

**Estudi tècnic dels diferents escenaris per a l'aprofitament de
les piscines municipals d'Argentona durant tot l'any**



AJUNTAMENT D'ARGENTONA



Edward Pujolà

23 de Maig de 2017



Índex

1. Identificació.....	8
2. Objecte	9
2.1. Consideracions.....	9
3. Antecedents	10
4. Normes i referències	11
4.1. Normativa aplicable.....	11
4.2. Programes de càlcul	11
5. Descripció de la instal·lació.....	12
5.1. Emplaçament.....	12
5.2. Descripció.....	12
5.3. Topografia.....	13
5.4. Qualificació.....	14
5.5. Horaris de funcionament	14
5.6. Condicions exteriors de càlcul	14
5.7. Condicions interiors de càlcul	15
5.8. Consum d'aigua calenta sanitària	15
6. Anàlisi de solucions	19
6.1. Opció 1, Escenari I: Ús de manta tèrmica	20
6.1.1. Descripció solució	20
6.1.2. Demanda tèrmica	22
6.1.3. Estudi lumínic.....	24
6.1.4. Costos d'execució	25
6.1.5. Costos d'explotació	26
6.2. Opció 2, Escenari I: Piscina amb coberta tèxtil.....	27
6.2.1. Descripció solució	27
6.2.2. Demanda tèrmica	30
6.2.3. Estudi lumínic.....	37
6.2.4. Costos d'execució	38
6.2.5. Costos d'explotació	39
6.3. Opció 2, Escenari II: Piscina amb coberta desmuntable	42
6.3.1. Descripció solució	42
6.3.2. Demanda tèrmica	44
6.3.3. Estudi lumínic.....	51
6.3.4. Costos d'execució	52



6.3.5.	Costos d'exploració	53
6.4.	Opció 2, Escenari III: Piscina amb coberta fixe i retràctil	56
6.4.1.	Descripció solució	56
6.4.2.	Demanda tèrmica	59
6.4.3.	Estudi lumínic	66
6.4.4.	Costos d'execució	67
6.4.5.	Costos d'exploració	68
6.5.	Edifici vestidors	71
7.	Ingressos previstos	74
8.	Comparatiu econòmic de les solucions plantejades	75
9.	Annexes	76
9.1.	Càlculs i justificacions	76
9.1.1.	Càlculs demanda tèrmica de l'aigua de piscina	76
9.1.2.	Càlculs de demanda tèrmica per a climatització del recinte de la piscina	91
9.1.3.	Càlculs de demanda tèrmica per a climatització del recinte de vestidors	102
9.2.	Estudis luminotècnics	103
9.3.	Dades meteorològiques	109



Índex de taules

Taula 1: Superfícies útils de les instal·lacions.....	13
Taula 2: Condicions climatològiques de referència	14
Taula 3: Irradiació mitjana del sol considerada	14
Taula 4: Temperatures de l'aigua de xarxa considerades.....	15
Taula 5: Demanda ACS i comparativa d'aportació	18
Taula 6: Característiques nova UTA	19
Taula 7: Demanda tèrmica piscina descoberta	23
Taula 8: Costos d'execució Opció 1	25
Taula 9: Costos d'exploració Opció 1	26
Taula 10: Costos energètics opció 1	27
Taula 11: Demanda tèrmica piscina coberta amb manta tèrmica	31
Taula 12: Demanda tèrmica piscina coberta sense manta tèrmica	33
Taula 13: Consums energètics recinte piscina escenari I amb manta tèrmica.....	35
Taula 14: Consums energètics recinte piscina escenari I amb sense tèrmica	36
Taula 15: Costos d'execució Opció 2 Escenari I	38
Taula 16: Costos d'exploració Opció 2 Escenari I	39
Taula 17: Costos energètics de climatització de piscina	40
Taula 18: Costos energètics de climatització de recinte de piscina	40
Taula 19: Costos energètics de climatització de piscina	41
Taula 20: Costos energètics de climatització de recinte de piscina	41
Taula 21: Demanda tèrmica piscina coberta amb manta tèrmica	45
Taula 22: Demanda tèrmica piscina coberta sense manta tèrmica	47
Taula 23: Consums energètics recinte piscina escenari II amb manta tèrmica	49
Taula 24: Consums energètics recinte piscina escenari II sense manta tèrmica	50
Taula 25: Costos d'execució Opció 2 Escenari II	52
Taula 26: Costos d'exploració Opció 2 Escenari II	54
Taula 27: Costos energètics de climatització de piscina	54
Taula 28: Costos energètics de climatització de recinte de piscina	55
Taula 29: Costos energètics de climatització de piscina	55
Taula 30: Costos energètics de climatització de recinte de piscina	56
Taula 31: Demanda tèrmica piscina coberta amb manta tèrmica	60
Taula 32: Demanda tèrmica piscina coberta sense manta tèrmica	62
Taula 33: Consums energètics recinte piscina escenari III amb manta tèrmica	64
Taula 34: Consums energètics recinte piscina escenari III sense manta tèrmica	65
Taula 35: Costos d'execució Opció 2 Escenari III	67
Taula 36: Costos d'exploració Opció 2 Escenari III	68
Taula 37: Costos energètics de climatització de piscina	69
Taula 38: Costos energètics de climatització de recinte de piscina	69
Taula 39: Costos energètics de climatització de piscina	70
Taula 40: Costos energètics de climatització de recinte de piscina	70
Taula 41: Demanda tèrmica climatització edifici vestidors.....	71
Taula 42: Cost econòmic climatització edifici vestidors	72
Taula 43: Cost econòmic ACS edifici vestidors	73
Taula 44: Previsió d'abonats i d'ingressos anuals	74
Taula 45: Previsió d'entrades mensuals venudes	74
Taula 46: Previsió d'entrades venudes i d'ingressos anuals.....	74



Taula 47: Comparatiu econòmic de les solucions plantejades	75
Taula 48: Pèrdues per evaporació d'aigua de la piscina descoberta	78
Taula 49: Pèrdues per radiació de la piscina descoberta	80
Taula 50: Pèrdues per convecció de la piscina descoberta	80
Taula 51: Pèrdues per renovació de l'aigua de la piscina descoberta	81
Taula 52: Pèrdues per conducció a través dels murs i de la solera de la piscina descoberta	82
Taula 53: Guanys per irradiació solar a la piscina descoberta	83
Taula 54: Pèrdues per evaporació d'aigua de la piscina coberta amb ús de manta	85
Taula 55: Pèrdues per evaporació d'aigua de la piscina coberta sense ús de manta	86
Taula 56: Pèrdues per radiació de la piscina coberta	88
Taula 57: Guanys per convecció de la piscina coberta	88
Taula 58: Pèrdues per renovació de l'aigua de la piscina coberta	89
Taula 59: Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas de la piscina coberta	90
Taula 60: Potència tèrmica mínima a instal·lar per escalfar el vas de la piscina descoberta	90
Taula 61: Potència tèrmica mínima a instal·lar per escalfar el vas de la piscina coberta	91
Taula 62: Càrrega sensible piscina coberta escenari I sense manta tèrmica	93
Taula 63: Demanda energètica del recinte de piscina escenari I sense manta tèrmica	94
Taula 64: Càrrega sensible piscina coberta escenari I amb manta tèrmica	95
Taula 65: Demanda energètica del recinte de piscina escenari I amb manta tèrmica	95
Taula 66: Càrrega sensible piscina coberta escenari II sense manta tèrmica	96
Taula 67: Demanda energètica recinte piscina escenari II sense manta tèrmica	97
Taula 68: Càrrega sensible piscina coberta escenari II amb manta tèrmica	98
Taula 69: Demanda energètica recinte piscina escenari II amb manta tèrmica	98
Taula 70: Càrrega sensible piscina coberta escenari III sense manta tèrmica	99
Taula 71: Demanda energètica recinte piscina escenari III sense manta tèrmica	100
Taula 72: Càrrega sensible piscina coberta escenari III amb manta tèrmica	101
Taula 73: Demanda energètica recinte piscina escenari III amb manta tèrmica	101
Taula 74: Resultats CYPE demanda tèrmica edifici vestidors	103
Taula 75: Demanda mensual per a climatització dels vestidors	103
Taula 76: Dades meteorològiques utilitzades a l'estudi	115

