. Els gràfics de les instal·lacions permeten reflectir els resultats de la simulació durant un període d'un any aproximadament.

Al Gràfic 4 es poden veure la recopilació de dades i simulació de la instal·lació 1 amb una periodicitat diària en litres:



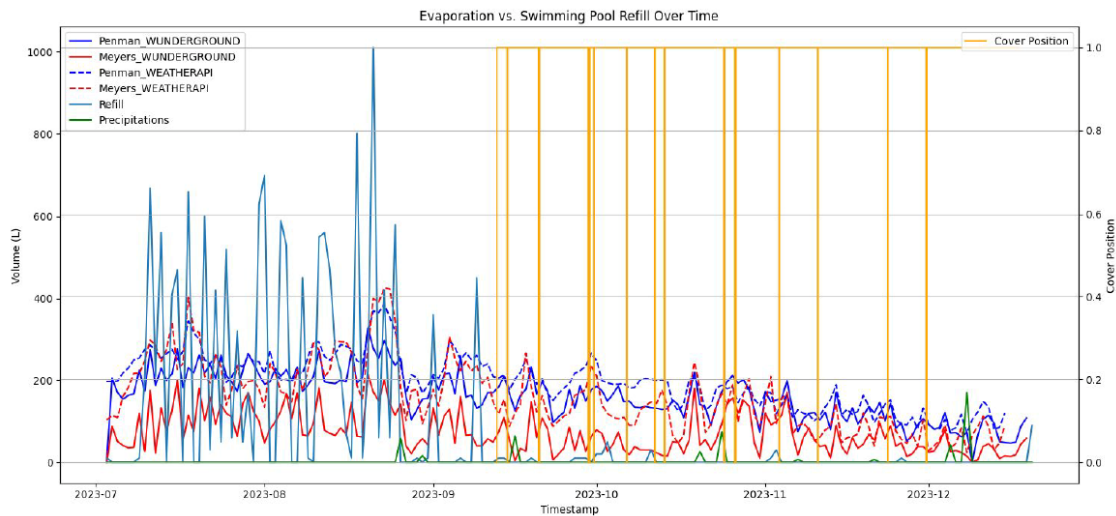
Gràfic 4. Balanç hídric de la instal·lació 1 (valors diaris) (Font: Valors de simulació).

La naturalesa puntual dels valors diaris d'evaporació dificulta la interpretació directa de les tendències, per tant, es recomana la utilització de valors acumulats al llarg d'un període de temps per a una comprensió més integral del fenomen. Això s'il·lustra a la Gràfic 5, on s'exhibeixen les dades acumulades corresponents a la mateixa instal·lació. La representació acumulativa permet apreciar les tendències i els patrons subjacents en el comportament de l'evaporació, facilitant així l'anàlisi i la presa de decisions basades en un marc temporal més ampli.



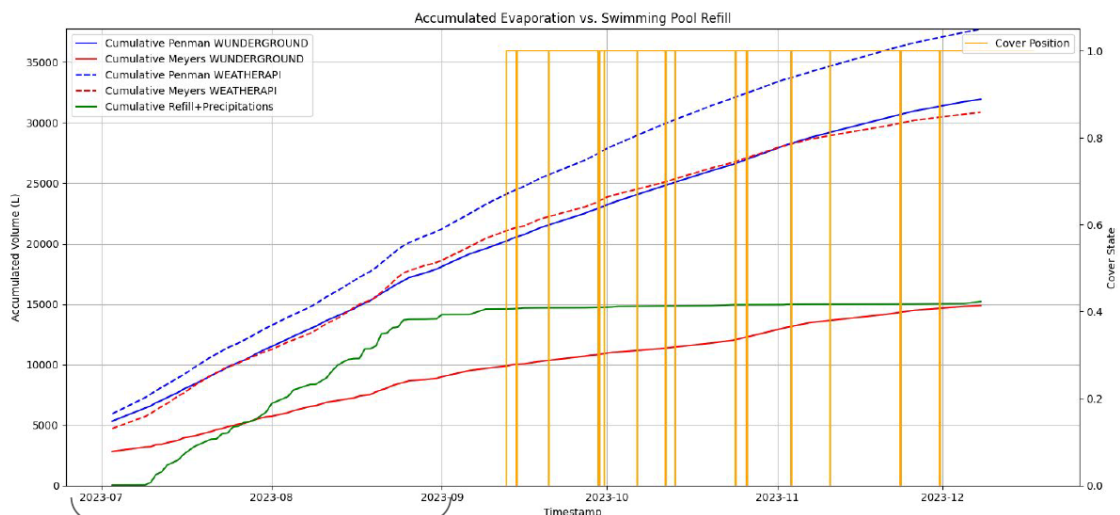
Gràfic 5. Balanç hídric de la instal·lació 1 (valors acumulats) (Font: Valors de simulació).

De la mateixa manera al Gràfic 6 es poden observar les dades de recopilació diàries de la instal·lació 2.



Gràfic 6. Balanç hídric de la instal·lació 2 (valors diaris) (Font: Valors de simulació).

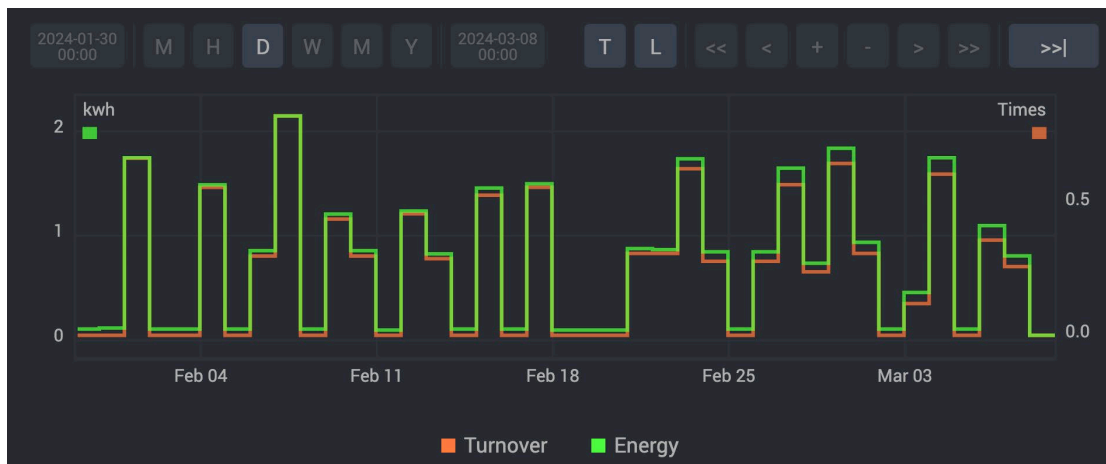
Al Gràfic 7, s'exposen les dades acumulades corresponents a la mateixa instal·lació 2.



Gràfic 7. Balanç hídric de la instal·lació 2 (valors acumulats) (Font: Valors de simulació).

En el context de les instal·lacions de piscines exteriors objecte d'estudi, és important esmentar l'absència de sistemes de climatització de l'aigua normalment. Aquesta particularitat comporta que el requeriment energètic principal s'origina en el procés de bombeig necessari per a la filtració i tractament de l'aigua. Actualment, es fa una simulació del consum energètic, aquest procés de simulació és determinant per a la identificació d'oportunitats de millora en eficiència energètica de les instal·lacions de piscines exteriors.

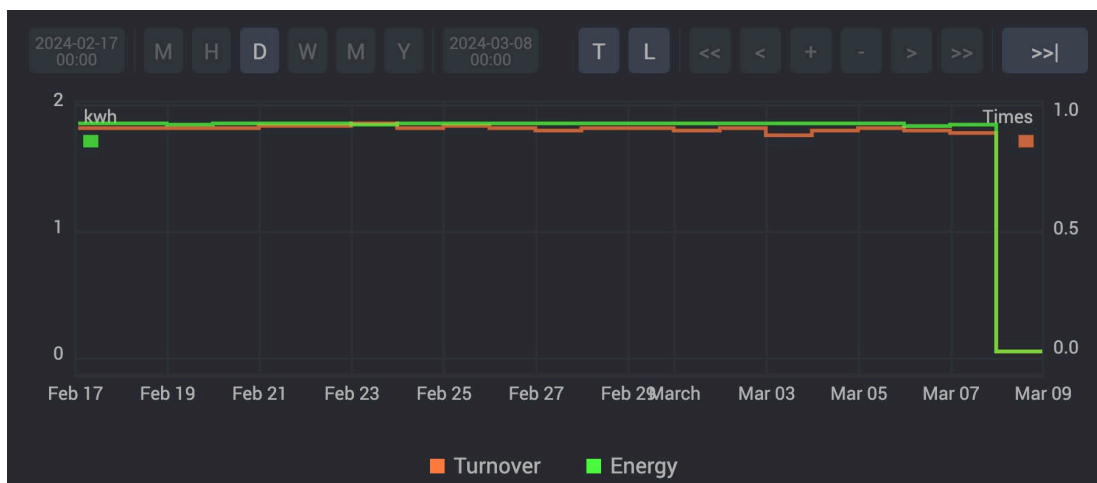
Al Gràfic 8 es pot veure el consum energètic de filtració de la piscina, en kWh, superposat a la rati de recirculació de l'aigua de la instal·lació a través del sistema de filtratge, en nombre de recirculacions.



Gràfic 8. Balanç energètic de la instal·lació 1 – Comparació entre el consum d'energia de la instal·lació i la facturació d'aigua (Font: Captura de pantalla del dashboard de la simulació).

En aquesta instal·lació la bomba de filtració disposa d'un variador de freqüència que permet adaptar la bomba a les necessitats de filtració, aportant a cada moment la potència necessària per a la filtració d'aigua, i per tant, ajustant el consum energètic a les necessitats de la instal·lació.

Al Gràfic 9 es pot apreciar la mateixa gràfica anterior per a la instal·lació 2.



Gràfic 9. Balanç energètic de la instal·lació 2 – Comparació entre el consum d'energia de la instal·lació i la facturació d'aigua (Font: Captura de pantalla del dashboard de la simulació).

En aquest cas la bomba de la instal·lació no disposa de variació de velocitat, per la qual cosa funciona en règim de tot o res. Per tant, no es pot adaptar a les necessitats de filtració de la instal·lació i sempre treballa a velocitat màxima. Això en certes ocasions no cal el que fa que el consum energètic sigui superior en aquest cas.

En el cas de la instal·lació 3, aquesta experimenta certs inconvenients tècnics que afecten la qualitat i comparabilitat de les seves dades respecte a les altres dues instal·lacions. En conseqüència, s'estan duent a terme accions correctives amb l'objectiu de restablir el

funcionament adequat de la instal·lació, per poder assegurar, d'aquesta manera, que les dades recopilades siguin consistents i comparables amb les obtingudes a les altres dues instal·lacions.

3.2.4. Resultats

Al model hídric descrit a la següent equació:

$$V_{fill} = V_{fbw} + V_{evap} + V_{renew} + V_{wleak} + V_{overf} + V_{splahout} - V_{rain}$$

On d'una banda tenim els volums d'aigua que entren a les piscines per poder compensar les diverses variables de pèrdua d'aigua i així mantenir el volum de l'aigua equilibrat, es posa en valor que els indicadors principals que cal tenir en compte per a la sostenibilitat de les piscines són els següents: Volum d'aigua perdut per evaporació; Volum d'aigua perdut durant el la neteja per contrarrentat dels filtres; i, Volum de pèrdua d'aigua per manca d'estanquitat del got o del sistema hidràulic de la piscina. La resta de variables de pèrdua d'aigua són menors i, en condicions normals, no suposen un valor significatiu respecte a aquests 3 indicadors.

És important indicar que, depenent de les característiques específiques de cada instal·lació, les variables crítiques poden canviar, cosa que subratlla la importància d'adaptar l'anàlisi a les condicions particulars de cada cas.

L' evaporació incideix com un dels factors més importants en el consum d'aigua a piscines, tal com s'evidencia a la literatura científica. Aquesta variable és identificada com un dels principals vectors de pèrdua hídrica, i subratlla així la seva importància dins del conjunt d'elements a considerar en la gestió eficient de l'aigua.

Pel que fa a les pèrdues d'aigua durant el contrarrentat, no hi ha estudis acadèmics per poder trobar una equació de simulació, per aquest motiu i amb l'objectiu de ser més eficients en el desenvolupament de la investigació s'ha deixat per a una anàlisi posterior.

Un cas important per analitzar fa referència a les pèrdues d'aigua per manca d'estanquitat del sistema, en cas de produir-se poden ser el problema principal per solucionar.

En el model energètic descrit, hi ha grans diferències en les variables rellevants entre els dos tipus principals de piscines: les piscines interiors, normalment equipades amb sistemes de calefacció, i les piscines exteriors, que solen no tenir aquest sistema. Per tant, les principals variables de cada sistema són:

1. A les piscines interiors calefactades, el consum energètic més gran s'atribueix al sistema de calefacció de l'aigua, on es descriu que una instal·lació en estat d'equilibri en un costat de l'equació tenim la calor produïda pel sistema de calefacció de la piscina que compensa, a l'altra banda de l'equació, totes les diverses variables de pèrdua de calor de la piscina. Aquest és un factor crític ja que mantenir una temperatura agradable a l'aigua de la piscina requereix una quantitat significativa d'energia, especialment en climes més freds o durant temporades de baixa temperatura.
2. D'altra banda, a les piscines exteriors, on no se solen utilitzar sistema de calefacció per a l'aigua, el principal consum d'energia és el sistema de filtració, la potència necessària per la bomba de filtració per recircular l'aigua necessària per al tractament correcte de l'aigua. Les bombes de filtració són essencials per mantenir la qualitat de l'aigua,

eliminant impureses i garantint condicions sanitàries adequades per als usuaris. No obstant això, aquests sistemes demanen un ús continu d'energia per funcionar eficaçment.

Pel que fa a la interpretació detallada de les dades obtingudes del model de simulació de l'evaporació, a les instal·lacions monitoritzades ens dona uns resultats interessants, especialment en les dades acumulatives presentades per a les instal·lacions. On es pot apreciar que, malgrat presentar característiques similars, l'anàlisi dels pendents dels Gràfics 5 i 7, per a les instal·lacions 1 i 2 i, on podem veure que la corba de color verd, corresponent al valor acumulat de entrada d'aigua entre aigua d'emplenat de renovació de la piscina més l'aigua de pluja recollida a la superfície de la piscina. Aquest valor correspon al consum d'aigua real monitoritzat per mantenir la instal·lació en equilibri hídric i revela que cada instal·lació experimenta un consum d'aigua diferent. Aquesta variabilitat subratlla la influència de factors específics de cada instal·lació en el consum d'aigua que cal tenir en compte.

Finalment, a la interpretació de les dades de consum energètic, Gràfics 8 i 9, per a les instal·lacions 1 i 2, i on s'indiquen les corbes de consum energètic de la bomba de filtració en superposició del valor del nombre de renovacions de l'aigua per al tractament. Podem observar que en cas de la instal·lació 1 on la bomba disposa d'un variador de freqüència que modifica la velocitat i, per tant, la potència de la bomba, adaptant-se a les necessitats físiques de la instal·lació en matèria de tractament de l'aigua. Podem observar que en aquesta instal·lació el consum energètic és menor que en el cas de la instal·lació 2 que no disposa d'aquesta tecnologia.

4. CAS FLUIDRA: COM CREAR L'EXPERIÈNCIA PERFECTA DE PISCINA DE FORMA RESPONSABLE

La present tesi doctoral es desenvolupa dins del marc d'un doctorat industrial en col·laboració amb l'empresa Fluidra, és rellevant destacar que Fluidra ja compta amb una política consolidada d'ESG (ambiental, social i de governança). L'objectiu d'aquest apartat és a nivell metodològic presentar el cas de l'anàlisi de Fluidra segons criteris ESG, per explorar els informes de sostenibilitat de la companyia alineats amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible de l'Agenda 2030, aquest cas pretén analitzar-se, a més, com a exemple d'organització que, des de fa temps, ha incorporat la sostenibilitat, el respecte pel medi ambient i el bon govern corporatiu com a components essencials de la seva operativa i estratègia de creixement. A través d'aquesta transició, Fluidra aspira a convertir-se en una entitat que contribueix de manera significativa al progrés econòmic, ambiental i social mitjançant les seves activitats empresarials. La companyia ha articulat la seva missió corporativa de manera clara i concisa: "crear l'experiència perfecta de piscina i wellness de forma responsable". Aquesta missió no és només una declaració retòrica, sinó que s'ha implementat accions concretes que guien Fluidra cap a l'assoliment dels seus objectius d'ESG, facilitant així la seva adaptació a les noves lleis, normatives i expectatives en aquest àmbit.