Índex d'imatges

Imatge 1: Ubicació de la instal·lació	12
Imatge 2: Emplaçament de les instal·lacions	12
Imatge 3: Entrada principal a les instal·lacions	13
Imatge 4: Proposta ubicació nova UTA	20
Imatge 5: Exemple de manta tèrmica	21
Imatge 6: Simulació del conjunt manta tèrmica i suport	21
Imatge 7: Simulació de la coberta tèxtil	28
Imatge 8: Exemple coberta tèxtil a la piscina del Club Natació Catalunya, Barcelona	28
Imatge 9: Generadors aire	29
Imatge 10: Detall del sistema de subjecció de la coberta	29
Imatge 11: Porta d'accés	30
Imatge 12: Exemple coberta desmuntable. Piscina Municipal de Benifairó de les Valls (València)	42
Imatge 13: Exemple coberta desmuntable. Piscina Municipal de Buñol (València)	43
Imatge 14: Exemple passadís piscina. Real Automóvil Club de España (Madrid)	43



Imatge 15: Ubicació punts de llum indirectes. Exemple Piscina Municipal Sant Cugat (Barcelona)	52
Imatge 16: Exemple coberta retràctil	57
Imatge 17: Exemple coberta retràctil	58

Índex de gràfics

Gràfic 1: Cobertura solar de la demanda de ACS actual	18
Gràfic 2: Contribució de les dues fonts a la producció de ACS	18
Gràfic 3: Demanda tèrmica mensual de la piscina descoberta	24
Gràfic 4: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina descoberta	24
Gràfic 5: Simulació lumínica de la piscina descoberta	25
Gràfic 6: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta amb manta tèrmica	32
Gràfic 7: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica	32
Gràfic 8: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta sense manta tèrmica	34
Gràfic 9: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica	34
Gràfic 10: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari I amb manta tèrmica	35
Gràfic 11: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari I amb manta tèrmica	35
Gràfic 12: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari I sense manta tèrmica	36
Gràfic 13: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari I sense manta tèrmica	37
Gràfic 14: Simulació lumínica de la piscina amb coberta tèxtil	37
Gràfic 15: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta amb manta tèrmica	46
Gràfic 16: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica	46
Gràfic 17: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta sense manta tèrmica	48
Gràfic 18: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica	48
Gràfic 19: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari II amb manta tèrmica	49
Gràfic 20: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari II amb manta tèrmica	49
Gràfic 21: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari II sense manta tèrmica	50
Gràfic 22: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari II sense manta tèrmica	51
Gràfic 23: Simulació lumínica de la piscina amb coberta desmuntable	51
Gràfic 24: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta amb manta tèrmica	61
Gràfic 25: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica	61
Gràfic 26: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta sense manta tèrmica	63
Gràfic 27: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica	63
Gràfic 28: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari III amb manta tèrmica	64
Gràfic 29: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari III amb manta tèrmica	64
Gràfic 30: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari III sense manta tèrmica	65



Gràfic 31: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari III sense manta tèrmica	66
Gràfic 32: Simulació lumínica de la piscina amb coberta retràctil.....	66
Gràfic 33: Demanda tèrmica climatització edifici vestidors	71



1. Identificació

Títol de l'avantprojecte: Estudi tècnic dels diferents escenaris per a l'aprofitament de les piscines municipals d'Argentona durant tot l'any.

Emplaçament de la instal·lació: Av. Països Catalans, s/n

Municipi: 08310 – Argentona, comarca del Maresme

Dades del titular: Ajuntament d'Argentona
Adreça: c. Gran, 59 - Argentona
Telèfon: 93 797 49 00

Dades autor de l'estudi: Eduard Pujolràs Romaguera
Enginyer Industrial
Núm. Col·legiat: 18.593
Correu: eduard.pujolras@gmail.com
Telèfon: 620.18.10.88



2. Objecte

L'objecte de l'estudi tècnic és analitzar de manera tècnica i econòmica les possibles solucions per a l'aprofitament de les piscines municipals d'Argentona durant tot l'any. Amb la finalitat d'analitzar de manera ordenada les diferents opcions, s'analitzen les diferents possibilitats de la següent manera:

- En una primera classificació es separen les diferents solucions en dues opcions:
 - o Piscina descoberta
 - o Piscina coberta
- L'opció de piscina descoberta, d'ara endavant "Opció 1", presenta el següent escenari:
 - o Escenari I: Ús de manta tèrmica per a cobrir la piscina durant les hores de no ús de la instal·lació
- L'opció de piscina coberta, d'ara endavant "Opció 2", presenta els següents escenaris:
 - o Escenari I: Cobriment del vas mitjançant coberta tèxtil
 - o Escenari II: Cobriment del vas mitjançant una estructura desmuntable
 - o Escenari III: Cobriment del vas mitjançant una estructura retràctil

2.1. Consideracions

En el present estudi es tindran en compte les següents consideracions:

- A petició de l'Ajuntament, es considerarà que la demanda de calor en els diferents escenaris, tant en la climatització de la piscina com en la climatització dels vestidors, es cobrirà mitjançant un xarxa de distribució d'aigua calenta provinent d'una central de biomassa projectada per abastir els diferents equipaments municipals de la zona. Pel que, es pre-dimensionen els bescanviadors necessaris per cobrir les necessitats tèrmiques de la instal·lació objecte d'estudi tenint en compte que la xarxa de calor subministra aigua calenta a 80°C
- Es considera que la central de biomassa projectada disposa de la potència per aportar l'energia tèrmica necessària per la climatització de la piscina.
- Es considera que el preu de l'energia subministrada des del/s bescanviador/s de calor connectats a la xarxa de calor provinent de la central de biomassa, és de 0,035 €/kWh.
- El preu de l'energia elèctrica utilitzat per a estimar els costos energètics és de 0,09 €/kWh, sense incloure el I.V.A ni l'impost elèctric.
- Es considera que la voluntat de l'estudi és valorar les diferents opcions per a cobrir la piscina recreativa, pel que a priori, no es tindrà en compte la piscina infantil com a objecte d'estudi
- Les valoracions econòmiques de les partides més importants de les diferents solucions s'han determinat mitjançant pressupostos sol·licitats a proveïdors especialitzats en l'àmbit corresponent. Els preus de partides d'inferior magnitud han estat estimats segons l'experiència en altres projectes.



3. Antecedents

Les instal·lacions existents de les piscines municipals d'Argentona van ser construïdes aproximadament l'any 1.981, d'acord amb el "Projecte de piscina municipal als terrenys situats entre les noves escoles d'EGB i els torrents de Tossas i de Can Cirés", signat per l'enginyer industrial Xavier Brullet i Tenas.

L'any 2.013 l'Ajuntament d'Argentona va sol·licitar a la Gerència de Serveis d'Esports de la Diputació de Barcelona suport tècnic pel "Projecte de reformes de les piscines d'estiu", signat per l'arquitecte Jordi Álvarez i Farràs. Aquest projecte inclou actuacions en matèria de reparació, manteniment i conservació, així com en matèria de reposició d'equipaments i infraestructures, amb l'objectiu d'optimitzar-ne i garantir-ne el seu funcionament i disponibilitat.

L'any 2016 l'Ajuntament d'Argentona va realitzar un procés participatiu entre els vilatans per tal de destinar, una part del pressupost d'inversions, a la proposta més votada. Aquesta va ser la de realitzar un avantprojecte que analitzés les diferents opcions per a cobrir la piscina municipal i habilitar-la per ser utilitzada tot l'any. Donat que existeixen diferents solucions per aconseguir aquest objectiu, l'Ajuntament d'Argentona ha encarregat a l'Enginyer Industrial Eduard Pujolràs un estudi previ amb l'objectiu de conèixer els avantatges, inconvenients i el cost econòmic de cada una de les diferents solucions.

L'oferta va ser presentada per Eduard Pujolràs en data 28 de novembre de 2.016 detalla l'estudi tècnic dels diferents escenaris per a l'aprofitament de les piscines municipals d'Argentona durant tot l'any. L'oferta va ser adjudicada per part de l'Ajuntament d'Argentona en data 5 de gener de 2.017.



4. Normes i referències

4.1. Normativa aplicable

L'estudi tècnic està emmarcat en la normativa vigent i dins el marc autonòmic. Es tenen en compte els següents documents:

Normativa d'àmbit estatal

- CTE, Codi Tècnic de l'Edificació
- RITE, 2009. Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis
- Reial decret 1287/2011 relatiu a l'establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes relacionats amb l'energia
- Reial decret 47/2007 pel qual s'aprova el procediment bàsic per a la certificació d'eficiència energètica d'edificis de nova construcció
- Reial decret 865/2003 pel qual s'estableixen els criteris higiènics i sanitaris per a la prevenció i control de la legionel·losi

Normativa d'àmbit econòmic

- Decret 21/2006 d'ecoeficiència
- Decret 352/2004 pel qual s'estableixen les condicions higièniques i sanitàries per a la prevenció i el control de la legionel·losi.
- Decret 95/2000 pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic.

Normes UNE-EN

- UNE EN 12193: 2009 Il·luminació. Il·luminació d'instal·lacions esportives.

Altres documents de referència

- L'energia a les instal·lacions esportives, Institut Català d'Energia, Barcelona, 2012

4.2. Programes de càlcul

En els càlculs de la demanda tèrmica per a la climatització de l'aigua de piscina dels diferents escenaris s'ha utilitzat la metodologia exposada als punt 9.1 i 9.2. Pel càlcul de la demanda tèrmica de l'edifici de vestidors s'ha utilitzat el programa CYPE, el mòdul CYPECAD MEP.



5. Descripció de la instal·lació

5.1. Emplaçament

Les instal·lacions objectes d'aquest estudi tècnic es troben ubicades a la zona esportiva d'Argentona, situada a la part sud-oest del terme municipal entre la carretera de Vilassar i la riera d'Argentona. L'accés principal al recinte és per l'Avinguda Països Catalans. Els límits del recinte són el Torrent de Cirera, la tanca amb el CEIP Francesc Burniol i el tester del Pavelló municipal.

Les instal·lacions disposen d'una superfície aproximada de 4.030 m² en un solar de forma trapezoïdal.



Imatge 1: Ubicació de la instal·lació



Imatge 1: Emplaçament de les instal·lacions

5.2. Descripció

Les instal·lacions estan formades per un edifici principal de serveis i dues piscines exteriors, una piscina recreativa i una piscina infantil. La làmina d'aigua de la piscina recreativa, té unes dimensions de 24,5 x 16 metres, i una profunditat màxima de 1,6 metres. La làmina d'aigua de la piscina infantil té unes dimensions de 10 x 6 metres, i una profunditat màxima de 0,5 metres. Aquestes disposen d'una zona pavimentada de platges que les envolta i les connecta amb l'edifici, on es troben els vestidors, la recepció, el bar i altres serveis. La zona pavimentada de platges és envoltada per una zona enjardinada acotada pels límits de l'equipament.

Existeixen dues edificacions adjacents que contenen: per una banda, la sala tècnica i, per l'altra, el magatzem dels productes químics. La sala tècnica està construïda a rasant i incorpora les calderes i els equips de filtratge. A més a més, disposa d'una sala tècnica soterrada amb els equips de pressió i la fontaneria necessària pel connexionat amb les piscines.

L'edifici principal disposa d'un corredor amb el control d'accés, el bar, els vestidors femení i masculí, la infermeria i els serveis públics de la piscina i del bar. Des del corredor, es visualitzen els tres recorreguts possibles: l'accés a vestidors, l'accés a la zona de la terrassa del bar i l'accés directe a la zona de platja i piscines.

Les superfícies útils de cada una de les zones són les següents:



Porxo accés	62.00 m2
Edifici d'espais complementaris	283.00 m2
Porxo bar	75.00 m2
Sala de filtres	27.60 m2
Local productes químics	7.40 m2
Sala de bombes soterrada	15.00 m2
Dipòsit regulador 1	23.00 m3
Dipòsit regulador 2	4.50 m3
Sala tècnica	20.00 m2
Piscina gran 25.00x16.65	416.00 m2
Piscina infantil 8.00x8.00	64.00 m2
Vestíbul	24.45 m2
Magatzem	4.85 m2
Control /Consergeria	6.35 m2
Infermeria	6.00 m2
Vestidor femení	51.65 m2
Vestidor masculí	59.15 m2
Serveis dones	8.53 m2
Serveis homes	8.00 m2

Taula 1: Superfícies útils de les instal·lacions

El recinte té l'accés principal per l'Avinguda Països Catalans i disposa d'un accés secundari a uns metres de distància de l'entrada principal, també per l'Avinguda Països Catalans. Es tracta d'una porta metàl·lica de doble fulla que permetria l'accés de vehicles i la sortida d'emergències.



Imatge 2: Entrada principal a les instal·lacions

5.3. Topografia

El terreny té una topografia planera. La orientació longitudinal de la piscina gran és pràcticament nord – sud amb una desviació d'uns 20º. La zona enjardinada és coberta per gespa i es troben diferents tipologies d'arbre.

La superfície de l'equipament és de 4.030m amb un perímetre de 268 ml repartits pels seus límits:

- Façana carrer: 73 ml.
- Límit riera: 92 ml.
- Límit tester pavelló: 33 ml.
- Límit zona escolar: 59 ml.
- Façana accés posterior: 11 ml.



5.4. Qualificació

El Pla d'Ordenació Urbanística Municipal (POUM) d'Argentona per als terrenys on està situada la piscina municipal, és la d'equipaments. Té una qualificació com a Zona esportiva 2bIIE.

5.5. Horaris de funcionament

Es considerarà una horari de funcionament de 10 h durant 350 dies. Romandria tancada 15 dies l'any coincidint amb festiu.

5.6. Condicions exteriors de càlcul

Les dades meteorològiques utilitzades en els càlculs corresponen a les dades registrades durant l'any 2016 a l'estació meteorològica de Granollers, ja que aquesta és la més propera a la població d'Argentona. Les dades completes que s'han utilitzat es mostren a l'apartat 9.4 dels annexes, a continuació es mostra un resum de les dades utilitzades per mesos.

Mes	Temperatura mitja (°C)	Humitat relativa mitja (%)	Velocitat del vent mitja(km/h)
Gener	10,8	67,5	29,8
Febrer	11,1	63,9	28,2
Març	11,1	64,5	27,8
Abril	14,5	66,5	26,8
Maig	17,1	67,5	28,3
Juny	22,0	59,8	27,5
Juliol	26,2	58,2	25,2
Agost	25,9	61,9	26,1
Setembre	23,1	62,5	25,7
Octubre	17,7	75,1	20,2
Novembre	12,6	73,7	25,1
Desembre	10,0	74,8	19,8

Taula 2: Condicions climatològiques de referència

La irradiació solar mitja incident sobre el pla inclinat a 0°C considerada en els càlculs segons el mes de l'any és la següent:

Mes	Irradiació mitjana (MJ/(m2*dia))
Gener	6,7
Febrer	9,3
Març	13,4
Abril	17,9
Maig	21,5
Juny	23,4
Juliol	22,9
Agost	20,1
Setembre	16,0
Octubre	11,5
Novembre	7,9
Desembre	6,1

Taula 3: Irradiació mitjana del sol considerada

Les temperatures de l'aigua de xarxa considerades en els càlculs segons el mes de l'any es mostren a continuació.