Una d'aquestes noves regulacions és la Directiva Europea (UE) 2022/2464 del Parlament Europeu i del Consell, aprovada el 14 de desembre de 2022, que estableix la presentació d'informació sobre ESG per part de les empreses. En el cas de les grans empreses, l'aplicació d'aquesta directiva serà obligatòria a partir de 2025, quan presentin els resultats de l'any 2024. Aquest nou marc legislatiu ressalta la necessitat d'integrar pràctiques sostenibles en la gestió corporativa i de divulgar aquestes iniciatives de manera transparent i responsable. Així, es posa de manifest la importància que Fluidra estigui alineada amb aquestes directrius, demostrant el seu compromís amb la sostenibilitat i la responsabilitat corporativa.

4.1. Introducció

La comunicació de la informació corporativa sobre sostenibilitat està guanyant terreny en el món empresarial i és cada cop més important per a les parts interessades. L'Agenda 2030 de l'ONU, any 2015, marca un objectiu global per al desenvolupament sostenible, mentre que a Europa, l'any 2022 va ser clau amb l'aprovació de la Directiva CSRD i les Normes Europees d'Informació Corporativa en matèria de sostenibilitat busquen establir una normalització i un marc comú per a la divulgació d'aquesta informació a nivell de tots els països europeus.

Aquest article examina el cas de Fluidra com a exemple d'una organització que ha incorporat la sostenibilitat i el bon govern corporatiu com a components essencials de la seva estratègia de creixement. A través d'aquest enfocament, Fluidra busca contribuir significativament al progrés econòmic, ambiental i social, i s'adapta a les demandes creixents de les parts interessades envers les organitzacions responsables i compromeses amb el desenvolupament sostenible.

Després d'aquesta introducció l'article aborda inicialment la revisió de la normativa i les lleis rellevants en matèria de sostenibilitat i informació corporativa ESG, seguit d'una anàlisi detallada del cas de Fluidra per comprendre com l'empresa ha implementat i incorporat les polítiques i organitzacions ESG dins de la seva missió empresarial. Aquest estudi de cas ofereix

una visió pràctica de com les empreses poden millorar la seva competitivitat mitjançant l'adopció d'enfocaments sostenibles i responsables.

4.2. Nou marc normatiu i legislatiu europeu: La importància de la informació de sostenibilitat en el present i el futur de les empreses.

En els darrers anys, el camp de la informació no financera, particularment en temes de sostenibilitat, ha experimentat una atenció i expansió significativa de manera exponencial. Tant els governs com el món corporatiu han mostrat més interès en la informació sobre sostenibilitat degut a la natura canviant dels riscos als que s'enfronten les empreses i la creixent conscienciació de totes les parts interessades sobre les implicacions d'aquests riscos.

El camí cap a la sostenibilitat i el desenvolupament sostenible es va iniciar amb força el 2015, quan els 193 Estats membres de l'ONU van aprovar l'Agenda 2030 per al Desenvolupament Sostenible, un ambiciós pla que busca assolir una prosperitat respectuosa amb el planeta i els seus habitants. A nivell europeu, el punt d'inflexió va ser la comunicació del Pacte Verd de la Comissió Europea a finals de 2019 on la Comissió Europea es comprometia a revisar totes les disposicions referents a la divulgació d'informació no financera, i que realment s'ha convertit en un pilar de creixement de la Unió Europea cap a una economia més sostenible, moderna, eficient en l'ús dels recursos i competitiva. Aquest Pacte Verd també estableix el repte de la Unió d'eliminar les emissions netes de gasos d'efecte hivernacle per l'any 2050.

Seguint el Pacte Verd, a Espanya el 2021 s'aprovaren un seguit de lleis i reglaments nacionals per fer possible aquest camí, les principals lleis per espanyoles són:

- Llei 9/2020, del 16 de desembre, per la qual es modifica la Llei 1/2005, de 9 de març, per la qual es regula el règim del comerç de drets d'emissió de gasos d'efecte hivernacle, per intensificar les reduccions de emissions de manera eficaç en relació amb els costos. Aquesta llei té com a objectiu intensificar les reduccions d'emissions de gasos d'efecte hivernacle de forma eficaç a través de modificacions en la legislació existent sobre el comerç de drets d'emissió, també s'estableixen mesures per optimitzar el sistema i promoure una disminució més efectiva de les emissions, impulsant l'adopció de tecnologies i pràctiques sostenibles per aconseguir aquests objectius (Jefatura del Estado, 2020).
- Llei 7/2021, del 20 de maig, de canvi climàtic i transició energètica, que preveu els objectius mínims nacionals per l'any 2030 destinats a la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle, energies renovables i eficiència energètica. Tan mateix, aquesta llei presta especial atenció, també a les finances sostenibles, focus la nova Directiva CSRD (Jefatura del Estado, 2021)
- Llei 7/2022, del 8 d'abril, de residus i sòls contaminats per a una economia circular, estableix un marc legal per a la gestió sostenible dels residus i la rehabilitació dels sòls contaminats. Promou la prevenció, la reutilització, el reciclatge i la valorització dels residus, així com la transició cap a models econòmics més circulars (Jefatura del Estado, 2022a)
- Llei 18/2022, del 28 de setembre, de creació i creixement d'empreses. Aquesta llei té per objecte la millora del clima de negocis impulsant la creació i el creixement empresarial mitjançant l'adopció de mesures per agilitzar la creació d'empreses; la

millora de la regulació i eliminació d'obstacles al desenvolupament d'activitats econòmiques; la reducció de la morositat comercial i la millora de l'accés a finançament (Jefatura del Estado, 2022b).

A nivell europeu l'any 2022 va ser clau per a l'establiment d'un marc normatiu i legislatiu comú a nivell europeu en matèria de sostenibilitat. Aquest marc busca estandarditzar els informes de sostenibilitat de les empreses per millorar la qualitat i comparabilitat de la informació, així com promoure la rendició de comptes i la transparència. L'objectiu final d'aquest marc normatiu i legislatiu comú és millorar la qualitat de la informació en matèria de sostenibilitat amb el menor cost possible, en el qual totes les empreses siguin subjectes a les mateixes expectatives i normes per facilitar la comparació entre empreses i sectors. A més a més permet una millor rendició de comptes i una major transparència en les pràctiques empresarials relacionades amb la sostenibilitat dins de tots els estats membres de la Comunitat Europea.

Dos fets han sigut clau, per la qual cosa el 2022 ha sigut l'inici clar del nou camí, com són l'aprovació de la denominada Directiva sobre Informació en matèria de Sostenibilitat Corporativa, en anglès Corporate Sustainability Reporting Directive, que fa que comunament es conegui com la Directiva CSRD, i també l'aprovació de l'esborrany del primer grup de Normes Europees d'Informació Corporativa en matèria de sostenibilitat (ESRS de l'anglès European Sustainability Reporting Standards) elaborades per l'EFRAG (European Financial Reporting Advisory Group).

4.2.1. Nova Directiva (UE) 2022/2464 sobre Informació en matèria de Sostenibilitat Corporativa.

El 16 de desembre de 2022, va ser publicada la nova Directiva (UE) 2022/2464 del Parlament Europeu i del Consell del 14 de desembre de 2022 per la que es modifiquen el Reglament (UE) n°. 527/2014, la Directiva 2004/109/CE, la Directiva 2006/43/CE i la Directiva 2013/34/UE, pel que respecta a la presentació d'informació sobre sostenibilitat per part de les empreses amb l'objectiu d'equiparar la informació sobre sostenibilitat amb la informació financera de les empreses. La Directiva introdueix obligacions més detallades sobre l'impacte de les empreses al medi ambient, els drets humans i l'àmbit social.

En aquesta Directiva es revisen els requisits de divulgació de la informació no financera, ara anomenats informació sobre sostenibilitat, doncs el terme "no financer" és inexacte perquè implica que aquesta informació en qüestió no té rellevància financera. No obstant, aquesta informació té cada cop més rellevància financera (*Directiva (UE) 2022-2464 Informació sobre sostenibilidad por parte de las empresas(CSRD), 2022*).

La nova llei té com a objectiu crear un marc europeu comú i estandarditzat per a la presentació de la informació de sostenibilitat de les empreses els aspectes destacats es detallen a continuació:

1. Amplia l'àmbit d'aplicació dels requisits de presentació d'informació sobre sostenibilitat de les Directives prèvies amplien la tipologia i nombre d'empreses fins a unes 49.000 empreses en els diferents terminis d'aplicació.
2. Obligatorietat d'adoptar un enfocament de doble materialitat, cap a dins i cap en fora de l'empresa, tant passada com a futura, dirigint els fluxos informatius cap a un ampli

- ventall de parts interessades: els inversors, la societat civil, els empleats i els seus representants, els clients, els socis comercials.
3. Es presta especial atenció a les cadenes de valor.
 4. Especifica amb més detall la informació que les empreses han de presentar.
 5. Reportar conforme a la Taxonomia de la UE i del Reglament de Divulgació de Finances Sostenibles (SFDR, Sustainable Finance Disclosure Regulation).
 6. Verificació de la informació en matèria de sostenibilitat per part de tercers per garantir la qualitat i transparència.
 7. Es suprimeix la possibilitat que es permeti a les empreses presentar la informació requerida en un informe separat i que no formi part de l'informe de gestió.
 8. Amb la finalitat que la informació es pugui incloure en el punt d'accés únic europeu, s'estableix un format electrònic de presentació de la informació per ser divulgada en un format digital i de lectura automàtic.
 9. S'incorpora la definició de factors de sostenibilitat per fer referència a la informació relacionada amb qüestions mediambientals i socials.

Un cop es completin les transposicions nacionals, l'aplicació del nou marc normatiu a totes les empreses d'aquests països hauran de complir amb els requisits i estàndards establerts per aquesta nova legislació de forma comuna i unificada, permeten millorar la coherència i la comparabilitat de les pràctiques empresarials a més de la transparència (Losada & Martínez, 2023; Makarenko & Makarenko, 2023; Perales Viscasillas, 2023; Redondo Alamillos & de Mariz, 2022; Zdolšek, 2023).

El calendari d'aplicació d'aquesta nova Directiva CSRD serà el següent (*Directiva (UE) 2022-2464 Información sobre sostenibilidad por parte de las empresas (CSRD)*, 2022):

1. A partir del 1 de gener de 2024 per les empreses que ja estaven dintre de la Directiva 2014/95/UE sobre la divulgació de la informació no financera i informació sobre la diversitat, Directiva NFRD (Non-Financial Reporting Directive), empreses de més de 500 persones empleades, i que hauran de presentar els seus informes el 2025.
2. A partir del 1 de gener de 2025 per a grans empreses no subjectes en l'actualitat per la Directiva NFRD, és a dir, empreses amb més de 250 empleats i/o amb una facturació de 40 milions d'euros i/o 20 milions en actius totals. A més també a les societats matrius d'un grup gran que compleixin com a mínim dos dels tres criteris anteriors, i que hauran de presentar els seus informes el 2026.
3. A partir del 1 de gener de 2026 per a les Pimes que cotitzen, amb possibilitat d'exempció fins el 2028, així com per les entitats de crèdit petites i no complexes i per a les empreses d'assegurances, i que hauran de presentar els seus informes el 2027.

4.2.2. Normes europees d'informació corporativa sobre sostenibilitat, ESRS (European Sustainability Reporting Standards).

Aquesta, recentment promulgada, Directiva CSRD (UE) 2022/2464 del Parlament Europeu juntament amb l'esborrany del primer grup de normes europees ESRS, també creat el 2022, aborden la presentació d'informació sobre sostenibilitat per part de les empreses, planteja una notable transformació en la dinàmica operativa de les corporacions dins del marc europeu. Aquest nou marc legislatiu, que exigeix una rendició de comptes i transparència més elevades

en termes de sostenibilitat, implica una considerable adaptació per part de les empreses, tant a nivell de gestió interna com de comunicació externa.

L'ESRS és el primer conjunt de 12 esborranys de Normes Europees d'Informació sobre Sostenibilitat independent del sector, que hauria de ratificar-se com a definitiu el juny de 2023, està estructurat de la següent forma:

- 2 normes transversals amb un total de 12 indicadors:
 - ESRS 1: Requisits generals
 - ESRS 2: Divulgacions generals
- 5 normes de Mediambient amb un total de 32 indicadors:
 - ESRS E1: Canvi Climàtic
 - ESRS E2: Contaminació
 - ESRS E3: Recursos hídrics i marins
 - ESRS E4: Biodiversitat i ecosistema
 - ESRS E5: Us dels recursos i economia circular
- 5 normes de caràcter Social amb un total també de 32 indicadors:
 - ESRS S1: Personal propi
 - ESRS S2: Personal de la cadena de valor
 - ESRS S3: Comunitats afectades
 - ESRS S4: Consumidors i usuaris finals
- 1 norma de Govern Corporatiu amb 6 indicadors:
 - ESRS G1: Conducta empresarial

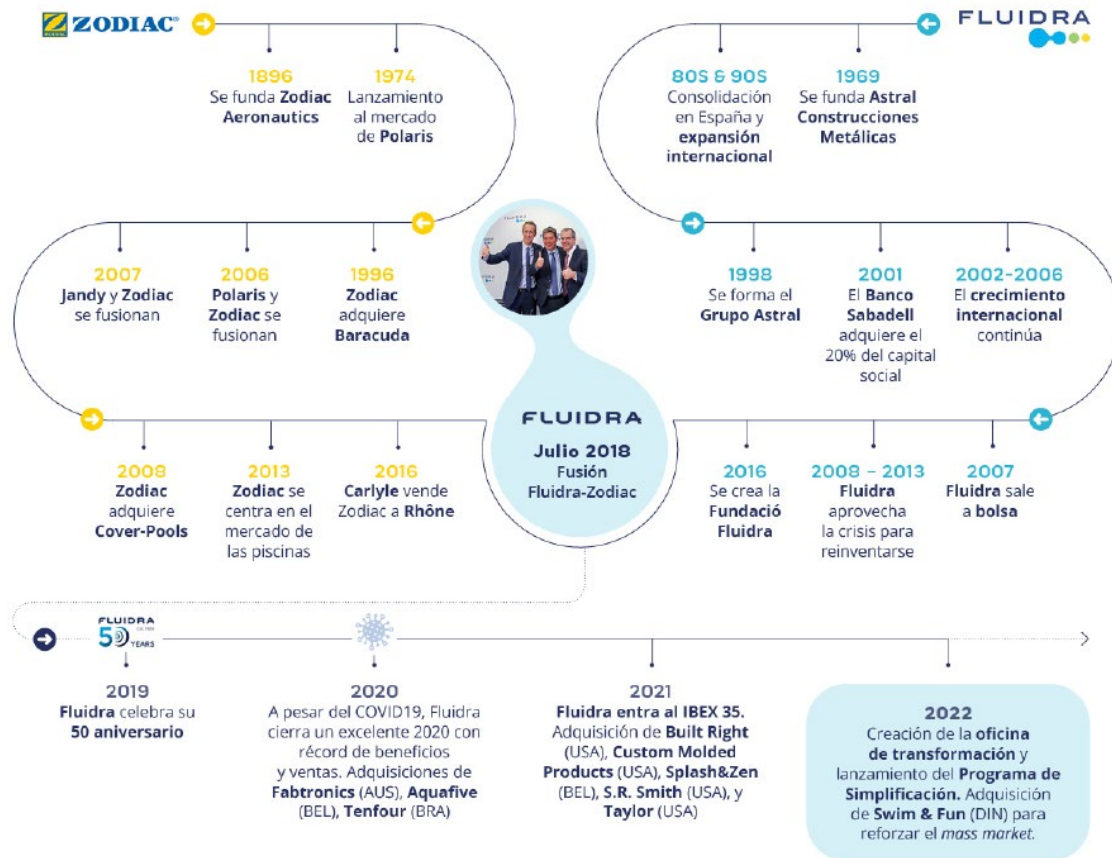
Com s'ha vist, la nova Directiva CSRD i les 12 normes ESRS representen un desafiament important per a les empreses en termes dedicació de recursos per l'adaptació corporativa. L'adopció d'aquestes normes implica ajustar els processos interns, els sistemes de recopilació de dades i els informes existents. Per tant, les empreses que ja han estat adoptant polítiques ESG (mediambientals, socials i de govern corporatiu) en la seva estructura operativa estan en una posició avantatjada i més competitiva. Aquesta adaptació prèvia pot permetre'ls reduir de manera significativa els recursos i costos necessaris per alinear-se amb aquest nou marc normatiu.

En resum, el nou marc legislatiu de la Directiva CSRD i de normes ESRS presenta un nou desafiament per a les empreses dins de l'espai europeu. Tot i així, les companyies que hagin anticipat aquest canvi adoptant polítiques ESG podran afrontar aquest repte amb més eficiència i menys inversió de recursos, essent més competitives i facilitant així la seva adaptació al nou context normatiu.

4.3. Cas Fluidra. Com crear l'experiència perfecta de piscina de forma responsable.

Fluidra és un grup multinacional que cotitza a la borsa espanyola, és una empresa líder a nivell global dedicada al sector de la piscina i el wellness. La companyia va ser fundada el 1969, i des de la seva constitució Fluidra ha estat referent al seu sector, a la figura 1 es poden veure les fites més rellevants de la seva història.

Fluidra compta amb una dilatada experiència en el desenvolupament, producció, distribució i comercialització de productes i serveis innovadors al mercat de la piscina a escala mundial. Fluidra inclou alguna de les marques més reconegudes del seu sector, com podrien ser Jandy®, AstralPool®, Polaris®, Cepex®, Zodiac®, CTX Professional®, Certikin i Gre®.



Il·lustració 8. Història de Fluidra (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))

A més, Fluidra opera a més de 47 països a través de filials pròpies i més de 135 delegacions comercials, a més a més, disposa de més de 35 centres de producció arreu del món i es compon d'un equip humà format per més de 7.000 professionals. Aquesta estructura global amb servei local permet a Fluidra distribuir una gran varietat de productes i equipament adaptant-se a les singularitats de cada regió, de cada piscina i de cada client.

Fluidra té un model de negoci totalment integrat de forma vertical, des de la Recerca i Desenvolupament (R+D) de productes i solucions, passant per la fabricació i acabant pel màrqueting/distribució, totes les parts de la cadena estan integrades dins el seu model de negoci. Dintre de les fases de desenvolupament i fabricació, es creen i produeixen productes tenint en compte com a elements clau de treball, l'eficiència energètica i la sostenibilitat, la robòtica i la connectivitat en l'àmbit de les piscines i el wellness, tots aquests aspectes desenvolupen al voltant dels 5 eixos de Fluidra (Il·lustració 10).



Il·lustració 9. 5 eixos de Fluidra (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))

Fluidra té una molt clara la seva missió: crear l'experiència perfecta de piscina i wellness de forma responsable (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023). Amb l'objectiu de garantir la millora contínua del benestar de les persones, la cura del medi ambient i el foment d'una cultura empresarial responsable al llarg de tota la cadena de valor.

Aquesta missió defineix molt clarament el compromís de Fluidra en matèria de ESG (Environment, Social and Governance) i converteixen a Fluidra en una empresa referent en aquesta matèria entre les empreses del seu sector, conscients que una empresa amb elevats criteris ambientals, socials i de bon govern corporatiu, la converteixen en una empresa més sostenible econòmicament i més valorada per tots els seus grups d'interès.

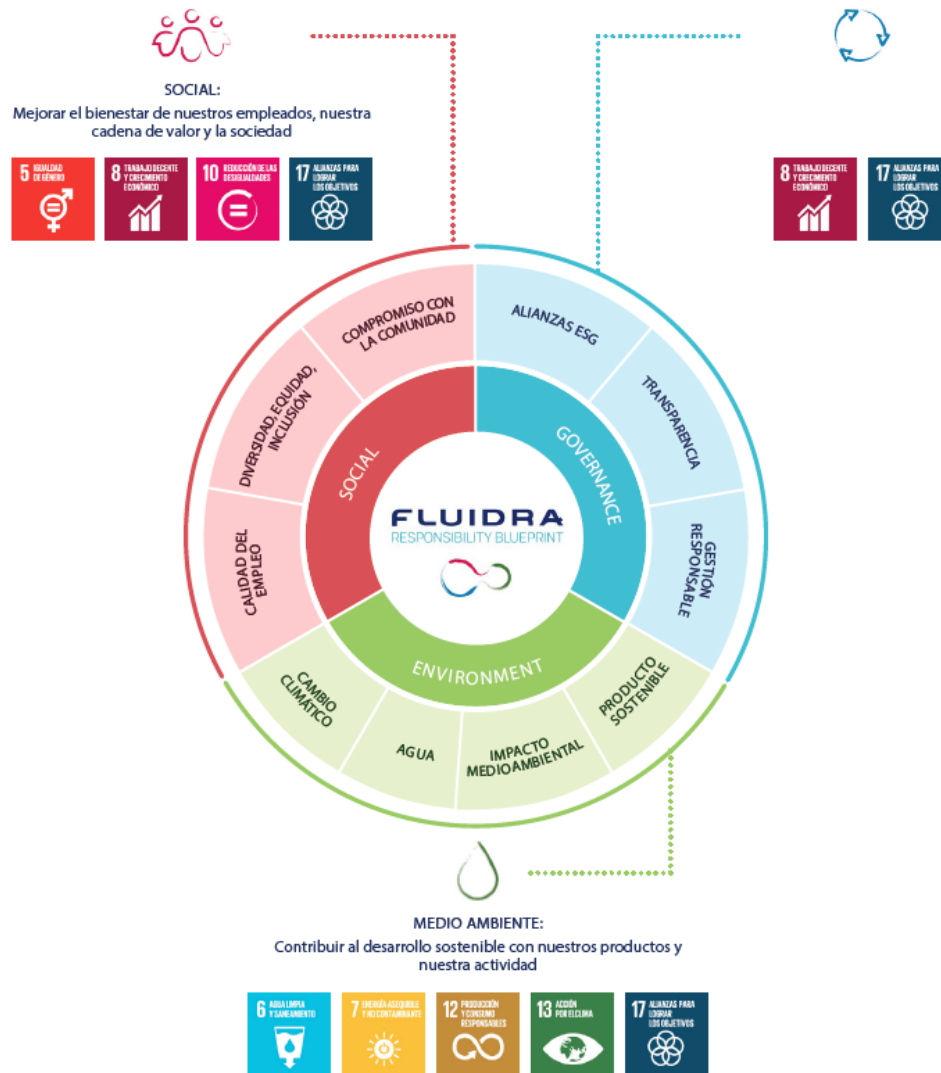
El 2020 el Consell d'Administració de l'empresa va aprovar la Política Global d'ESG, amb el veritable propòsit d'integrar la sostenibilitat en la gestió del negoci, aquesta política està sustentada en els següents punts:

- Implementar la diligència deguda basada en l'anàlisi i l'avaluació de riscos d'ESG, a fi d'identificar, prevenir o atenuar els impactes negatius, reals o potencials.
- Desenvolupar i implementar sistemes eficaços per assegurar una gestió òptima de tots els aspectes que cal tenir en compte i generar confiança.
- Fomentar, en la mesura del possible, que els nostres socis comercials
- (proveïdors, contractistes, etcètera) apliquin principis de conducta empresarial responsable.
- Impulsar la comunicació amb els grups d'interès locals a l'hora de planificar i prendre decisions relatives a projectes que els puguin afectar.

Aquesta política està totalment alineada amb la missió, com hem vist, però també amb la visió i els valors de la corporació. Aquesta política constitueix el marc de tota la resta de polítiques no

financeres que existeixen a la companyia, com la de la Diversitat, Equitat i Inclusió (DEI) o la de Salut, Seguretat i Medi Ambient (HSE).

Tanmateix per assegurar el compliment dels compromisos adquirits a la Política Global d'ESG, el 2020 es va aprovar el Pla Director d'ESG (conegut com a Responsibility Blueprint) per al període 2020–2026. Amb aquest clar full de ruta Fluidra cerca estar alineada amb els estàndards internacionals més alts d'ESG.



II·lustració 10. Fluidra Responsibility Blueprint (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))

El Responsibility Blueprint (II·lustració 11) es compon de 10 línies estratègiques, que abasten els tres pilars de l'ESG (ambiental, social i bon govern), totes associades a algun dels nou Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) que Fluidra ha identificat com a prioritaris:

- Medi Ambient:
 - ODS 6: Aigua neta i sanejament
 - ODS 7: Energia neta i assequible
 - ODS 12: Consum i producció responsables
 - ODS 13: Acció climàtica

- ODS 17: Aliança pels objectius
- Social
 - ODS 5: Igualtat de gènere
 - ODS 8: Treball digne i creixement econòmic
 - ODS 10: Reducció de les desigualtats
 - ODS 17: Aliança pels objectius
- Bon govern corporatiu
 - ODS 8: Treball digne i creixement econòmic
 - ODS 17: Aliança pels objectius

Amb l'objectiu de ser una empresa més responsable en matèria d'ESG (Environmental, Social, and Governance, per les seves sigles en anglès) i alhora augmentar la competitivitat del sector, l'empresa ha establert una sèrie de compromisos específics juntament amb els seus indicadors de seguiment per avaluar l'evolució, establint metes i objectius clars relacionats amb els ODS. Seguidament veurem els resultats principals obtinguts durant l'exercici de 2022 i que estan indicats a l'Informe Anual Integrat 2022 de la companyia.

4.3.1. Medi Ambient (Environment)

L'activitat principal de Fluidra com a empresa -brindar la millor experiència de piscina possible als nostres clients- gira al voltant del medi aquàtic. Com a tal, és fonamental per l'empresa prendre les mesures que donin suport a la gestió responsable de l'aigua i els diferents recursos naturals.

Per aquest motiu el pla de medi ambient es centra en quatre aspectes:

1. Gestió de l'aigua
2. Reducció de l'impacte mediambiental de Fluidra
3. Pràctiques que contrarestin el canvi climàtic
4. Desenvolupament de productes més sostenibles.

En aquest sentit, destaquen els esforços realitzats el 2022 per reduir la petjada de carboni de les operacions de la companyia, amb una atenció especial a la millora de l'eficiència energètica i a l'augment de l'ús d'electricitat d'origen renovable.

També durant l'exercici del 2022 s'ha avançat en la definició dels indicadors de productes sostenibles. Amb aquest marc els principals indicadors, objectius i resultats del 2022 pel que respecta al medi ambient es troben a la Taula 19.

Reptes	Compromisos	Indicador	Resultats			Objectius	
			2021	2022	2022	2023	2026
Productes sostenibles	Augmentar el catàleg de productes sostenibles	% vendes productes sostenibles	41%	45%	N/A	47,5%	60%
Gestió mediambiental	Certificació del Sistema de Gestió Ambiental	Nº empreses productives certificades (ISO 14001)	7	8	9	11	17
	Millorar la segregació de residus a les instal·lacions	Residus generats enviats a abocador (% sobre total)	17%	27%	20%	23%	14%
Aigua	Reduir el consum d'aigua (instal·lacions pròpies)	Rati consum d'aigua (m ³) sobre vendes (€)	0,064	0,070	0,061	0,058	0,050
Canvi climàtic	Arribar a la neutralitat climàtica	% reducció emissions en operacions pròpies (Abast 1 i 2) vs 2021	20,981	-25%	-10%	-40%	-90%
		% reducció emissions en cadena de valor (Abast 3) vs 2021	9,2M	-22%	N/A	N/A	N/A
	Reduir el consum d'energia	Rati consum d'energia (Gj) sobre vendes (k€)	0,204	0,172	0,198	0,192	0,175
	Incrementar el consum d'energia d'origen renovable	% electricitat d'origen renovable	71,3%	83,0%	83,0%	86,0%	96,0%

Taula 19. Principals indicadors, objectius i resultats del 2022 mediambientals (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))

Una de les principals prioritats del 2022 ha sigut avançar en la definició dels indicadors de productes sostenibles, el marc establert per Fluidra per identificar productes que es distingeixen en aspectes de sostenibilitat i que la companyia espera fer-lo públic pels diferents grups d'interès el 2023. Amb això durant l'any 2021 Fluidra va definir 5 categories amb diferents indicadors de productes sostenibles, com es pot observar a la Il·lustració 11.



Il·lustració 11. Indicadors de productes sostenible de Fluidra (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))

D'aquesta manera, Fluidra es compromet en aquest àmbit a proporcionar informació precisa i demostrable basada en aspectes específics del cicle de vida dels productes.

4.3.2. Social

En l'àmbit social el compromís de Fluidra és donar suport, fomentar i assegurar el benestar social de les persones tant dins com fora de l'organització.

Per això el pla social es centra en el següents tres aspectes:

1. Diversitat, equitat i inclusió
2. Ocupació de qualitat
3. Compromís amb les comunitats amb les que Fluidra treballa i conviu

A nivell social, Fluidra treballa per millorar el benestar de les persones empleades, de les que componen la cadena de valor, així com de la societat en general.

El 2022, s'ha incrementat el nivell de compromís dels treballadors de la corporació i es segueix avançant cap a l'objectiu d'assolir una bretxa salarial neta ajustada de gènere el 2024.

Finalment, s'ha seguit avançant en l'avaluació dels potencials impactes en drets humans en les activitats i relacions comercials de la companyia, per tal d'anticipar-se i adaptar-se a la futura normativa de diligència deguda de la Unió Europea.

Amb aquest marc els principals indicadors, objectius i resultats del 2022 pel que respecte a l'àmbit social es troben a la Taula 20.

Reptes	Compromisos	Indicador	Resultats			Objectius	
			2021	2022	2022	2023	2026
Ocupació de qualitat	Promoure el compromís amb el personal de Fluidra	Participació enquesta de compromís (%)	80%	74%	N/A	85%	85%
		Índex de compromís (%)	89%	90%	N/A	82%	80%
	Assegurar la salut i seguretat en el treball	Índex d'accidentalitat (plantilla pròpia i externa)	1,04	1,07	1,00	0,80	0,80
	Promoure el respecte dels drets humans al llarg de la cadena de valor	Nº d'impacte potencials sobre drets humans avaluats (acumulat operacions pròpies)	5	10	10	15	23
Nº d'impactes potencials avaluats amb plans d'acció (operacions pròpies)		0	5	5	10	23	
Diversitat, Equitat i Inclusió	Igualtat salarial per treball i d'igual valor	Bretxa salarial (ajustada)	6,0%	5,4%	5,5%	3,0%	0,0%
	Incrementar la presència de dones en posicions de responsabilitat	Dones identificades com successores de les posicions MAC i MAC-1 (%)	28%	36%	32%	38%	36%
Compromís amb la comunitat	Impactar positivament en les comunitats locals a través de la solidaritat	Nº de persones beneficiades	3385	12116	12320	14700	N/A

Taula 20. Principals indicadors, objectius i resultats del 2022 socials (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))

Fluidra, com empresa dedicada al món aquàtic, la seguretat de l'aigua és una de les àrees prioritàries. Per això, és primordial per l'empresa donar suport a tot un seguit d'organitzacions, com SAFER Water Warrior i Swim to Survive a Austràlia o Step Into Swim als EUA, que promouen i ofereixen classes i cursos de seguretat a l'aigua per a nens.

La Fundació Fluidra va ser creada el 2016 per aconseguir que les iniciatives de responsabilitat social aconseguissin el màxim impacte possible a la societat. La missió principal de la Fundació Fluidra és garantir que totes les persones, en particular les comunitats desfavorides, tinguin accés a piscines i beneficis físics i terapèutics que aquestes suposen.

4.3.3. Bon govern corporatiu

Fluidra és una empresa compromesa amb la gestió del seu propi negoci de forma responsable, tant a les seves activitats com a tota la cadena de valor, amb l'objectiu de promoure relacions positives, de confiança i sostenibles amb totes les parts interessades: clients, proveïdors i inversors.