Mes	Temperatura d'aigua de xarxa (°C)
Gener	8
Febrer	9
Març	11
Abril	13
Maig	14
Juny	15
Juliol	16
Agost	15
Setembre	14
Octubre	13
Novembre	11
Desembre	8

Taula 4: Temperatures de l'aigua de xarxa considerades

5.7. Condicions interiors de càlcul

Les condicions interior venen determinades pel tipus d'instal·lació i per l'activitat que s'hi desenvolupa. Pels càlculs de necessitats tèrmiques per a la climatització de la piscina es suposarà que la temperatura consigna de l'aigua del vas és de 26°C. Pel càlcul de consum anual per a climatització de l'aigua de piscina es considera que els mesos de juny, juliol, agost i setembre no s'escalfarà l'aigua del vas.

En els casos on es contempli cobrir la piscina, obtenint un espai climatitzat diferenciat de l'exterior, les condicions interiors de càlcul seran les següents:

- Temperatura seca de l'ambient: 28°C
- Humitat relativa de l'ambient: 60%

Aquestes condicions compleixen la normativa vigent, a l'establir la temperatura del local 2°C per sobre la temperatura de l'aigua i fixar la humitat relativa per sota del 65% requerit.

Pel càlcul de consum anual per a climatització del recinte de piscina es considera que durant els mesos de juny, juliol, agost i setembre la piscina queda oberta a l'exterior, pel que la demanda de climatització de recinte de piscina és inexistent.

A l'opció número 1, ús de manta tèrmica, no es realitzarà càlcul de necessitats de climatització al estar la piscina directament en contacte amb l'exterior.

5.8. Consum d'aigua calenta sanitària

La instal·lació d'aigua calenta sanitària dona servei als vestidors, així com a la dutxa de la infermeria i als serveis del bar, no inclòs en l'estudi.

La instal·lació existent d'ACS es troba a la sala tècnica externa a l'edifici de serveis, on s'ubica una caldera de producció d'ACS a gas natural. Addicionalment, existeix una instal·lació de plaques solars tèrmiques que permeten preescalfar l'aigua abans de la seva entrada a l'acumulador de la caldera. Estan instal·lades a la coberta de la sala tècnica.

Aquesta instal·lació està dissenyada per la seva utilització durant els mesos d'estiu coincidint amb l'obertura de la piscina. Durant la resta de l'any, les plaques són cobertes amb fundes per evitar que puguin captar la radiació solar i la caldera, juntament amb els circuits hidràulics, se li aplica el manteniment preventiu per evitar malmetre les instal·lacions.



Per estimar el consum i dissenyar les instal·lacions d'ACS es va considerar la zona de vestidors i la infermeria com els únics punts de demanda d'aigua calenta sanitària. Seguint la normativa del CTE i considerant l'ús exclusiu en mesos estivals, es va preveure un consum de 20 litres d'ACS per usuari i dia, i preveient una mitjana de 26usuaris/dia en resulten 520 l/dia d'ACS a 60 °C.

A la zona de vestidors:

- Vestidor homes – 6 dutxes
- Vestidor dones – 6 dutxes

A la zona d'infermeria:

1 Dutxa

Potència tèrmica instal·lada

Per donar servei a la demanda prevista, es van instal·lar 2 captadors solars que aporten el preescalfament de l'aigua i, com a suport d'aquestes captadors, es troba instal·lada una caldera amb cremador de gas natural de 69,9 kW de potència tèrmica calorífica i amb acumulador de 239 litres de capacitat,.

L'aportació solar es genera mitjançant dos captadors Kaplan S2.6H els quals tenen les característiques següents:

Modelo	KAPLAN 2.6		
Marca	ACV España S.A.		
Tipo de captador	Captador plano		
Homologación	NPS		
Válido hasta	-		
Sup. bruta	2,549 m ²	Sup. Apertura	2,288 m ²
Sup. Absorción	2,26 m ²	Volumen captador	1,8 litros
Caudal recomendado	50 l/h	Pérdida de carga	160 mbar
Curva de rendimiento			
Rendimiento óptico (h0a)	80,7 %	Coef. pérdidas (a1a)	3,7 W/m ² K
		Coef. pérdidas (a2a)	0,0111 W/m ² K

$$h_a = h_{0a} - a_{1a} \left(\frac{t_m - t_a}{G} \right) - a_{2a} G \left(\frac{t_m - t_a}{G} \right)$$



Nº de captadores	2	Sup. total captación	4,576 m ²
Inclinación sobre horiz.	30º	Azimut α	36º

Caudal teórico aconsejado de la montante principal	100 l/h
Diámetro interior Teórico de la montante principal	18 mm
Porcentaje de anticongelante a emplear	20 %
Temperatura de protección frente a congelación	-15 ºC
Potencia necesaria para disipación	2288 w
*Necesario según CTE si algún mes del año superamos el 110% de la demanda energética o en más de tres meses el 100% o algún mes que la demanda energética se sitúe al 50%. No se requiere en los sistemas auto vaciantes tipo Drainback.	

Valoración de las pérdidas por la disposición de los captadores.

Caso General

Pérdidas	Orientación e inclinación (%)	Sombras (%)	Total (%)
Obtenidas	5,738	0	5,738
Límite C.T.E.	20	20	20

La instalación dispondrá de un sistema de acumulación de ACS con las siguientes características.

Unidades	Volumen	Tipo	Sup. Intercambio
1	300 litros	Serpentín interior	0,9 m ²

Relación entre volumen de acumulación/superficie de captación

Volumen acumulación: 300

Área de captación: 4,576

$$\text{Relación: } 50 < \frac{V}{A} < 180 = 65,56$$

Superficie de intercambio mínima necesaria $A \times 0,15 = 0,6864 \text{ m}^2$

Superficie de intercambio disponible = 0,9 m²

Consum energia tèrmica

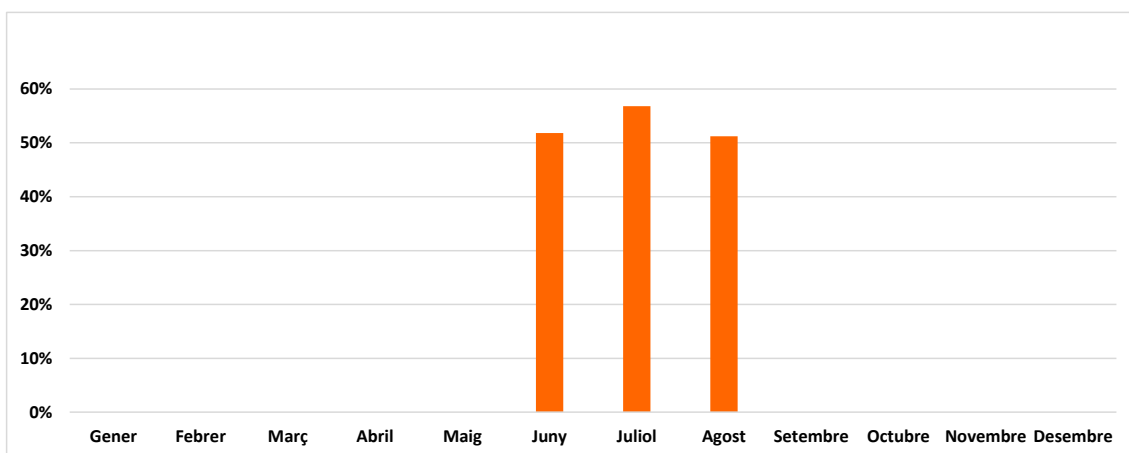
L'aportació solar per la producció d'ACS és la següent:

Mes	[kWh]/mes			Cobertura solar
	Demanda ACS	Solar ACS	Aportament ACS	
Gener	0	0	0	0
Febrer	0	0	0	0
Març	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0
Maig	0	0	0	0
Juny	815	422	393	52%

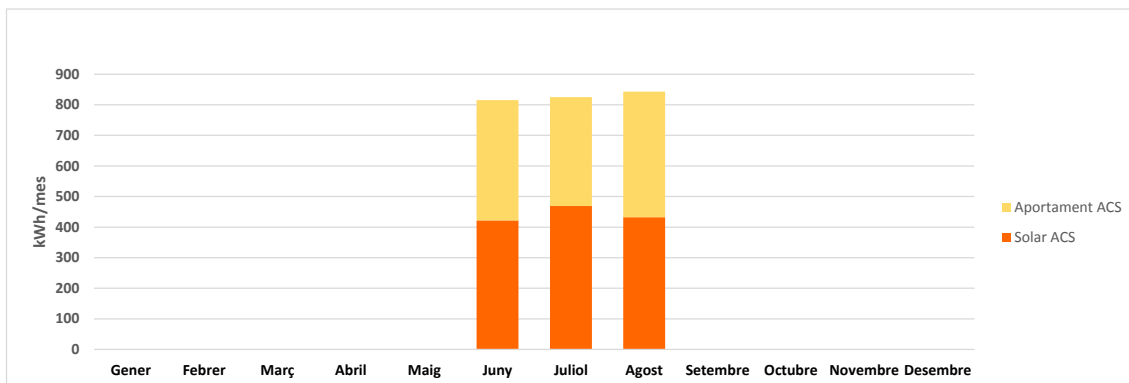


Mes	[kWh]/mes			Cobertura solar
	Demanda ACS	Solar ACS	Aportament ACS	
Juliol	825	469	356	57%
Agost	843	432	411	51%
Setembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0
Desembre	0	0	0	0
TOTAL	2483	1323	1160	53,30%

Taula 5: Demanda ACS i comparativa d'aportació



Gràfic 1: Cobertura solar de la demanda de ACS actual



Gràfic 2: Contribució de les dues fonts a la producció de ACS

Es considera que l'aportació d'energia solar tèrmica per la producció d'ACS es de mitjana el 53,3 % de la demanda total d'ACS.



6. Anàlisi de solucions

En els següents apartats es descriuran les diferents solucions estudiades per habilitar la piscina gran durant tot l'any. En totes elles és necessari la modificació de les instal·lacions hidràuliques del circuit de piscina per a poder escalfar-ne l'aigua. Aquest escalfament s'hauria de fer mitjançant la instal·lació d'un bescanviador de calor (de la potència exposada en els diferents apartats) en sèrie del circuit de filtració d'aigua de piscines, instal·lat aigües avall del filtre de la piscina. Després d'haver parlat de les diferents opcions amb el personal responsable de l'explotació de la piscina, actualment ja és necessari ampliar l'espai dedicat al filtratge de l'aigua de la piscina gran, pel que es considera dins les inversions a tenir en compte, l'ampliació d'aquest espai. L'espai d'aquesta ampliació és on es preveu la instal·lació dels bescanviadors de calor connectats a la xarxa de calor de la central de biomassa. En cada escenari plantejat, es planteja un valor aproximat d'inversió per fer aquesta modificació.

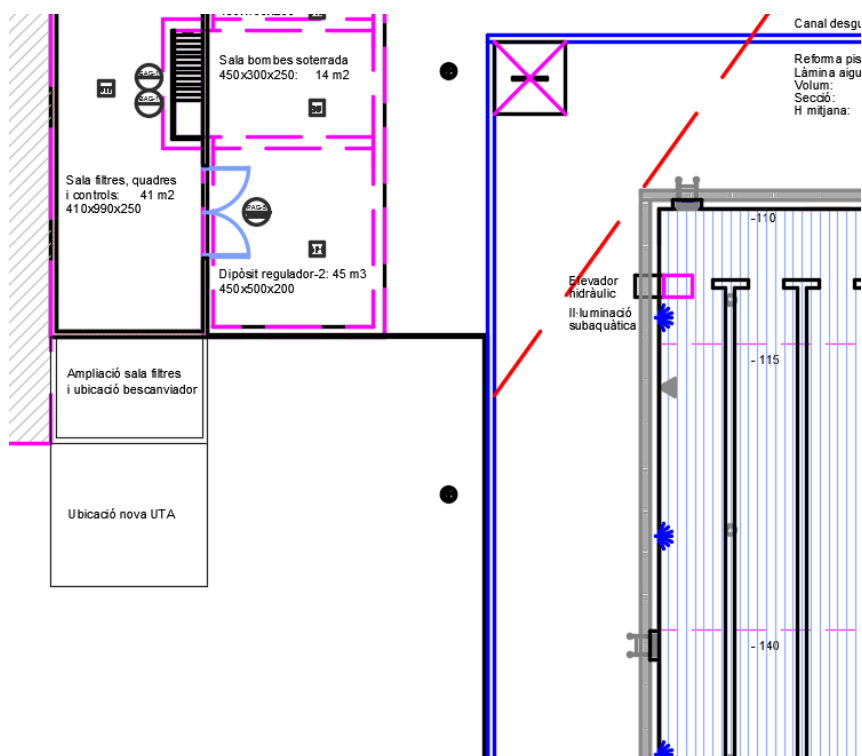
En els diferents escenaris de la opció 2, piscina coberta, és necessària la instal·lació d'una unitat de tractament d'aire (UTA) que deshumidifiqui i climatitzi el recinte de la piscina, pel que en els diferents escenaris es contempla una estimació dels costos d'instal·lació del sistema de conductes per a tractar l'aire i la UTA necessaris. En aquests mateixos escenaris, tot i ser solucions amb recinte de piscina cobert, es valora el fet de cobrir la piscina utilitzant una manta tèrmica durant les hores de no ús de les instal·lacions. Encara que l'ús de la manta tèrmica en piscines climatitzades és obligatori, es presenten els càlculs en el cas de no utilitzar-la per conscienciar de la seva necessitat. Els càlculs de la demanda tèrmica de la piscina són els mateixos en els tres escenaris, ja que es fa l'aproximació de considerar que les diferents maneres plantejades de cobrir el recinte de piscina no provoquen una variació destacable en les necessitats tèrmiques de la piscina.

Segons els càlculs presentats a l'apartat 9.1.2 les característiques de la nova UTA a instal·lar són les següents:

Potència compressor	42	kW
Potència calorífica condensador	84	kW
Potència calorífica addicional necessària	68	kW
Cabal d'aire de recirculació	21.800	m ³ /h
Cabal mínim de renovació d'aire	4.095	m ³ /h
Temperatura aire sortida	35	°C
Temperatura calenta bescanviador	15	°C
Humitat relativa de l'aire a la sortida de la bateria de fred	90%	
Capacitat de deshumidificació (kg aigua/h)	77	kg aigua/hora

Taula 6: Característiques nova UTA

En cada escenari es proposa una UTA que pugui cobrir les necessitats del recinte. Independentment de la solució, es proposa que s'ubiqui la nova UTA al costat de la ampliació de la sala de filtres, com es veu en la següent imatge.