El pla de desenvolupament del bon govern corporatiu de la companyia es centra en tres aspectes principals:

1. Gestionar el negoci de forma sostenible

2. Ser transparents amb ells mateixos i amb les parts interessades
3. Desenvolupar aliances estratègiques clau que recolzin aquest programa ESG general

Per acabar, com s'ha vist anteriorment, a través del Responsibility Blueprint es cerca estar a l'avantguarda de les millors pràctiques de bon govern i ampliar els compromisos en matèria de conducta empresarial responsable al llarg de tota la cadena de valor, tant aigües amunt com aigües avall.

Es destaquen especialment els resultats de transparència empresarial obtinguts al qüestionari CSA de S&P, on s'ha arribat als 66 punts (60 el 2021), i de CDP, on s'ha aconseguit el nivell B (B- el 2021).

El programa d'avaluació i auditories a proveïdors és molt important i el seu avenç continua, havent superat els objectius marcats per a aquest any.

Finalment, l'índex de satisfacció global dels clients de la companyia s'ha vist incrementat en un 0,30 % respecte de l'any passat, un resultat excepcional considerant que aquest exercici la mostra de clients enquestats era major.

Els principals indicadors, objectius i resultats del 2022 pel que respecte al bon govern corporatiu es troben a la Taula 21.

Reptes	Compromisos	Indicador	Resultats		Objectius		
			2021	2022	2022	2023	2026
Gestió responsable	Millorar la satisfacció dels clients	Índex de satisfacció de clients	7,4	7,7	7,5	7,8	N/A
	Promoure una conducta empresarial responsable en la cadena de subministrament	Proveïdors formats en ESG (% volum compres en €)	43%	53%	50%	65%	75%
		Nº proveïdors avaluats (acumulat)	297	324	320	340	350
		Nº proveïdors auditats (acumulat)	17	41	35	60	100
Transparència	Millorar la puntuació en els índex i rating d'ESG en els que Fluidra participa	S&P CSA	60	66	63	66	74
		CDP	B-	B	B-	B	A-

Taula 21. Principals indicadors, objectius i resultats del 2022 bon govern corporatiu (Font: (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023))

Un dels compromisos adoptats dintre del marc del Responsibility Blueprint de Fluidra és promoure una major transparència respecte a la feina feta en matèria d'ESG. Per aquest motiu Fluidra participa i és avaluada anualment per diferents índex i ratings de sostenibilitat, que mesuren l'exercici de la companyia en matèria mediambiental, social i del bon govern corporatiu.

Principals índex i ratings d'ESG on Fluidra participa (Fluidra - Informe Anual Integrado 2022, 2023):



El 2020, Fluidra va participar per primera vegada a l'ESG Evaluation de Standard & Poors (S&P).

Fluidra ha obtingut una puntuació de 66 sobre 100 punts (+6 vs. 2021) al Corporate Sustainability Assessment (data de publicació: 14 de novembre de 2022).

Aquests resultats ens han permès entrar a formar part de l'S&P Global Sustainability Yearbook 2023, anuari que distingeix empreses que destaquen pel seu compromís i exercici en matèria de sostenibilitat dins del seu sector.



La companyia ha estat avaluada per l'organització CDP (Carbon Disclosure Projects), obtenint el 2022 un qualificació de B (nivell Management) en el qüestionari sobre el Canvi Climàtic. Això suposa millorar el nivell respecte a la puntuació obtinguda el 2021, quan es va aconseguir una puntuació de B- (data de publicació: 13 de desembre).



De conformitat amb el rating Sustainalytics, Fluidra presenta una exposició mitjana als riscos ESG, amb un resultat de 23,29 sobre 100, davant els 24,66 punts obtinguts l'any passat, cosa que representa una disminució del nivell de risc (data publicació: 19 de gener de 2023).



En línia amb els resultats dels dos darrers anys, Fluidra ha obtingut la qualificació BBB en l'avaluació de MSCI ESG Ratings (data publicació: 29 de novembre de 2022).



Fluidra manté la puntuació obtinguda l'any passat a l'ISS ESG Corporate Rating, assolint una C a una escala del D-al A+ (data de publicació: desembre 2022).



Un any més, Fluidra continua formant part de l'índex FTSE4Good, on ha obtingut una puntuació de 3,3 punts sobre 5 possibles, fet que suposa una millora de 0,3 punts davant del 2021 (data de publicació: 19 de desembre de 2022).



Fluidra també és avaluada per Clarity AI, una plataforma tecnològica que ofereix informació sobre l'impacte d'ESG de més de 36.000 organitzacions. El 2022, hem obtingut una puntuació de 76 sobre 100 (nivell Leaders), davant dels 72 punts del 2021 (data de publicació: desembre 2022).



Fluidra ha entrat al top 3 de millors empreses a l'Informe Reporta 2022, pujant quatre posicions respecte de l'any anterior (Data de puntuació: 19 de desembre de 2022).

Finalment, en línia amb el propòsit de l'ODS 17, les aliances amb altres grups d'interès permeten a Fluidra avançar més ràpidament en la consecució dels objectius de l'organització, ja que en compartir informació i formar part de grups de treball específics, accedim a una sèrie de recursos molt valuosos.

Des del 2007, en l'àmbit de ESG, Fluidra és sòcia del Pacte Mundial de les Nacions Unides, un instrument de les Nacions Unides que busca aconseguir i augmentar les solucions que facin front als reptes globals des de l'àmbit corporatiu. Això ha permès el 2022 que Fluidra hagi pogut participar en diversos programes d'acceleració impulsats per aquesta organització, com ara la Climate Ambition Accelerator (Canvi Climàtic), el Target Gender Equality (Igualtat de gènere) o la SDG Ambition Accelerator (Objectius de Desenvolupament Sostenible).

De cara al 2023, està previst que Fluidra formi part del programa Business & Human Rights Accelerator, en l'àmbit dels drets humans.

A més, des del 2011 Fluidra forma part del patronat de la Fundació Empresa i Clima. Gràcies a aquesta fundació, Fluidra va poder assistir aquest 2022 per primera vegada a la cimera del clima COP27 celebrada a Sharm al Shaij, on es van compartir, entre d'altres punts, estratègies per descarbonitzar les indústries.

En l'àmbit de la transició cap a una economia circular, Fluidra s'ha integrat també a la comunitat de l'Ellen MacArthur Foundation.

Fora de l'àmbit de la sostenibilitat, Fluidra manté aliances amb diverses entitats educatives, amb organitzacions que busquen fomentar la innovació a l'àmbit de l'aigua, així com amb centres per contribuir a la investigació dels beneficis de la piscina per a la salut. Entre altres destaquen en el seu Informe Anual Integrat 2022 les següents:

- Centre tecnològic Eurecat
- Catalan Water Partnership
- Acció: Oficina d'Innovació de la Generalitat de Catalunya
- Centre Tecnològic Leitat
- Tech Barcelona
- Universitat de Girona
- Escola d'Enginyers de Catalunya
- Hospital Sant Joan de Deu
- ESADE
- IESE

TERCERA PART - CONCLUSIONS

1. CONCLUSIONS

En aquest apartat de conclusions, en primer lloc es recullen les conclusions dels quatre subapartats de la secció metodològica anterior. Aquesta aproximació permet examinar les observacions específiques derivades dels resultats i la seva discussió de cada fase, per arribar a una piscina més sostenible.

Seguidament, es procedeix a formular unes conclusions globals, que integrin i sintetitzin tot el procés investigador. I es dona resposta als tres objectius de la tesi.

1.1. Conclusions del primer estudi metodològic

En aquest primer estudi metodològic, s'analitza a través d'una anàlisi descriptiva el sector hotelier de Catalunya i les seves polítiques d'impacte ambiental així com la comunicació a les parts interessades a través dels seus llocs web. Aquesta anàlisi implica la identificació d'aspectes rellevants per al turisme, basats en criteris acadèmics.

El turisme és un dels principals motors de l'economia global i dels fluxos turístics internacionals i, atès l'augment de la pressió dels grups d'interès, es requereix que les empreses siguin transparents sobre les seves pràctiques de RSC (Font et al., 2012). El turisme és, a més, una font de riquesa per al país receptor, però també comporta un impacte ambiental, l'efecte del qual es pot calcular en l'emissió de gasos d'efecte hivernacle per fer un seguiment i aplicar polítiques ambientals adequades per a reduir el seu impacte (Lenzen et al., 2018).

Les variables ambientals més utilitzades són el consum d'energia i aigua (Deyà Tortella & Tirado, 2011) doncs, a banda de l'efecte ambiental, repercuteixen de manera directa en els costos d'explotació de l'empresa i, en la sostenibilitat turística (Pan et al., 2018). Un altre indicador, menys utilitzat, pel menor impacte en els costos d'explotació, és la generació de residus, que també millora la sostenibilitat ambiental en indústries i empreses (R. Sun & Gao, 2012).

L'àmbit de la sostenibilitat ambiental del sector hotelier és cada cop més important per a tots els grups d'interès del sector, inclosos els propietaris, els inversors i, cada cop més, els clients (Hunter, 2002). Les qüestions sobre què i com han de ser els informes de les empreses és un element crític per transmetre les polítiques ambientals als grups d'interès (Iraldo & Nucci, 2016).

Segons la literatura analitzada, s'evidencia que el canvi climàtic impacta de manera negativa en les destinacions càlides, independentment de quina metodologia s'utilitzi (Hein et al., 2009). De fet, la motivació de trobar un clima més còmode és un dels principals motius dels moviments turístics globals (Rosselló-Nadal, 2014).

Per tant, es conclou que la indústria hotelera està molt interessada en calcular el seu impacte ambiental per definir polítiques per reduir aquest impacte (Iraldo & Nucci, 2016). Les persones són cada cop més sensibles a aquestes qüestions, per la qual cosa el control i la transparència de les estratègies de sostenibilitat ambiental dels hotels, fàcilment accessibles i comprensibles per a tothom, són importants a tots els nivells per als grups d'interès del sector, des de propietaris, inversors, empleats, proveïdors i agents. al públic en general (Mak & Chang, 2019).

Pel que fa a la millora operativa, els hotels que es comprometen voluntàriament amb polítiques ecològiques obtenen millors resultats que altres hotels (Aznar, Bagur, et al., 2016).

Es posa en relleu que la informació no financera, especialment en matèria de sostenibilitat, ha experimentat una expansió i atenció important. Les empreses han d'integrar la RSC a la resta de les polítiques i estratègies empresarials (Arimany-Serrat & Sabata-Aliberch, 2017), i tant els governs com el món empresarial mostren interès creixent per la sostenibilitat i per identificar els riscos als quals s'enfronten les empreses.

La integració de pràctiques sostenibles en diversos aspectes de les operacions empresarials és clarament avantatjosa. Tanmateix, alinear les expectatives empresarials amb els objectius sostenibles és fonamental per garantir una implementació efectiva i significativa (Hurtado Jaramillo et al., 2018).

En el context de la reducció de l'impacte ambiental en el sector turístic, és imprescindible reconèixer que la conscienciació ha d'anar més enllà de les empreses que operen en aquest camp. Igualment és important la consciència dels mateixos turistes. La raó d'aquest doble enfocament de conscienciació és que, tot i que les empreses del sector turístic poden implementar una varietat de pràctiques i polítiques sostenibles, l'eficàcia global d'aquestes mesures depèn en gran mesura de la participació activa i la comprensió de turistes (Gabarda-Mallorquí et al., 2018).

1.2. Conclusions del segon estudi metodològic

L'objectiu d'aquest segon estudi metodològic és avaluar les implicacions ambientals de les piscines públiques dels hotels de la Costa Brava, amb un enfocament especial en el seu impacte en termes de consum d'aigua i energia, i el càlcul equivalent de la seva petjada de carboni. Per això es fa un estudi qualitatiu de l'estoc de piscines dels hotels de la zona. A partir d'aquesta caracterització, es realitzen càlculs del consum d'aigua i energia, així com de la petjada hídrica del conjunt total de piscines dels hotels de la Costa Brava.

El turisme, especialment en l'economia catalana, està intrínsecament lligat a la sostenibilitat i al medi ambient, com demostren estudis acadèmics anteriors (Della Volpi & Paulino, 2018; Iraldo & Nucci, 2016). La indústria turística genera multitud d'impactes ambientals, inclosos els derivats de les piscines a causa de les seves necessitats d'aigua i energia associades.

La Costa Brava, representa el 20% de totes les visites turístiques de Catalunya, està composta de 397 establiments hotelers repartits en 23 municipis costaners. Les piscines, reforçades pel clima favorable de la regió i la rica oferta cultural, emergeixen com actius fonamentals dels hotels. No obstant això, 175 piscines instal·lades als establiments hotelers de la Costa Brava presenten una antiguitat important, fet que indica un ampli marge de modernització i reducció de l'impacte ambiental. A més, amb la majoria de les piscines amb edats compreses entre els 19 i els 34 anys, hi ha una oportunitat substancial de millora. Aquestes millores potencials no només poden augmentar l'eficiència, sinó que també poden racionalitzar els costos operatius associats a la gestió de les piscines (Gabarda-Mallorquí et al., 2017; Mendoza et al., 2023).

Les piscines contribueixen aproximadament entre el 10 i el 25% del consum d'aigua d'un hotel (Antakyah et al., 2008; Gössling, 2001; Styles et al., 2013), cosa que subratlla la seva importància en les estratègies de gestió de l'aigua dins del sector de l'hostaleria.

Tenint en compte les profundes implicacions ambientals de l'aigua i l'energia de la piscina d'hotels, especialment a les regions costaneres densament poblades, avaluar la seva petjada de carboni és crítica. Els grups d'interès del sector turístic demostren el seu compromís amb la sostenibilitat (Schaltegger et al., 2019). En particular, l'evaporació, que representa al voltant del 15% de la pèrdua d'aigua a les piscines (Styles et al., 2015), es pot reduir fins a un 90% mitjançant l'adopció de cobertes de piscines aprovades per la indústria.

Les solucions modernes del mercat per augmentar l'eficiència de la piscina inclouen l'adopció de bombes més modernes amb un rendiment hidràulic superior. Els avenços en les tecnologies de disseny i fabricació han augmentat encara més els resultats, especialment amb la introducció de motors IE3 i IE4, millores en els sistemes hidràulics de la piscina i la integració de la velocitat variable en la recirculació d'aigua. Un enfocament holístic, considerant la piscina com un sistema interconnectat, pot garantir que qualsevol actualització afecti positivament l'eficiència global i el consum d'energia.

El turisme representa aproximadament el 8% de les emissions mundials de carboni (Lenzen et al., 2018).

En el sector de la indústria hotelera, hi ha una prioritització creixent per la seva sostenibilitat ambiental. Les destinacions turístiques globals, especialment les de climes mediterranis, com la Costa Brava, s'enfronten a grans reptes per l'estrès dels seus recursos. En conseqüència, hi ha una demanda urgent d'estratègies pioneres i d'investigació acadèmica per abordar aquestes importants preocupacions, especialment a les zones amb una densa activitat turística. Per tant, aquesta investigació planteja que al sector hotelier calen millores importants a les piscines, amb l'objectiu de reforçar l'eficiència energètica i mitigar les seves conseqüències ambientals associades.

1.3. Conclusions del tercer estudi metodològic

En aquest estudi metodològic es crea un model descriptiu d'aigua i d'energia per a piscines i es fa la simulació i monitorització de piscines per a proposar la transició cap a una piscina més sostenible davant el canvi climàtic.

L'adaptació de les piscines al context del canvi climàtic és fonamental per disposar d'una piscina sostenible. L'enfocament cap a l'estalvi d'aigua i l'eficiència energètica, ofereix un marc viable per a la mitigació dels impactes ambientals associats a aquestes infraestructures.

L' evaporació, tal com s'ha pogut evidenciar en el model, en sintonia amb la literatura acadèmica, és una variable crítica a tenir en compte, i al mercat hi ha solucions per minimitzar-la, i eliminar-la en cas de les piscines fora de temporada de bany. Això es pot apreciar amb l'efectivitat del cobertor de piscina que disposa la instal·lació 2, i on es mostra un impacte significatiu en la conservació de l'aigua. A més a més, després de la finalització de la temporada de bany a mitjans de setembre i la col·locació permanent del cobertor, s'observa que la corba de consum d'aigua es manté pràcticament plana, evidenciant una reducció dràstica en el consum d'aigua. Segons les dades analitzades del monitoratge, l'eficàcia del cobertor es calcula en un 96% per a aquesta instal·lació. A més, aquest tipus de solució també ajuda de manera important en el cas de piscines amb sistema de la calefacció per a la conservació de la calor de la instal·lació.