Imatge 3: Proposta ubicació nova UTA

La instal·lació de la nova UTA en aquesta ubicació és senzilla ja que no hi ha elements estructurals que dificultin la instal·lació, la instal·lació elèctrica no suposa cap dificultat especial. S'haurà de tenir en compte que els mesos d'estiu que no hi hagi necessitat de cobrir la piscina, s'haurà de desmuntar el sistema de conductes per a no haver de perdre superfície de platja.

Una altra solució seria fer la instal·lació dels conductes amb elevació, comptant amb una estructura metàl·lica que suportés els conductes des de la UTA fins l'espai piscina. Aquesta solució no és contempla perquè pot arribar a ser problemàtica si es fa un mal ús de l'estructura per part dels clients de les piscines.

A excepció que s'especifiqui el contrari, en les diferents opcions es té en compte aquesta ubicació de la nova UTA i el cost de muntatge/desmuntatge de conductes dos vegades a l'any.

6.1. Opció 1, Escenari I: Ús de manta tèrmica

6.1.1. Descripció solució

Les piscines descobertes climatitzades tenen un consum energètic molt elevat degut als factors ambientals als quals s'exposen. Les condicions climatològiques dels mesos de tardor, hivern i primavera impliquen la necessitat d'escalfar constantment el vas de la piscina degut a les pèrdues de calor que s'hi produeixen. Aquestes pèrdues energètiques tenen diverses explicacions i es classifiquen de la següent manera:

- Pèrdues de calor per evaporació són causades per l'acció del sol sobre la làmina d'aigua de la superfície.



- Pèrdues de calor per radiació són degudes a l'intercanvi de calor que experimenta l'aigua del vas amb el seu entorn causat per la diferència de temperatura.
- Pèrdues de calor per convecció són aquelles produïdes per la velocitat de l'aire sobre la superfície de la piscina i per la diferència de temperatura entre l'aigua i l'aire
- Pèrdues de calor per conducció són les produïdes per la transmissió de la calor degut al contacte amb els murs del vas.

Per tal de reduir algunes d'aquestes pèrdues, s'instal·la una manta tèrmica per cobrir la superfície de la piscina, quan aquesta es troba en desús. Per tant, durant la nit, quan les condicions ambientals són més adverses, la làmina d'aigua superficial de la piscina queda coberta disminuint lleugerament, així, l'energia necessària per climatitzar-la.



Imatge 4: Exemple de manta tèrmica

A nivell tècnic, aquesta manta tèrmica està composta d'una lona isotèrmica lligada a un eix que dirigeix la manta en el sentit desitjat. Per cobrir i descobrir la piscina només cal girar el volant, instal·lat a l'extrem de l'eix, i la manta s'enrosca i es desenrosca al voltant d'aquest. El conjunt d'eix i volant s'anomena enrolador de tub telescòpic.

Aquesta operació es realitza dues vegades al dia coincidint amb l'obertura i el tancament de la piscina. Els mesos d'estiu, quan la piscina queda descoberta i sense climatitzar, no seria necessària la instal·lació de la manta. A l'inici d'aquest període, es procediria a la retirada del conjunt facilitat per les rodes incorporades com a suports.



Imatge 5: Simulació del conjunt manta tèrmica i suport



La manta tèrmica és de polietilè de doble capa, fet que permet disminuir les pèrdues tèrmiques. I l'eix és d'alumini inoxidable per evitar corrosions.

Aquesta solució no necessita cap sistema de cimentació ni cap estructura, es basa en la flotabilitat com a mètode de subjecció. Simplement, requereix d'un ancoratge a l'extrem oposat de la instal·lació de l'enrolador, per fixar-hi l'extrem de la manta.

L'enrolador que es proposa té com a suport unes rodes per facilitar el desplaçament d'aquest. Durant el dia, quan l'activitat en la piscina és més intensa, es pot enretirar per no alterar el bon funcionament de l'exercici.

La configuració del sistema és d'un conjunt de 5 enroladors de tubs telescòpics amb mantes isotèrmiques flotants de 5m d'ample, 16m de llargada i 6mm de gruix. D'aquesta manera, quedaria la totalitat de la piscina coberta superficialment.

6.1.2. Demanda tèrmica

Demanda tèrmica d'escalfament de vas

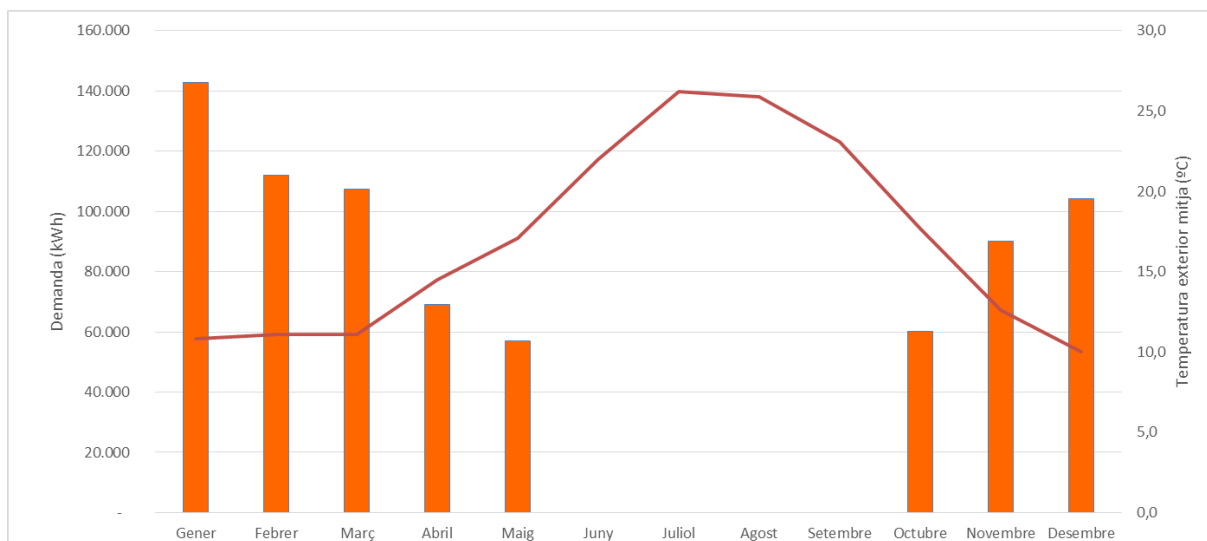
A continuació es mostren els resultats dels càlculs presentats a l'apartat 9.1.1 per a determinar la demanda tèrmica a cobrir per a mantenir l'aigua de la piscina a les condicions de disseny.



Mes	Pèrdues per evaporació	Pèrdues per radiació	Pèrdues per convecció	Pèrdues per renovació d'aigua	Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas	Guanys per radiació solar	Demanda tèrmica
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Gener	100.257	30.982	16.099	11.549	3.236	19.378	142.746
Febrer	82.523	28.325	12.686	9.857	2.865	24.294	111.962
Març	88.576	31.259	13.603	9.640	3.172	38.755	107.495
Abril	72.028	27.426	9.322	8.098	2.369	50.100	69.142
Maig	75.107	26.011	8.455	7.731	1.895	62.182	57.017
Juny	-	-	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-	-	-
Octubre	53.369	23.997	5.921	8.367	1.767	33.260	60.161
Novembre	63.313	27.674	9.148	9.329	2.761	22.111	90.113
Desembre	66.009	30.437	10.491	11.549	3.406	17.642	104.250
Total							742.886