D'altra banda, el consum d'aigua està diferenciat entre les dues instal·lacions i, tot i presentar característiques similars, es revela que cada instal·lació experimenta un consum d'aigua diferent. Aquesta variabilitat subratlla la influència dels factors específics de cada instal·lació en el consum d'aigua i la localització i ús de la piscina.

A més de l'efecte del cobertor, l'evaporació fora de temporada a la instal·lació 1 que no disposa d'aquest component, si bé es nota una disminució a l'evaporació fora de la temporada de bany, en comparació amb la temporada estival. Tot i això, l'absència d'un cobertor resulta en pèrdues contínues d'aigua per evaporació durant tot l'any.

La taxa d'evaporació d'ambdues instal·lacions és més gran a l'època d'estiu (temporada de bany) amb una corba de consum més pronunciada durant els mesos d'estiu, la qual cosa s'atribueix a un increment en l'evaporació a causa de les condicions climàtiques propícies d'aquesta temporada. Això ve descrit a les dues equacions emprades per al càlcul de l'evaporació on la temperatura afecta de manera important la taxa d'evaporació de l'aigua de les piscines.

A més, comparant entre les dues fórmules avaluades per a la simulació de la taxa d'evaporació, Penman i Meyer, s'infereix que l'equació de Meyer proporciona resultats més semblants i consistents amb les dades reals. Aquesta observació dona suport a la validesa de l'equació de Meyer per estimar l'evaporació en aquestes condicions específiques.

Finalment, pel que fa al balanç hídric es poden apreciar diferències en el càlcul de l'evaporació segons les dades meteorològiques usades. Hi ha una diferència entre els càlculs d'evaporació realitzats amb dades de l'estació instal·lada in situ al costat de la piscina i els obtinguts a través de Wunderground. Aquest fenomen pot ser degut a les condicions climàtiques locals generades per la piscina, les quals poden ser difícils de replicar amb dades genèriques. Tot i això, les corbes resultants presenten un paral·lelisme notable, suggerint la possibilitat d'identificar una variable de correlació que permeti ajustar i utilitzar les dades de Wunderground d'acord amb els objectius de la simulació. Això obriria la porta a estimar les pèrdues per evaporació de manera independent de la ubicació de la piscina utilitzant dades de Wunderground.

Finalment, pel que fa al balanç energètic de les instal·lacions assajades s'observa que l'ús de tecnologies de variació de freqüència en bombament, que permeten adaptar les potències de la bomba a les necessitats de la instal·lació, es presenta com una solució per a la reducció del consum energètic en instal·lacions exteriors. A banda d'aquesta tecnologia de variació de velocitat en bombament, la resta dels paràmetres de la instal·lació també afecten les variables de consum.

Es conclou que la importància de l'adaptació d'estratègies específiques per a cada instal·lació, per optimitzar la gestió de l'aigua i l'energia, permet la sostenibilitat de les piscines monitoritzades. Les piscines sostenibles són més eficients per adaptar-se al canvi climàtic. Més concretament, la implementació de cobertors representa una solució pràctica àmpliament disponible al mercat per mitigar les pèrdues per evaporació. Així mateix, en l'àmbit de l'eficiència energètica, l'adopció de motors amb velocitat variable també són clau, per les demandes de la instal·lació i l'optimització del rendiment energètic.

La discussió es centra en la viabilitat d'implementar aquestes mesures a la zona de la Costa Brava, tenint en compte les particularitats econòmiques, socials i ambientals de la regió. Es debat també la necessitat de polítiques públiques que incentivin l'adopció de pràctiques sostenibles al sector turístic.

1.4. Conclusions del cas Fluidra

S'analitza el cas Fluidra segons criteris ESG, per explorar els informes de sostenibilitat de la companyia alineats amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible de l'Agenda 2030.

Els ODS de l'Agenda 2030 junt amb la informació no financera potencien la informació de sostenibilitat, que experimenta una atenció i expansió significativa. A més a més, l'Informe Corporatiu de Sostenibilitat de la Directiva CSRD de 2022, segons el compromís iniciat amb el Pacte Verd de 2019, i la normalització de les 12 ESRS (European Sustainability Reporting Standards), per la UE, amb la transparència oportuna en apropa a la informació integrada pautada pels estàndards.

La integració de criteris ESG en les operacions d'una empresa és un procés complex que requereix de l'adopció de noves pràctiques de gestió, la formació del personal en aquesta àrea i una revisió completa de les estratègies de negoci. Així doncs, les empreses que han realitzat aquests canvis estan preparades per complir amb els requisits de la nova directiva.

Fluidra, en seguiment de la seva missió, crea l'experiència perfecta de piscina de forma responsable, i defineix el compromís de Fluidra en matèria de ESG i, a la vegada, converteix a Fluidra en una empresa referent en el sector, pels elevats criteris ambientals, socials i de bon govern corporatiu, com empresa sostenible valorada pels seus grups d'interès.

Fluidra des de fa temps, ha integrat la sostenibilitat, el respecte pel medi ambient i el bon govern corporatiu com a components decisius per l'estratègia de creixement. A través d'aquesta transició, Fluidra té el veritable el propòsit d'integrar la sostenibilitat en la gestió del negoci, i espera continuar com a referent en matèria d'ESG del sector, a la vegada que espera augmentar la competitivitat contínuament amb aquest nou marc normatiu.

1.5. Conclusions generals

Pel que fa a les conclusions dels objectius generals de la investigació:

1. *Estudiar la sostenibilitat a nivell mediambiental de les piscines en termes d'aigua, energia i petjada de carboni en el sector hotelier de la Costa Brava.*

El sector hotelier mostra cada cop més un compromís per reduir la seva petjada mediambiental. Nombroses cadenes i establiments hotelers adopten mesures per avaluar i reduir el seu impacte ecològic. El consens general entre els hotelers i les parts interessades és que la trajectòria futura del turisme depèn de la sostenibilitat global (social, econòmica i ambiental). Per tant, els esforços, la investigació i les polítiques concertades són imprescindibles per minimitzar l'impacte del sector i alhora maximitzar els beneficis a llarg termini per al bé col·lectiu.

D'altra banda, les piscines són actius importants pel sector hotelier i representen un consum de recursos energètics i hídrics importants en les instal·lacions del sector hotelier.

És important analitzar l'estat de les instal·lacions per millorar-ne la sostenibilitat, doncs el parc de piscines té una edat relativament avançada, entre els 19 i els 34 anys (Asociación Española de Profesionales del Sector Piscinas (ASOFAP), s.d.), cosa que comporta noves oportunitats de millora. A més a més, combinar millores d'eficiència amb mesures d'estalvi de costos en la gestió de piscines pot generar beneficis tangibles (Delgado Marín et al., 2019).

Diverses solucions del mercat contemporani advoquen per una millor eficiència en la gestió de piscines (Cruz-Pérez et al., 2022; Mendoza et al., 2023; Yoon et al., 2022). En particular, destaca la transició a bombes modernes amb una eficiència hidràulica superior. Els avenços en les tecnologies de disseny i fabricació suposen millores notables, com la integració de motors IE3 o IE4, perfeccionar els sistemes hidràulics de la piscina i incorporar velocitat variable en la recirculació d'aigua.

Un enfocament més holístic implica conceptualitzar tota la piscina com un sistema interconnectat, on les millores individuals contribueixen col·lectivament a la reducció global de l'eficiència i del consum d'energia. El sector hotelier és molt sensible a la millora del seu impacte ambiental, i molts establiments i col·lectius hotelers ja apliquen estratègies per avaluar i reduir el seu impacte ambiental.

2. *Identificar una piscina més sostenible utilitzant models descriptius d'aigua i energia.*

Els models descriptius de la piscina en els seus cicles d'aigua i energia representen un punt de partida necessari i molt vàlid per a disposar de piscines més sostenibles. Dels models es poden extreure les principals variables a tenir en compte per augmentar la sostenibilitat de les piscines i fer-ne la identificació de piscina sostenible.

3. *Portar a terme una simulació i monitorització de piscines en la zona objecte d'estudi.*

Determinades les equacions per simular un comportament de les piscines i després de validar-les en les instal·lacions monitoritzades, es podran fer càlculs de sostenibilitat tant a piscines existents com a noves instal·lacions a construir. Això permet, d'una forma senzilla, realitzar una auditoria per determinar les accions a fer per aconseguir instal·lacions més sostenibles, tractant primer els principals punts en qüestió de gestió d'energia i aigua.

Tot i que aquesta investigació ha seguit una metodologia rigorosa, no està exempta de limitacions, abordades en futures línies d'investigació.

Pel que fa a anàlisi aplicada al sector hotelier a Catalunya, una limitació de l'estudi deriva del fet que la majoria d'empreses i grups hotelers reporten dades a nivell grupal i no individualment per als seus diferents establiments. En conseqüència, per als grups hotelers amb presència en altres ubicacions geogràfiques, no es disposa d'informació específica per a la demarcació de Catalunya. A més a més, una altra limitació és confiar en un mètode indirecte de recollida de dades, amb una limitació significativa. Aquesta dependència no només es basa en si l'empresa ha implantat una política mediambiental sòlida, sinó també

en si aquesta política es comunica efectivament a través de la seva pàgina web. Aquest mètode va donar lloc a l'absència de certes dades i informació, cosa que hauria facilitat una comparació més senzilla i fiable amb les dades de l'estudi "Hotel Sustainability Benchmarking Index 2020: Carbon, Energy, and Water" realitzat per la Universitat de Cornell (Ithaca, New York). En futures investigacions, aquestes limitacions s'abordaran adoptant una metodologia qualitativa, utilitzant qüestionaris validats estadísticament adreçats als responsables dels diferents establiments dels grups hotelers. Aquest enfocament permetrà, en primer lloc, ampliar la mida de la mostra per obtenir una major quantitat de dades. Al mateix temps, permetrà avaluar indicadors i innovacions ambientals concrets en aquest context, valorant les possibles diferències entre les diferents empreses i els indicadors considerats.

En segon terme, pel que fa a l'anàlisi de les piscines del sector hotelier de la Costa Brava, les limitacions d'aquesta investigació sorgeixen de la confiança en dades indirectes i d'una metodologia conservadora emprada per estimar el consum d'aigua. L'avaluació de les complexitats i la prevalença d'aquestes pràctiques suposa nous reptes acadèmics per abordar aquestes limitacions, amb trajectòries de recerca, amb dades directes dels hotels mitjançant enquestes estructurades.

A més, cal destacar les tendències emergents per millorar l'eficiència operativa de les piscines mitjançant l'aprofitament de metodologies computacionals i l'exploració de models matemàtics i neuronals per refinar la dinàmica energètica de les piscines. L'adopció de models d'energies renovables, especialment l'energia solar per a la calefacció de piscines, també és una via prospectiva per a futures investigacions.

Pel que fa a la investigació per determinar un model d'aigua i energia de les piscines, una limitació és haver analitzat en profunditat el model d'evaporació, sense abordar una simulació més àmplia amb les interrelacions de la resta de variables per la presa de decisions cap a un model de piscina més sostenible. A més, com s'ha explicat a l'apartat de resultats el disseny de la instal·lació i la localització de les piscines són variables importants que cal introduir en una mostra més gran de piscines monitoritzades, així com en diferents períodes temporals.

Aquesta investigació representa una eina important per a la millora de la sostenibilitat de les instal·lacions aquàtiques de piscina que afecta a tots els grups d'interès relacionats, encara que sobretot és important per als propietaris d'aquestes instal·lacions, per les millores en la sostenibilitat dels equipaments, i les millores operatives dels mateixos. Així mateix, és una eina important per al Govern en aquesta matèria, atès que el consum dels recursos, hídrics i energètics, és un problema al qual s'enfronten, i que cada vegada és crític per a totes les regions afectades pel canvi climàtic.

Cal tenir en compte que Catalunya és una zona amb un important estrès hídric, com és el cas de bona part de la regió mediterrània, caracteritzada per períodes de sequera persistents que es veuen encara més influenciats pel canvi climàtic (Scott et al., 2012). A més, al ser una important destinació turística, Catalunya experimenta un augment de l'estrès hídric durant la temporada alta del turisme, provocant crisis en qualitat i en quantitat d'aigua i d'energia. Per fer front a aquest problema, la indústria hotelera té un

paper decisiu implantant polítiques innovadores d'eficiència en la gestió de l'aigua i l'energia, contribuint a la millora de la situació (Vila et al., 2018), amb enfoc innovadors de conservació i gestió de l'aigua i energia (Kasim et al., 2014), durant les diferents èpoques turístiques punta, amb esforços més amplis per preservar aquests recursos en un context més ampli (Styles et al., 2015). Actualment Catalunya està en estat d'emergència hídrica, i la Generalitat de Catalunya ha promulgat un decret de sequera (Generalitat de Catalunya, 2024). Malgrat la situació crítica que això representa també hi ha oportunitats, com són la línia d'ajuts que s'ha generat des de la Generalitat de Catalunya per promoure l'estalvi d'aigua a les instal·lacions hoteleres, on hi ha una línia específica per piscines (ORDRE EMT/265/2023, de 30 de novembre, per la qual s'aproven les bases reguladores que han de regir la convocatòria d'ajuts a projectes destinats a reduir el consum d'aigua mitjançant la reutilització i l'estalvi per part dels establiments que prestin serveis d'allotjament turístic., 2023).

Durant el desenvolupament d'aquesta investigació ha sorgit una nova línia d'investigació que es preveu iniciar un cop defensada la tesi, per determinar el valor social de les piscines, aplicant el model d'economia social polièdric (Retolaza, 2016).

REFERÈNCIES

- Abdel-Fatah, M. A., Alabd, H., & Elsayed, M. M. (2021). Efficient water treatment of swimming pools using ozone. *Egyptian Journal of Chemistry*, 64(9), 5345-5352. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2021.81763.4041>
- Agichtein, E., & Gravano, L. (2000). Snowball: Extracting relations from large plain-text collections. *Proceedings of the ACM International Conference on Digital Libraries*, 85-94.
- Akhtar, S., & Najar, A. H. (2020). Environmental sustainable practices in the hotels: From existence to implementation. *Ecology, Environment and Conservation*, 26(1), 111-116.
- Alansari, A., Amburgey, J., & Madding, N. (2018). A quantitative analysis of swimming pool recirculation system efficiency. *Journal of Water and Health*, 16(3), 449-459. <https://doi.org/10.2166/wh.2018.223>
- Aldarabseh, S. M., & Merati, P. (2022). Experimental Investigation of the Effects of Intermediate Gravity Waves on the Water Evaporation Rate. *JOURNAL OF THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING APPLICATIONS*, 14(8). <https://doi.org/10.1115/1.4053170>
- Al-Falahat, A., Abu, Q., & Alrwashdeh, S. (2022). Economic feasibility of heating source conversion of the swimming pools. *Journal of Applied Engineering Science*, 20(1), 230-238. <https://doi.org/10.5937/jaes0-34474>
- Alvarez-Ferrer, A., Campa-Planas, F., & Gonzales-Bustos, J. P. (2018). Identification of the key factors for success in the hotel sector. *Intangible Capital*, 14(1), 74-98. <https://doi.org/10.3926/ic.1103>
- Amengual, A., Homar, V., Romero, R., Ramis, C., & Alonso, S. (2014). Projections for the 21st century of the climate potential for beach-based tourism in the Mediterranean. *International Journal of Climatology*, 34(13), 3481-3498. <https://doi.org/10.1002/joc.3922>
- Antakyah, D., Krampe, J., & Steinmetz, H. (2008). Practical application of wastewater reuse in tourist resorts. *Water Science and Technology*, 57(12), 2051-2057. <https://doi.org/10.2166/WST.2008.334>
- Arimany-Serrat, N., & Sabata-Aliberch, A. (2017). La responsabilitat social com a sistema de gestió. *Capital intangible*, 116-126.
- Asdrubali, F. (2009). A scale model to evaluate water evaporation from indoor swimming pools. *Energy and Buildings*, 41(3), 311-319. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.10.001>
- Asociación Española de Profesionales del Sector Piscinas (ASOFAP). (s.d.). *Asociación Española de Profesionales del Sector Piscinas (ASOFAP)*. Recuperat 13 juliol 2023, de <https://asofap.es/>
- ASOFAP. (2017). *Estudio ASOFAP sobre la piscina de uso público en España*.

- ASOFAP. (2023). *Barometro Sectorial de la Piscina en España 2023*. <https://asofap.es/barometro-sectorial-de-la-piscina-en-espana-2023>
- ASOFAP (Asociación Española de Profesionales del sector piscinas). (2023, novembre). *El sector de la piscina normaliza su crecimiento, comprometido con la sostenibilidad de las instalaciones*. <https://asofap.es/blog/el-sector-de-la-piscina-normaliza-su-crecimiento-comprometido-con-la-sostenibilidad-de-las>
- Aznar, J. P., Bagur, L., & Rocafort, A. (2016). Impact of service quality on competitiveness and profitability: The hotel industry in the Catalan coast. *Intangible Capital*, 12(1), 147-166. <https://doi.org/10.3926/ic.693>
- Aznar, J. P., Sayeras, J. M., Galiana, J., & Rocafort, A. (2016). Sustainability commitment, new competitors' presence, and hotel performance: The hotel industry in Barcelona. *Sustainability (Switzerland)*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/su8080755>
- Bagur-Femenias, L., Celma, D., & Patau, J. (2016). The adoption of environmental practices in small hotels. voluntary or mandatory? An empirical approach. *Sustainability (Switzerland)*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/su8070695>
- Banco de España. (2024). *Factores de competitividad del sector turístico en España*. <https://www.bde.es/f/webbe/GAP/Secciones/SalaPrensa/IntervencionesPublicas/Gobernador/Arc/Fic/IIPP-2024-01-22-hdc-es-or.pdf>
- Biernacki, P., & Waldorf, D. (1981). Snowball Sampling: Problems and Techniques of Chain Referral Sampling. *Sociological Methods & Research*, 10(2), 141-163. <https://www.scopus-com.biblioremot.uvic.cat/record/display.uri?eid=2-s2.0-84965587822&origin=resultslist&sort=cp-f&src=s&sid=0bfd7fd65acceed73facaa82d2877d57&sot=b&sdt=b&s=TITLE%28snowball%29&sl=38&sessionSearchId=0bfd7fd65acceed73facaa82d2877d57>
- Bočkus, D., Tammi, T., Vento, E., & Komppula, R. (2023). Wellness tourism service preferences and their linkages to motivational factors: a multiple case study. *International Journal of Spa and Wellness*, 6(1), 78-108. <https://doi.org/10.1080/24721735.2022.2139899>
- Calise, F., Figaj, R., & Vanoli, L. (2018). Energy and Economic Analysis of Energy Savings Measures in a Swimming Pool Centre by Means of Dynamic Simulations. *Energies*, 11(9), 2182. <https://doi.org/10.3390/en11092182>
- Castellani, V., & Sala, S. (2012). Ecological Footprint and Life Cycle Assessment in the sustainability assessment of tourism activities. *Ecological Indicators*, 16, 135-147. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.08.002>
- Catastro (Spanish Land Registry) - Ministerio de Hacienda y Función Pública de España. (2023). *Catastro (Spanish Land Registry)*. <https://www.sedecatastro.gob.es/>
- Chen, Z., Ngo, H. H., Guo, W., Lim, R., Wang, X. C., O'Halloran, K., Listowski, A., Corby, N., & Miechel, C. (2014). A comprehensive framework for the assessment of new end uses in

- recycled water schemes. *Science of the Total Environment*, 470-471, 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.09.061>
- Chow, T. T., Bai, Y., Fong, K. F., & Lin, Z. (2012). Analysis of a solar assisted heat pump system for indoor swimming pool water and space heating. *Applied Energy*, 100, 309-317. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.05.058>
- Ciuman, P., & Lipska, B. (2018). Experimental validation of the numerical model of air, heat and moisture flow in an indoor swimming pool. *Building and Environment*, 145, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.009>
- Cleary, T. A., & Linn, R. L. (1968). VARIABILITY OF KUDER-RICHARDSON FORMULA 20 RELIABILITY ESTIMATES. *ETS Research Bulletin Series*, 1968(1). <https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.1968.tb00158.x>
- Cloteaux, A., Gérardin, F., & Midoux, N. (2013). Influence of Swimming Pool Design on Hydraulic Behavior: A Numerical and Experimental Study. *Engineering*, 05(05), 511-524. <https://doi.org/10.4236/eng.2013.55061>
- Codina, L. (2020). Revisiones sistematizadas en Ciencias Humanas y Sociales. 3: Análisis y Síntesis de la información cualitativa. *Metodos Anuario de Métodos de Investigación en Comunicación Social*, 1, 73-87. <https://doi.org/10.31009/METHODOS.2020.101.07>
- COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS The European Green Deal (2019).
- Cooper, C., & Hall, C. M. (2024). The geopolitics and challenges of current issues in tourism. *Current Issues in Tourism*, 27(1), 1-6. <https://doi.org/10.1080/13683500.2024.2304114>
- Cruz-Pérez, N., Rodríguez-Martín, J., Acosta Martín, J. F., García, C., Ruiz-Rosa, I., & Santamarta, J. C. (2022). Improvements in hotel water consumption: case study of a five-star hotel (Canary Islands, Spain). *Urban Water Journal*, 19(1), 32-39. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2021.1949480>
- de Moura, I. E. M. O., Neto, J. M. M., & da Silva, E. A. (2023). Residential swimming pools maintenance under an environmental perspective. *Science of The Total Environment*, 903, 166612. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2023.166612>
- Delgado Marín, J. P., Vera García, F., & García Cascales, J. R. (2019). Use of a predictive control to improve the energy efficiency in indoor swimming pools using solar thermal energy. *Solar Energy*, 179, 380-390. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.01.004>
- Della Volpi, Y., & Paulino, S. R. (2018). The sustainability of services: Considerations on the materiality of accommodation services from the concept of life cycle thinking. *Journal of Cleaner Production*, 192, 327-334. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.166>

- Deyà Tortella, B., & Tirado, D. (2011). Hotel water consumption at a seasonal mass tourist destination. The case of the island of Mallorca. *Journal of Environmental Management*, 92(10), 2568-2579. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.05.024>
- Deyà-Tortella, B., Garcia, C., Nilsson, W., & Tirado, D. (2019). Hotel water demand: The impact of changing from linear to increasing block rates. *Water (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/w11081604>
- Díaz Pérez, F. J., Chinarro, D., Guardiola Mouhaffel, A., Díaz Martín, R., & Pino Otín, M. ^ªR. (2019). Comparative study of carbon footprint of energy and water in hotels of Canary Islands regarding mainland Spain. *Environment, Development and Sustainability*, 21(4), 1763-1780. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0102-6>
- Diaz Perez, F. J., Pino Otin, M. R., Mouhaffel, A. G., Martin, R. D., & Chinarro, D. (2018). Energy and Water Consumption and Carbon Footprint in Tourist Pools Supplied by Desalination Plants: Case Study, the Canary Islands. *IEEE Access*, 6, 11727-11737. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2808923>
- Dinarès, M., & Saurí, D. (2015). Water consumption patterns of hotels and their response to droughts and public concerns regarding water conservation: The case of the Barcelona hotel industry during the 2007-2008 episode | Els patrons de consum d'aigua dels hotels i la seva resposta a la. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 61(3), 623-649. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.255>
- Directiva (UE) 2022-2464 Información sobre sostenibilidad por parte de las empresas(CSRD)*. (2022).
- Doménech-Sánchez, A., Laso, E., & Berrocal, C. I. (2021). Water loss in swimming pool filter backwashing processes in the Balearic Islands (Spain). *Water Policy*, 23(5), 1314-1328. <https://doi.org/10.2166/wp.2021.217>
- Dougha, M., Hasbaia, M., Girou, A., & Redjem, A. (2018). Analysis of numerical simulation of the hydrodynamics in swimming pools, in terms of water quality. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 3(1), 33. <https://doi.org/10.1007/s41207-018-0076-7>
- Dutescu, A., Popa, A. F., & Ponorîcă, A. G. (2014). Sustainability of the tourism industry, based on financial key performance indicators. *Amfiteatru Economic*, 16(SpecialIss), 1048-1062.
- El-Athman, F., Zehlike, L., Kampfe, A., Junek, R., Selinka, H. C., Mahringer, D., & Grunert, A. (2021). Pool water disinfection by ozone-bromine treatment: Assessing the disinfectant efficacy and the occurrence and in vitro toxicity of brominated disinfection by-products. *WATER RESEARCH*, 204. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117648>
- El-Uri, F. I., & Malas, N. (2013). Analysis of use of a single best answer format in an undergraduate medical examination. *Qatar Medical Journal*, 2013(1). <https://doi.org/10.5339/qmj.2013.1>

- European Parliament. (2009). *DIRECTIVE 2009/125/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0125>
- European Union. (2019). *COMMISSION REGULATION (EU) 2019/1781*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R1781>
- Europump. (2013). *Water Pumps How to apply European Commission Regulation 547/2012/EC implementing Directive 2009/125/EC with regard to ecodesign requirements for water pumps*. https://europump.net/uploads/2013_EUROPUMP_Workshop_WaterPumps-How_to_apply_regulation.pdf
- Europump. (2014). *EXTENDED PRODUCT APPROACH FOR PUMPS*. [https://europump.net/uploads/Extended%20Product%20Approach%20for%20Pumps%20-%20A%20Europump%20guide%20\(27OCT2014\).pdf](https://europump.net/uploads/Extended%20Product%20Approach%20for%20Pumps%20-%20A%20Europump%20guide%20(27OCT2014).pdf)
- Exceltur. (2024). *VALORACIÓN TURÍSTICA EMPRESARIAL DE 2023 Y PERSPECTIVAS PARA 2024*.
- Ferguson, G. A. (1951). A Note on the Kuder-Richardson Formula. *Educational and Psychological Measurement*, 11(4-1), 612-615. <https://doi.org/10.1177/001316445101100409>
- Floričić, T. (2020). Sustainable solutions in the hospitality industry and competitiveness context of “green hotels”. *Civil Engineering Journal (Iran)*, 6(6), 1104-1113. <https://doi.org/10.28991/cej-2020-03091532>
- Fluidra - Informe Anual Integrado 2022*. (2023).
- Foncubierta Blázquez, J. L., Maestre, I. R., González Gallero, F. J., & Álvarez Gómez, P. (2018). Experimental test for the estimation of the evaporation rate in indoor swimming pools: Validation of a new CFD-based simulation methodology. *Building and Environment*, 138, 293-299. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.05.008>
- Foncubierta Blázquez, J. L., Maestre, I. R., González Gallero, F. J., Pérez-Lombard, L., & Bottarelli, M. (2023). Experimental adjustment of the turbulent Schmidt number to model the evaporation rate of swimming pools in CFD programmes. *Case Studies in Thermal Engineering*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102665>
- Font, X., Walmsley, A., Cogotti, S., McCombes, L., & Häusler, N. (2012). Corporate social responsibility: The disclosure-performance gap. *Tourism Management*, 33(6), 1544-1553. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.02.012>
- Forrest, N., & Williams, E. (2010). Life cycle environmental implications of residential swimming pools. *Environmental Science and Technology*, 44(14), 5601-5607. <https://doi.org/10.1021/es100422s>
- Gabarda-Mallorquí, A., Fraguell, R. M., & Ribas, A. (2018). Exploring environmental awareness and behavior among guests at hotels that apply water-saving measures. *Sustainability (Switzerland)*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/su10051305>

- Gabarda-Mallorquí, A., Garcia, X., & Ribas, A. (2017). Mass tourism and water efficiency in the hotel industry: A case study. *International Journal of Hospitality Management*, 61, 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2016.11.006>
- Gallero, F. J. G., Maestre, I. R., Foncubierta Blázquez, J. L., & Mena Baladés, J. D. (2020). Enhanced CFD-based approach to calculate the evaporation rate in swimming pools. *Science and Technology for the Built Environment*, 27(4), 524-532. <https://doi.org/10.1080/23744731.2020.1868219>
- Gallion, T., Harrison, T., Hulverson, R., & Hristovski, K. (2014). Estimating Water, Energy, and Carbon Footprints of Residential Swimming Pools. En *Water Reclamation and Sustainability* (p. 343-359). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411645-0.00014-6>
- Generalitat de Catalunya. (2000a). *DECRET 95/2000, de 22 de febrer, pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic.* <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2000/02/22/95>
- Generalitat de Catalunya. (2000b). *DECRET 177/2000, de 15 de maig, pel qual es modifica la disposició transitòria única del Decret 95/2000, de 22 de febrer, pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic.* <https://portaljuridic.gencat.cat/ca/document-del-pjur/?documentId=229596>
- Generalitat de Catalunya. (2001). *DECRET 165/2001, de 12 de juny, de modificació del Decret 95/2000, de 22 de febrer, pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic.* <https://portaljuridic.gencat.cat/ca/document-del-pjur/?documentId=260850>
- Generalitat de Catalunya. (2017). *El Canvi Climàtic a Catalunya - 3er Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya.* https://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/03_AMBITS/adaptacio/Informes_del_canvi_climatic_a_catalunya/WEB_RESUM_EXECUTIU_2017.pdf
- Generalitat de Catalunya. (2019). *El nou Pla Estratègic de Turisme 2018-2022 promou un model turístic català intel·ligent i sostenible.* <https://govern.cat/salaprensa/notes-premsa/362742/nou-pla-estrategic-turisme-2018-2022-promou-model-turistic-catala-intel·ligent-sostenible>
- Generalitat de Catalunya. (2020). *PREGUNTAS SOBRE LAS RESTRICCIONES DE ACTIVIDADES POR LA COVID-19 EN CATALUÑA FASE 3.*
- Generalitat de Catalunya. (2021a). *Catalunya reStart Turismo 2021.* <https://act.gencat.cat/catalunya-restart-turisme-2021/?lang=es>
- Generalitat de Catalunya. (2021b, juny 21). *Guia de càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) 2021.* https://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/04_ACTUA/Com_calcular_emissions_GEH/guia_de_calcul_demissions_de_co2/Guia_de_calcul_emissions_GEH_2021.pdf

- Generalitat de Catalunya. (2024, febrer 1). *Resolució ACC/220/2024, d'1 de febrer, per la qual es declara l'estat d'emergència i per sequera hidrològica a les unitats d'explotació Embassaments del Ter-Llobregat, Embassaments del Ter i Embassaments del Llobregat, es declara la sortida d'alerta de la unitat d'explotació del Consorci d'Aigües de Tarragona i s'actualitzen diversos estats de sequera pluviomètrica*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya. <https://dogc.gencat.cat/ca/document-del-dogc/?documentId=977626>
- Generalitat de Catalunya (Agència Catalana de l'Aigua). (2024). *El visor de la sequera*. Website Gencat. <https://aplicacions.aca.gencat.cat/visseq/estat-actual>
- Giama, E., Karakasidis, D., & Papadopoulos, A. M. (2018). Improving the energy and environmental efficiency of the hotel sector. En *Green Energy and Technology*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89845-2_59
- Golbaz, S., Nabizadeh, R., Zarinkolah, S., Mahvi, A. H., Alimohammadi, M., & Yousefi, M. (2019). An innovative swimming pool water quality index (SPWQI) to monitor and evaluate the pools: design and compilation of computational model. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(7). <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7577-y>
- Gómez Martínez, G., & Pérez Martín, M. Á. (2023). Water Management Adaptation to Climate Change in Mediterranean Semiarid Regions by Desalination and Photovoltaic Solar Energy, Spain. *Water*, 15(18), 3239. <https://doi.org/10.3390/w15183239>
- Gössling, S. (2001). The consequences of tourism for sustainable water use on a tropical island: Zanzibar, Tanzania. *Journal of Environmental Management*, 61(2), 179-191. <https://doi.org/10.1006/jema.2000.0403>
- Gössling, S. (2015). New performance indicators for water management in tourism. *Tourism Management*, 46, 233-244. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.06.018>
- Gössling, S., Borgström Hansson, C., Hörstmeier, O., & Saggel, S. (2002). Ecological footprint analysis as a tool to assess tourism sustainability. *Ecological Economics*, 43(2-3), 199-211. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00211-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00211-2)
- Gössling, S., & Peeters, P. (2015). Assessing tourism's global environmental impact 1900–2050. *Journal of Sustainable Tourism*, 23(5), 639-659. <https://doi.org/10.1080/09669582.2015.1008500>
- Gössling, S., Scott, D., & Hall, C. M. (2020). Pandemics, tourism and global change: a rapid assessment of COVID-19. *Journal of Sustainable Tourism*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1758708>
- Győri, Z., & Szigeti, C. (2023). Non-financial Reporting Practices in Hungary – Opportunities and Challenges in Preparation for CSRD. *strengthening resilience by sustainable economy and business - towards the SDGs*, 9-18. <https://doi.org/10.18690/um.epf.3.2023.4>
- Hein, L., Metzger, M. J., & Moreno, A. (2009). Potential impacts of climate change on tourism; a case study for Spain. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(2), 170-178. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.10.011>