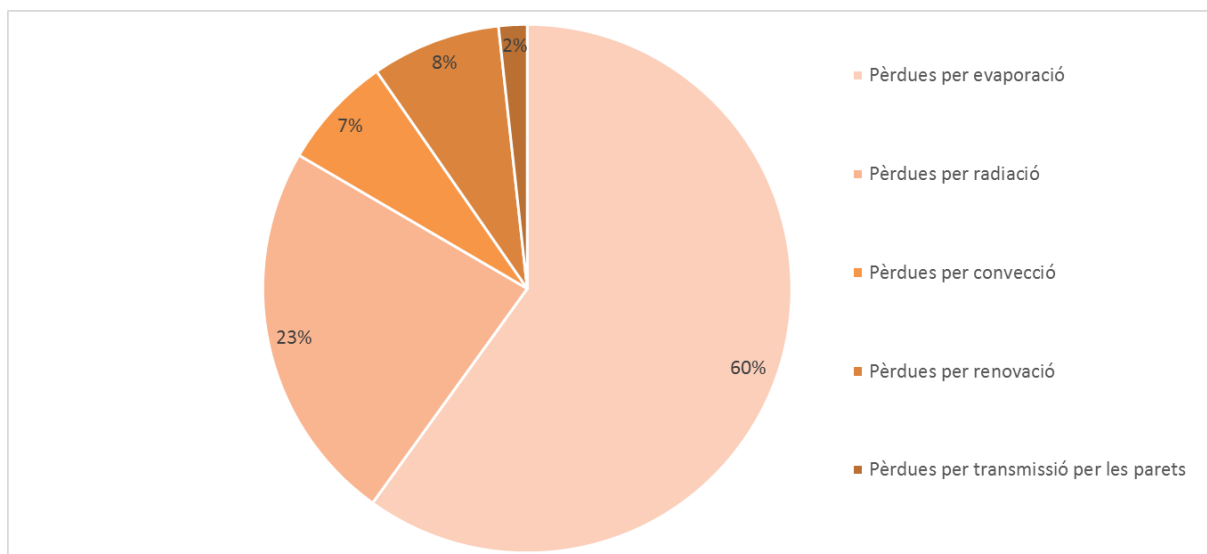
Taula 7: Demanda tèrmica piscina descoberta

La potència tèrmica a instal·lar per a poder mantenir l'aigua de la piscina en condicions de disseny, i poder escalfar-la quan el total del volum de l'aigua de la piscina es troba a temperatura de xarxa en 72 hores, és de 412 kW.



Gràfic 3: Demanda tèrmica mensual de la piscina descoberta

El següent gràfic mostra la importància de cada una de les fonts de pèrdua de calor, on es pot observar que, majoritàriament, les pèrdues es produeixen per evaporació, d'aquí la importància d'utilitzar manta tèrmica en hores de no ús de les instal·lacions.



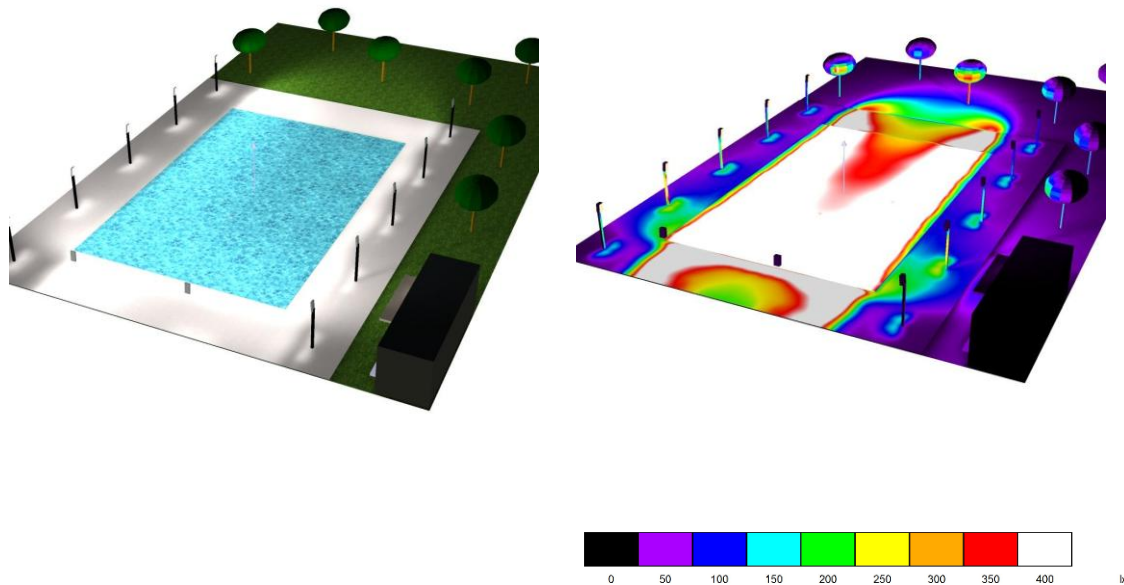
Gràfic 4: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina descoberta

6.1.3. Estudi lumínic

Es requereix una bona il·luminació pel bon funcionament de la piscina, pel compliment de la normativa i per aportar el major confort possible. Per tant, les exigències tècniques són: alta intensitat lumínica (300 lx), baix grau d'enlluernament i alta homogeneïtzació.

Per reduir els costos elèctrics derivats del consum de l'enllumenat, es proposa la tecnologia LED com a mitjà d'il·luminació. A més a més, es disminueixen els costos de manteniment ja que la vida útil de les lluminàries Led es pot multiplicar per 5 respecte de les convencionals.

Partint d'aquestes premisses, es realitzen simulacions mitjançant Dialux per tal d'estudiar la millor solució. A continuació es mostren els resultats:



Simulació piscina descoberta

Simulació lumínica

Gràfic 5: Simulació lumínica de la piscina descoberta

Es proposen instal·lar 10 projectors de LED de 350W repartits pels laterals de la piscina i dos projectors addicionals a la façana de l'edifici de serveis.

6.1.4. Costos d'execució

La solució estudiada implica un seguit d'inversions inicials que a continuació es detallen com a costos específics d'execució:

- **Projecte executiu:** estimació d'honoraris per a la redacció del projecte executiu
- **Direcció d'obra:** estimació d'honoraris del tècnic facultatiu per a la direcció d'obra
- **Coberta:** cost de subministrament, transport i instal·lació de la solució tècnica proposada.
- **Instal·lacions hidràuliques:** subministrament, transport i instal·lació dels elements necessaris per a dur a terme la solució proposada
- **Instal·lacions elèctriques:** subministrament, transport i instal·lació dels equips necessaris i del sistema d'il·luminació.
- **Obra civil:** modificacions a l'obra civil actual

Concepte	Import
Instal·lacions hidràuliques	9.130,00 €
Instal·lacions elèctriques	2.620,00 €
Instal·lacions de climatització edifici vestidors	25.000,00 €
Obra civil	10.000,00 €
Manta tèrmica	10.385,00 €
Projecte executiu i direcció d'obra	4.500,00 €
Sub total	61.635,00 €

Taula 8: Costos d'execució Opció 1



En aquesta opció, es contempla instal·lar una manta tèrmica. El cost descrit anteriorment fa referència a 5 enroladors de tub telescòpic amb les seves respectives lones de 25 x 16m de superfície, les quals cobririen la totalitat de la superfície de la piscina.

Els costos d'instal·lacions hidràuliques contemplen:

- La connexió a la xarxa de calor de la central de biomassa a través d'un bescanviador de plaques de 450 kW
- Conjunt de canonades de polipropilè reticulat per a connectar el circuit de recirculació de piscina al bescanviador
- Comptador de calories per a tenir un seguiment de la despesa energètica de la piscina
- Conjunt de vàlvules i petit material per a portar a terme el muntatge proposat

La piscina quedaria descoberta per tant, no hi hauria costos derivats de la climatització del local de piscina. Per tant, els costos són deguts, exclusivament als equips de tractament d'aire requerits per la zona de l'edifici de serveis.

La instal·lació elèctrica inclou el cablejat, proteccions i un nou subquadre elèctric pels nous equips instal·lats, entre ells els equips de climatització de l'edifici vestidors i la il·luminació de la piscina exterior.