- Hilton. (2023). *HILTON 2022 ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOVERNANCE REPORT*.
- Hof, A., Moran-Tejeda, E., Lorenzo-Lacruz, J., & Blazquez-Salom, M. (2018). Swimming Pool Evaporative Water Loss and Water Use in the Balearic Islands (Spain). *WATER*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/w10121883>
- Hof, A., & Schmitt, T. (2011). Urban and tourist land use patterns and water consumption: Evidence from Mallorca, Balearic Islands. *Land Use Policy*, 28(4), 792-804. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.01.007>
- Hunter, C. (2002). Sustainable tourism and the touristic ecological footprint. *Environment, Development and Sustainability*, 4(1), 7-20. <https://doi.org/10.1023/A:1016336125627>
- Hurtado Jaramillo, C., Arimany-Serrat, N., Meijide Vidal, D., & Ferràs Hernández, X. (2018). Valors de sostenibilitat per a les empreses: una perspectiva d'alineació de valors en una relació proveïdor-client per al cas Aqualogy. *Capital intangible*, 3-24.
- Ilgaz, R., & Yumrutas, R. (2022). Heating performance of swimming pool incorporated solar assisted heat pump and underground thermal energy storage tank: A case study. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENERGY RESEARCH*, 46(2), 1008-1031. <https://doi.org/10.1002/er.7221>
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2020). *Instituto Nacional de Estadística (INE)*. <https://www.ine.es/>
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2021). *Aportación del turismo a la economía española - Año 2021*. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736169169&menu=ultiDatos&idp=1254735576863#:~:text=%C3%9Altima%20Nota%20de%20pr ensa&text=El%20peso%20del%20turismo%20alcanz%C3%B3,%2C9%25%20del%20emple o%20total
- Iraldo, F., & Nucci, B. (2016). Proactive environmental management in hotels: What difference does it make? *Economics and Policy of Energy and the Environment*, 2016(2), 81-106. <https://doi.org/10.3280/EFE2016-002005>
- Jefatura del Estado. (2020, desembre). *Ley 9/2020, de 16 de diciembre, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para intensificar las reducciones de emisiones de forma eficaz en relación con los costes*. <https://www.boe.es/eli/es/l/2020/12/16/9>
- Jefatura del Estado. (2021, maig). *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*. <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7/con>
- Jefatura del Estado. (2022a). *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*. <https://www.boe.es/eli/es/l/2022/04/08/7/con>
- Jefatura del Estado. (2022b, setembre). *Ley 18/2022, de 28 de septiembre, de creación y crecimiento de empresas*. <https://www.boe.es/eli/es/l/2022/09/28/18/con>

- José-Luis, S.-O., Francisco, S.-C., Javier, S.-R. G., & María, P.-R.-G.-D. (2020). Energy efficiency in tourism sector: Eco-innovation measures and energy. En *Energy Services Fundamentals and Financing*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820592-1.00010-5>
- Jum C. Nunnally. (1978). *Psychometric Theory*. McGraw-Hill.
- Karimi, B. (2020). Formation of disinfection by-products in the swimming pool water treated with different disinfection types. *DESALINATION AND WATER TREATMENT*, 175, 174-181. <https://doi.org/10.5004/dwt.2020.24887>
- Kasim, A., Gursoy, D., Okumus, F., & Wong, A. (2014). The importance of water management in hotels: A framework for sustainability through innovation. *Journal of Sustainable Tourism*, 22(7), 1090-1107. <https://doi.org/10.1080/09669582.2013.873444>
- Khatter, A., McGrath, M., Pyke, J., White, L., & Lockstone-Binney, L. (2019). Analysis of hotels' environmentally sustainable policies and practices: Sustainability and corporate social responsibility in hospitality and tourism. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 31(6), 2394-2410. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-08-2018-0670>
- Kiper V. O., SaraC, O., & Batman, O. (2022). Drought Tourism: Adopting Tourism for Water Scarcity. En Evangelos ChristouAnestis Fotiadis (Ed.), *Reviving Tourism in the Post-Pandemic Era* (p. 531-541). School of Economics and Business, International Hellenic University. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6428590>
- Krstinić Nižić, M., Šverko Grdić, Z., & Endres, R. (2017). Energy sustainability and its impacts on Croatian tourism. *Croatian Economic Survey*, 19(2), 83-104. <https://doi.org/10.15179/ces.19.2.3>
- Kular, N. K. (2014). Energy conservation in hotels: A green approach. En *Managing Sustainability in the Hospitality and Tourism Industry: Paradigms and Directions for the Future*. <https://doi.org/10.1201/b16789>
- Lam, J. C., & Chan, W. W. (2001). *Life cycle energy cost analysis of heat pump application for hotel swimming pools*. www.elsevier.com/locate/enconman
- Latham, A., & Layton, J. (2019). Social infrastructure and the public life of cities: Studying urban sociality and public spaces. *Geography Compass*, 13(7). <https://doi.org/10.1111/gec3.12444>
- Lau, M. J., Zamil, M. F., Choong, S. Y., & Tan, J. (2020). Modelling and optimization of the heat pump system for the usage of swimming pool. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 778. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/778/1/012097>
- Legrand, W., & Dubrocard, N. (2019). Freshwater and waste water management in mediterranean hotels and resorts: Owner-operator issues. En *Sustainable Tourism Practices in the Mediterranean*.

- Lenzen, M., Sun, Y. Y., Faturay, F., Ting, Y. P., Geschke, A., & Malik, A. (2018). The carbon footprint of global tourism. *Nature Climate Change*, 8(6), 522-528. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0141-x>
- Li, Y., Nord, N., Huang, G., & Li, X. (2021). Swimming pool heating technology: A state-of-the-art review. *Building Simulation*, 14(3), 421-440. <https://doi.org/10.1007/s12273-020-0669-3>
- Lic. Reinaldo Rivera Oliva, Lic. Rafael C. Izaguirre Remón, & Dra. Sordelicia Mustelier Necolardes. (2010). *LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA COMO PASO LÓGICO Y MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*.
- Liew, C. S. M., Li, X., Zhang, H., & Lee, H. K. (2018). A fully automated analytical platform integrating water sampling-miniscale-liquid-liquid extraction-full evaporation dynamic headspace concentration-gas chromatography-mass spectrometry for the analysis of ultraviolet filters. *ANALYTICA CHIMICA ACTA*, 1006, 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2017.12.035>
- Limane, A., Fellouah, H., & Galanis, N. (2018). Three-dimensional OpenFOAM simulation to evaluate the thermal comfort of occupants, indoor air quality and heat losses inside an indoor swimming pool. *ENERGY AND BUILDINGS*, 167, 49-68. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.02.037>
- Linacre, E. T. (1977). A SIMPLE FORMULA FOR ESTIMATING EVAPORATION RATES IN VARIOUS CLIMATES, USING TEMPERATURE DATA ALONE. En *Agricultural Meteorology* (Vol. 18).
- Linacre, E. T., Hicks, B. B., Sainty, G. R., & Grauze, G. (1970). The evaporation from a swamp. *Agricultural Meteorology*, 7, 375-386. [https://doi.org/10.1016/0002-1571\(70\)90033-6](https://doi.org/10.1016/0002-1571(70)90033-6)
- Losada, R., & Martinez, A. (2023). Spanish Securities Issuers and Their Relationship with Climate Change. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4466781>
- Lugo, S., Morales, L. I., Best, R., Gómez, V. H., & García-Valladares, O. (2019). Numerical simulation and experimental validation of an outdoor-swimming-pool solar heating system in warm climates. *Solar Energy*, 189, 45-56. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.07.041>
- Mak, A. H. N., & Chang, R. C. Y. (2019). The driving and restraining forces for environmental strategy adoption in the hotel industry: A force field analysis approach. *Tourism Management*, 73, 48-60. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.01.012>
- Makarenko, I., & Makarenko, S. (2023). Multi-level benchmark system for sustainability reporting: EU experience for Ukraine. *Accounting and Financial Control*, 4(1), 41-48. [https://doi.org/10.21511/afc.04\(1\).2023.04](https://doi.org/10.21511/afc.04(1).2023.04)
- Mančić, M., Živković, D., Laković Paunović, M., Mančić, M., & Rajic, M. (2021). Experimental evaluation of correlations of evaporation rates from free water surfaces of indoor swimming pools. En *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 153).

- Mančić, M. V., Zivković, D. S., Milosavljević, P. M., & Todorović, M. N. (2014). Mathematical modelling and simulation of the thermal performance of a solar heated indoor swimming pool. *Thermal Science*, 18(3), 999-1010. <https://doi.org/10.2298/TSCI1403999M>
- Mancic, M. V, Zivkovic, D. S., Djordjevic, M. L., Jovanovic, M. S., Rajic, M. N., & Mitrovic, D. M. (2018). TECHNO-ECONOMIC OPTIMIZATION OF CONFIGURATION AND CAPACITY OF A POLYGENERATION SYSTEM FOR THE ENERGY DEMANDS OF A PUBLIC SWIMMING POOL BUILDING. *THERMAL SCIENCE*, 22(18th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia (SIMTERM)), S1535-S1549. <https://doi.org/10.2298/TSCI18S5535M>
- María del Rosario, R. S., Patricia S., S. M., & René, D. P. (2017). Eco-innovation and organizational culture in the hotel industry. *International Journal of Hospitality Management*, 65, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2017.06.001>
- Marin, J. P. D., & Garcia-Cuscales, J. R. (2020). Dynamic simulation model and empirical validation for estimating thermal energy demand in indoor swimming pools. *ENERGY EFFICIENCY*, 13(5), 955-970. <https://doi.org/10.1007/s12053-020-09863-7>
- Marinopoulos, I. S., & Katsifarakis, K. L. (2017). Optimization of Energy and Water Management of Swimming Pools. A Case Study in Thessaloniki, Greece. *Procedia Environmental Sciences*, 38, 773-780. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.161>
- Marriott International. (2024). *Environmental, Social, and Governance Progress*.
- McLauchlan, A. (2017). Geographies of Swimming Pool Provision: Lessons from Glasgow 1804–2014. *Scottish Geographical Journal*, 133(2), 83-100. <https://doi.org/10.1080/14702541.2017.1285042>
- Melià Hotels. (2024). *Melià - YEAR END RESULTS 2023*.
- Mellou, K., Mplougoura, A., Mandilara, G., Papadakis, A., Chochlakis, D., Psaroulaki, A., & Mavridou, A. (2022). Swimming Pool Regulations in the COVID-19 Era: Assessing Acceptability and Compliance in Greek Hotels in Two Consecutive Summer Touristic Periods. *Water (Switzerland)*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/w14050796>
- Mendoza, E., Ferrero, G., Slokar, Y. M., Amores, X., Azzellino, A., & Buttiglieri, G. (2023). Water management practices in Euro-Mediterranean hotels and resorts. *International Journal of Water Resources Development*, 39(3), 485-506. <https://doi.org/10.1080/07900627.2021.2015683>
- Meyer, A. F. (1915). Computing runoff from rainfall and other physical data. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 79, 1056-1224.
- Ministerio de Sanidad, S. S. e I. (Gobierno de E. (2013). *Real Decreto 742/2013, de 27 de septiembre, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de las piscinas*. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-10580-consolidado.pdf>

- Morote, Á.-F., Saurí, D., & Hernández, M. (2017). Residential Tourism, Swimming Pools, and Water Demand in the Western Mediterranean. *Professional Geographer*, *69*(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/00330124.2015.1135403>
- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, *18*(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/S12874-018-0611-X/TABLES/1>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). The Assessment of Reliability. *Psychometric Theory*, 248-292.
- Oliveira, M. J., Braga, A., Inverno, A., Santos, C., Da Silva, E. M. J., Carmo, F. D. O., Silva, L., Da Silva, M. M., Cabral, P., Sequeira, P., & Lança, R. (2018). Spools: Sustainable pools – Main developments of the project. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, *217*, 821-832. <https://doi.org/10.2495/SDP180691>
- ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- ORDRE EMT/265/2023, de 30 de novembre, per la qual s'aproven les bases reguladores que han de regir la convocatòria d'ajuts a projectes destinats a reduir el consum d'aigua mitjançant la reutilització i l'estalvi per part dels establiments que prestin serveis d'allotjament turístic. (2023). <https://dogc.gencat.cat/ca/document-del-dogc/?documentId=973264>
- Orlov, V., Zotkin, S., & Pelipenko, A. (2018). Mathematical modelling of water exchange in public swimming pools. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *365*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/4/042016>
- Page, S. J., Essex, S., & Causevic, S. (2014). Tourist attitudes towards water use in the developing world: A comparative analysis. *Tourism Management Perspectives*, *10*, 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2014.01.004>
- Pan, S. Y., Gao, M., Kim, H., Shah, K. J., Pei, S. L., & Chiang, P. C. (2018). Advances and challenges in sustainable tourism toward a green economy. En *Science of the Total Environment* (Vol. 635, p. 452-469). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.134>
- Penman, H. L. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences*, *193*(1032), 120-145. <https://doi.org/10.1098/rspa.1948.0037>
- Perales Viscasillas, P. (2023). Impacto de la lucha contra el cambio climático en el Gobierno Corporativo. *Revista de Derecho del Sistema Financiero: mercados, operadores y contratos*, *5*, 11-66. <https://doi.org/https://doi.org/10.32029/2695-9569.01.01.2023>
- Pérez-Carramiñana, C., Maciá-Mateu, A., Sirvent-García, G., & Lledó-Llorca, I. (2022). Study of Natural Ventilation and Solar Control Strategies to Improve Energy Efficiency and Environmental Quality in Glazed Heated Swimming Pools in a Dry Mediterranean Climate. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(14). <https://doi.org/10.3390/su14148243>

- Pešić, A. M., & Jakovljević, D. (2020). Water resources management: Methods, applications and challenges. En *Water Resources Management: Methods, Applications and Challenges*.
- Pisano, A., Marullo, S., Artale, V., Falcini, F., Yang, C., Leonelli, F. E., Santoleri, R., & Nardelli, B. B. (2020). New evidence of Mediterranean climate change and variability from Sea Surface Temperature observations. *Remote Sensing*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/RS12010132>
- Poćwiardowski, W. (2023). The potential of swimming pool rinsing water for irrigation of green areas: a case study. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(19), 57174-57177. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26126-x>
- Pop, O., & Pop, I. (2018). SOLAR WATER HEATING FOR A SWIMMING POOL. *ACTA TECHNICA NAPOCENSIS SERIES-APPLIED MATHEMATICS MECHANICS AND ENGINEERING*, 61(2), 279-286.
- Puig, R., Kiliç, E., Navarro, A., Albertí, J., Chacón, L., & Fullana-i-Palmer, P. (2017). Inventory analysis and carbon footprint of coastland-hotel services: A Spanish case study. *Science of the Total Environment*, 595, 244-254. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.245>
- Rana, A., Dyck, R., Hu, G., Hewage, K., Rodriguez, M. J., Alam, M. S., & Sadiq, R. (2020). A process-based LCA for selection of low-impact DBPs control strategy for indoor swimming pool operation. *Journal of Cleaner Production*, 270. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122372>
- Redondo Alamillos, R., & de Mariz, F. (2022). How Can European Regulation on ESG Impact Business Globally? *Journal of Risk and Financial Management*, 15(7), 291. <https://doi.org/10.3390/jrfm15070291>
- Retolaza, J. L. (2016). *Contabilidad social para la sostenibilidad: modelo y aplicación*.
- Ribeiro, E., Jorge, H. M., & Quintela, D. A. (2019). *HVAC SYSTEM ENERGY OPTIMIZATION IN INDOOR SWIMMING POOLS*. 7.
- Ricaurte, E., & Jagarajan, R. (2020). Hotel sustainability benchmarking index 2020: Carbon, Energy and Water. *Cornell Hospitality Report*, 17(18), 3-17. <https://scholarship.sha.cornell.edu/chrpubs/251/>
- Ricaurte, E., & Jagarajan, R. (2021). *Hotel Sustainability Benchmarking Index 2021: Carbon, Energy, and Water*. <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/109990>
- Rico, A., Martínez-Blanco, J., Montlleó, M., Rodríguez, G., Tavares, N., Arias, A., & Oliver-Solà, J. (2019). Carbon footprint of tourism in Barcelona. *Tourism Management*, 70, 491-504. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.09.012>
- Rico, A., Olcina, J., Baños, C., Garcia, X., & Sauri, D. (2020). Declining water consumption in the hotel industry of mass tourism resorts: contrasting evidence for Benidorm, Spain. *Current Issues in Tourism*, 23(6), 770-783. <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1589431>
- Rico-Amoros, A. M., Sauri, D., Olcina-Cantos, J., & Vera-Rebollo, J. F. (2013). Beyond Megaprojects?. *Water Alternatives for Mass Tourism in Coastal Mediterranean Spain*.

- Water Resources Management*, 27(2), 553-565. <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0201-3>
- Romano Spica, V., Gallè, F., Baldelli, G., Valeriani, F., Di Rosa, E., Liguori, G., Brandi, G., & Gsms, G. (2020). Swimming Pool Safety and Prevention at the Time of Covid-19: a Consensus Document from GSMS-SItI. *Annali di Igiene Medicina Preventiva e di Comunita*, 32(5), 439-448. <https://doi.org/10.7416/ai.2020.2368>
- Rosselló-Nadal, J. (2014). How to evaluate the effects of climate change on tourism. *Tourism Management*, 42, 334-340. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.11.006>
- Sakshi, Shashi, Cerchione, R., & Bansal, H. (2020). Measuring the impact of sustainability policy and practices in tourism and hospitality industry. *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1109-1126. <https://doi.org/10.1002/bse.2420>
- Saló, A., Garriga, A., Rigall-I-Torrent, R., Vila, M., & Fluvià, M. (2014). Do implicit prices for hotels and second homes show differences in tourists' valuation for public attributes for each type of accommodation facility? *International Journal of Hospitality Management*, 36, 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2013.08.011>
- Saló, A., Garriga, A., Rigall-I-Torrent, R., Vila, M., & Sayeras, J. M. (2012). Differences in seasonal price patterns among second home rentals and hotels: Empirical evidence and practical implications. *Tourism Economics*, 18(4), 731-747. <https://doi.org/10.5367/te.2012.0141>
- Salvati, L., & Zambon, I. (2018). Swimming pools: A landmark of sprawl. Mediterranean urbanity, landscape architecture and social issues. En *Swimming Pools: A Landmark of Sprawl. Mediterranean Urbanity, Landscape Architecture and Social Issues*.
- Santos, E., Lisboa, I., Crespo, C., Moreira, J., & Eugenio, T. (2022). Evaluating Economic Sustainability of Nautical Tourism Through Brand Equity and Corporate Performance. *Springer Proceedings in Business and Economics*, 105-118. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92491-1_6
- Santos, E. T., Zárata, L. E., & Pereira, E. M. D. (2013). Hybrid thermal model for swimming pools based on artificial neural networks for southeast region of Brazil. *Expert Systems with Applications*, 40(8), 3106-3120. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.026>
- Saurí, D., Olcina, J., Vera, J., Martín-Vide, J., March, H., Serra-Llobet, A., & Padilla, E. (2013). *Tourism, Climate Change and Water Resources: Coastal Mediterranean Spain as an Example* (p. 231-252). <https://doi.org/10.1002/9781118474822.ch13>
- Schaltegger, S., Hörisch, J., & Freeman, R. E. (2019). Business cases for sustainability: A stakeholder theory perspective. *Organization and Environment*, 32(3), 191-212. <https://doi.org/10.1177/1086026617722882>
- Schofield, S. (2016). Improving pump energy efficiencies. *World Pumps*, 2016(1), 28-29. [https://doi.org/10.1016/S0262-1762\(16\)30031-1](https://doi.org/10.1016/S0262-1762(16)30031-1)

- Scholz, P., Linderová, I., & Konečná, K. (2020). Green management tools as a way to sustainable behaviour in the hotel industry: Case study from czechia. *Sustainability (Switzerland)*, 12(23), 1-23. <https://doi.org/10.3390/su122310027>
- Scott, D. (2021). Sustainable tourism and the grand challenge of climate change. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1-17. <https://doi.org/10.3390/su13041966>
- Scott, D., Gössling, S., & Hall, C. M. (2012). International tourism and climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3(3), 213-232. <https://doi.org/10.1002/wcc.165>
- Shah, M. M. (2002). Evaluation of available correlations for rate of evaporation from undisturbed water pools to quiet air. *HVAC and R Research*, 8(1), 125-131. <https://doi.org/10.1080/10789669.2002.10391292>
- Shah, M. M. (2012). Improved method for calculating evaporation from indoor water pools. *Energy and Buildings*, 49, 306-309. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.02.026>
- Shah, M. M. (2018). Improved model for calculation of evaporation from water pools. *Science and Technology for the Built Environment*, 24(10), 1064-1074. <https://doi.org/10.1080/23744731.2018.1483157>
- Shah, M. M. (2022). Evaluation of methods for prediction of evaporation from water pools. *Journal of Building Physics*, 45(5), 629-648. <https://doi.org/10.1177/17442591211034193>
- Shah, M. M. (2023). Further development and verification of the model for evaporation from pools. *SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR THE BUILT ENVIRONMENT*, 29(1), 75-85. <https://doi.org/10.1080/23744731.2022.2133854>
- Singh, A. K., Tiwari, G. N., Singh, R. G., & Singh, R. K. (2020). Active Heating of Outdoor Swimming Pool Water Using Different Solar Collector Systems. *JOURNAL OF SOLAR ENERGY ENGINEERING-TRANSACTIONS OF THE ASME*, 142(4). <https://doi.org/10.1115/1.4046150>
- Smedegård, O. Ø., Aas, B., Stene, J., Georges, L., & Carlucci, S. (2021). Systematic and data-driven literature review of the energy and indoor environmental performance of swimming facilities. *Energy Efficiency*, 14(7). <https://doi.org/10.1007/s12053-021-09985-6>
- Smedegård, O. O., Aas, B., Stene, J., & Georges, L. (2022). Measurement and Analysis of Evaporation in Indoor Swimming Pools: Comparison with the ASHRAE' s Activity Factor. *E3S Web of Conferences*, 362. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236214004>
- Smerecnik, K. R., & Andersen, P. A. (2011). The diffusion of environmental sustainability innovations in North American hotels and ski resorts. *Journal of Sustainable Tourism*, 19(2), 171-196. <https://doi.org/10.1080/09669582.2010.517316>
- Smith, C., George O.G. Löf, D. Sc., & Jones, R. (1999). Rates of Evaporation from Swimming Pools in Active. *ASHRAE*.
- Soifer, I., Choi, E.-K., & Lee, E. (2021). Do Hotel Attributes and Amenities Affect Online User Ratings Differently across Hotel Star Ratings? *Journal of Quality Assurance in Hospitality and Tourism*, 22(5), 539-560. <https://doi.org/10.1080/1528008X.2020.1814935>

- Song, C., Jing, W., Zeng, P., Yu, H., & Rosenberg, C. (2018). Energy consumption analysis of residential swimming pools for peak load shaving. *Applied Energy*, 220, 176-191. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.094>
- Statistical Institute of Catalonia (Idescat - Generalitat de Catalunya). (2023). *Statistical Institute of Catalonia (Idescat)*. <https://www.idescat.cat/>
- Studziński, W., Poćwiardowski, W., & Osińska, W. (2021). Application of the swimming pool backwash water recovery system with the use of filter tubes. *Molecules*, 26(21). <https://doi.org/10.3390/molecules26216620>
- Styles, D., Schoenberger, H., & Galvez-Martos, J. L. (2015). Water management in the European hospitality sector: Best practice, performance benchmarks and improvement potential. *Tourism Management*, 46, 187-202. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.07.005>
- Styles, D., Schönberger, H., Luis, J., & Martos, G. (2013). *Learning from frontrunners Best Environmental Management Practice in the Tourism Sector*. <https://doi.org/10.2788/33972>
- Stylos, N., & Vassiliadis, C. (2015). Differences in Sustainable Management Between Four- and Five-Star Hotels Regarding the Perceptions of Three-Pillar Sustainability. *Journal of Hospitality Marketing and Management*, 24(8), 791-825. <https://doi.org/10.1080/19368623.2015.955622>
- Sun, R., & Gao, J. (2012). Theories study of modelling tourism impacts on coastal environment. En *Advanced Materials Research* (Vol. 573-574). <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.573-574.358>
- Sun, Y. Y., Cadarso, M. A., & Driml, S. (2020). Tourism carbon footprint inventories: A review of the environmentally extended input-output approach. *Annals of Tourism Research*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.102928>
- Swimming Pools - Public Health Agency of Catalonia (ASPCAT) (Generalitat de Catalunya). (s.d.). *Swimming Pools - Public Health Agency of Catalonia (ASPCAT)*. Recuperat 13 agost 2022, de [https://salutpublica.gencat.cat/ca/ambits/proteccio_salut/piscines/index.html#googtran s\(ca|en\)](https://salutpublica.gencat.cat/ca/ambits/proteccio_salut/piscines/index.html#googtran s(ca|en))
- Tao, Y. G., & Huang, Z. F. (2014). Review of accounting for carbon dioxide emissions from tourism at different spatial scales. *Shengtai Xuebao*, 34(5), 246-254. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2014.03.007>
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53-55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Tirado, D., Nilsson, W., Deyà-Tortella, B., & García, C. (2019). Implementation of water-saving measures in hotels in Mallorca. *Sustainability (Switzerland)*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/su11236880>

- Torregrosa, T., Sevilla, M., Montañó, B., & López-Vico, V. (2010). The Integrated Management of Water Resources in Marina Baja (Alicante, Spain). A Simultaneous Equation Model. *Water Resources Management*, 24(14), 3799-3815. <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9634-8>
- Torres-Bagur, M., Ribas Palom, A., & Vila-Subirós, J. (2019). Perceptions of climate change and water availability in the Mediterranean tourist sector: A case study of the Muga River basin (Girona, Spain). *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 11(4), 552-569. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-10-2018-0070>
- Tramblay, Y., Koutroulis, A., Samaniego, L., Vicente-Serrano, S. M., Volaire, F., Boone, A., Le Page, M., Llasat, M. C., Albergel, C., Burak, S., Cailleret, M., Kalin, K. C., Davi, H., Dupuy, J.-L., Greve, P., Grillakis, M., Hanich, L., Jarlan, L., Martin-StPaul, N., ... Polcher, J. (2020). Challenges for drought assessment in the Mediterranean region under future climate scenarios. *Earth-Science Reviews*, 210, 103348. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103348>
- Tramblay, Y., Llasat, M. C., Randin, C., & Coppola, E. (2020). Climate change impacts on water resources in the Mediterranean. En *Regional Environmental Change* (Vol. 20, Número 3). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01665-y>
- UN. (2020). *World Tourism Organization*. <https://www.unwto.org/>
- Uzunlar, A., & Dis, M. O. (2024). Novel Approaches for the Empirical Assessment of Evapotranspiration over the Mediterranean Region. *Water*, 16(3), 507. <https://doi.org/10.3390/w16030507>
- Velázquez Castro, J. A., & Flores Barrera, A. P. (2017). Management innovation for sustainability in tourism: Literature review on the hospitality sector | Gestión de la innovación para la sustentabilidad en turismo: Una revisión teórica para el sector hotelero. *Espacios*, 38(59).
- Vila, M., Afsordegan, A., Agell, N., Sánchez, M., & Costa, G. (2018). Influential factors in water planning for sustainable tourism destinations. *Journal of Sustainable Tourism*, 26(7), 1241-1256. <https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1433183>
- Villar-Navascués, R. A., & Pérez-Morales, A. (2018). Factors Affecting Domestic Water Consumption on the Spanish Mediterranean Coastline. *Professional Geographer*, 70(3), 513-525. <https://doi.org/10.1080/00330124.2017.1416302>
- Vologdin, S. V., & Abramova, A. A. (2021). Intelligent water treatment management system for swimming pools. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 839(4). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/4/042088>
- Wache, R., Fielder, T., Dickinson, W. E. C., Hall, J. L., Adlington, P., Sweeney, S. J., & Clowes, S. K. (2020). Selective light transmission as a leading innovation for solar swimming pool covers. *SOLAR ENERGY*, 207, 388-397. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.06.022>
- Wiltse, J. (2007). Contested waters: A social history of swimming pools in America. En *Contested Waters: A Social History of Swimming Pools in America*.

- World Tourism Organisation (UNWTO). (2022). *UNWTO World Tourism Barometer 2022*. https://webunwto.s3.eu-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/2022-09/UNWTO_Barom22_05_Sept_EXCERPT.pdf?VersionId=pYFmf7WMvpcfjUDuhNzbQ_G.4phQX79q
- World Travel & Tourism Council. (2020). *World Travel & Tourism Council (WTTC)*. <https://wtcc.org/news-article/global-tandt-sector-suffered-a-loss-of-almost-us4-trillion-in-2020>
- Wyczarska-Kokot, J. (2016). The study of possibilities for reuse of washings from swimming pool circulation systems. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 23(3), 447-459. <https://doi.org/10.1515/eces-2016-0032>
- Wyczarska-Kokot, J., & Dudziak, M. (2022). Reuse - Reduce - Recycle: water and wastewater management in swimming pool facilities. *DESALINATION AND WATER TREATMENT*, 275(2nd International Conference on Strategies toward Green Deal Implementation- Water, Raw Materials and Energy (ICGreenDeal)), 69-80. <https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28756>
- Wyczarska-Kokot, J., & Lempart, A. (2018). THE REUSE OF WASHINGS FROM POOL FILTRATION PLANTS AFTER THE USE OF SIMPLE PURIFICATION PROCESSES. *ARCHITECTURE CIVIL ENGINEERING ENVIRONMENT*, 11(3), 163-170. <https://doi.org/10.21307/ACEE-2018-049>
- Wyczarska-Kokot, J., & Lempart, A. (2019). THE INFLUENCE OF THE FILTRATION BED TYPE IN THE POOL WATER TREATMENT SYSTEM ON WASHINGS QUALITY. *ECOLOGICAL CHEMISTRY AND ENGINEERING S-CHEMIA I INZYNIERIA EKOLOGICZNA S*, 26(3), 535-545. <https://doi.org/10.1515/eces-2019-0039>
- Xu, Y. C., Guo, Z. W., & Yuan, C. Q. (2022). Feasibility study of an integrated air source heat pump water heater/chillers and exhaust gas boiler heating system for swimming pool on luxury cruise ship. *ENERGY REPORTS*, 8, 1260-1282. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.12.037>
- Yoon, H., Sauri, D., & Rico, A. (2022). The water-energy nexus in hotels and recreational activities of a mass tourism resort: the case of Benidorm. *Current Issues in Tourism*, 25(4), 592-610. <https://doi.org/10.1080/13683500.2021.1893283>
- Zdolšek, D. (2023). Post CSRD World: Prospective Amendments to Slovenian Legislation in the Field of Auditing. *strengthening resilience by sustainable economy and business - towards the SDGs*, 407-414. <https://doi.org/10.18690/um.epf.3.2023.45>
- Zhang, J., Sinha, N., Ross, M., & Tejada-Martínez, A. E. (2018). Computational fluid dynamics analysis of the hydraulic (filtration) efficiency of a residential swimming pool. *Journal of Water and Health*, 16(5), 750-761. <https://doi.org/10.2166/wh.2018.110>
- Zhao, J., Bilbao, J. I., Spooner, E. D., & Sproul, A. B. (2018). Experimental study of a solar pool heating system under lower flow and low pump speed conditions. *RENEWABLE ENERGY*, 119, 320-335. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.12.006>