6.1.5. Costos d'explotació

Les instal·lacions esportives amb piscines comporten un conjunt de despeses d'explotació no menyspreables. Dins d'aquest concepte es poden englobar un seguit de costos molt diversos:

- **Manteniment.** Es poden desgranar dos costos imprescindibles derivats de:
 - o Manteniment preventiu: Conjunt d'activitats d'inspecció i prevenció per reduir la freqüència de fallades i assegurar el bon funcionament de les instal·lacions. Inclou el cost del material per dur a terme les activitats.
 - o Manteniment correctiu: conjunt d'activitats de reparació i/o substitució d'elements deteriorats. Inclou el cost de material de recanvi.
- **Neteja.** Personal i productes per mantenir les instal·lacions en un bon estat higiènic i de salubritat.
- **Personal instal·lacions.** Personal administració i socorristes.

A continuació es detallen cada un dels costos d'explotació descrits:

Concepte	Import
Manteniment preventiu	800,00 €
Manteniment correctiu	20.000,00 €
Servei Manteniment	29.732,98 €
Servei de neteja	25.832,25 €
Servei d'administració	52.057,44 €
Servei de socorrisme	64.673,60 €
Altres serveis	14.783,80 €
Sub total	207.880,07 €

Taula 9: Costos d'explotació Opció 1



Per aquest solució es preveuen uns costos preventiu i correctius de la coberta, facilitats pel proveïdor, que s'afegeixen als costos generals del manteniment de les instal·lacions.

Els costos energètics d'aquesta opció provenen de la climatització de l'aigua de piscina, que tenint en compte un rendiment del bescanviador de plaques del 80% i el preu de l'energia tèrmica especificat a l'apartat 2.1, són els següents:

Mes	Demanda tèrmica	Consum tèrmic	Consum tèrmic
	kWh	kWh	€
Gener	142.746	178.432	4.996
Febrer	111.962	139.952	3.919
Març	107.495	134.368	3.762
Abril	69.142	86.428	2.420
Maig	57.017	71.271	1.996
Juny	-	-	-
Juliol	-	-	-
Agost	-	-	-
Setembre	-	-	-
Octubre	60.161	75.202	2.106
Novembre	90.113	112.642	3.154
Desembre	104.250	130.312	3.649
Total	742.886	928.607	26.001

Taula 10: Costos energètics opció 1

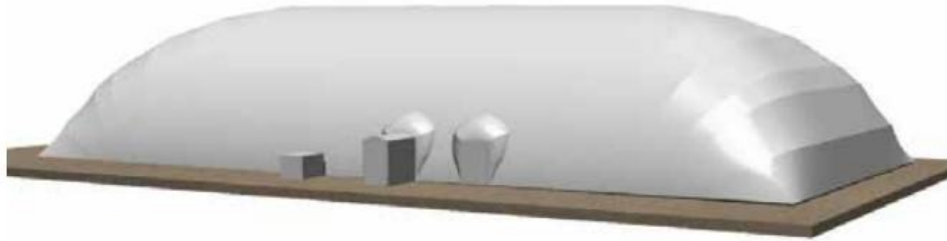
Aproximadament, els costos d'explotació d'aquesta opció pujarien a 233.881 €/any.

6.2. Opció 2, Escenari I: Piscina amb coberta tèxtil

6.2.1. Descripció solució

Les piscines cobertes climatitzades tenen un consum energètic elevat degut a les pèrdues de calor que s'hi produeixen i degut a la necessitat de tractar l'aire de l'ambient. És per aquest motiu que s'ha d'estudiar amb deteniment l'estil de coberta més òptim i valorar la qualitat funcional, tècnica i estètica d'aquesta.

Aquest escenari contempla la opció de cobrir la piscina amb unes lones inflades a pressió estil "globus". La solució consisteix en crear una coberta tèxtil de doble membrana presostàtica per tant, sense la necessitat de fonaments, ni d'estructures i amb la possibilitat de descobrir la piscina totalment els mesos d'estiu.



Imatge 6: Simulació de la coberta tèxtil

Es tracta de construccions lleugeres i tancades que basen la seva sustentació a una sobrepressió interior que actua com a estructura multipuntual i es transmet a tota la superfície, sense requerir pilars, pòrtics ni bigues.

Es componen de teixits de gran resistència i de poc pes que garanteixen el funcionament durant tot l'any i mantenen la estabilitat de la coberta.



Imatge 7: Exemple coberta tèxtil a la piscina del Club Natació Catalunya, Barcelona

A nivell tècnic, la sobrepressió interior és provocada per un ventilador de baixa pressió. El funcionament del qual és controlat automàticament en funció de les condicions meteorològiques. El sistema de generació d'aire es compon de ventiladors centrífugs de baixa pressió connectats a un variador de freqüència per tal de regular la velocitat en funció del sistema de control. Tot el conjunt de generació d'aire es troba a l'interior d'una caixa metàl·lica de xapa galvanitzada i incorpora uns filtres per tal d'evitar l'entrada d'impureses de l'aire.



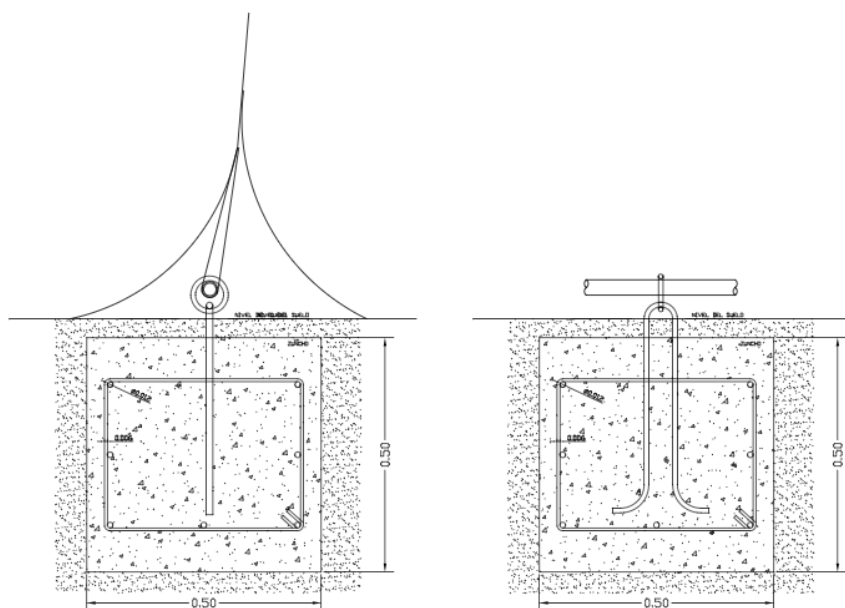
Imatge 8: Generadors aire

Aquesta coberta permet el muntatge i desmuntatge amb gran facilitat i agilitat gràcies a la seva lleugeresa. A més a més, té uns bons acabats que permet la integració amb l'entorn.

El teixit és de polièster i impermeable a l'aire i a l'aigua, ignífug i amb un tractament antipúdic. Els fabricants garanteixen el compliment de la normativa vigent, concretament la norma UNE-EN 13782:2007 referent a Estructures, Carpes i Seguretat.

Al tractar-se d'una construcció pressuritzada, no requereix d'estructures. Pel que fa a la subjecció amb la superfície, disposa d'un sistema d'ancoratges immersos, en formigó, a la cimentació perimetral de la piscina. Per altra banda, es col·loca un tub perimetral al final de la lona pel qual es fa passar l'anella provinent de l'ancoratge.

Aquest sistema permet el tancament hermètic i afavoreix l'estabilitat de la coberta.



Imatge 9: Detall del sistema de subjecció de la coberta



Per tal de mantenir el confort i les condicions entre l'edifici de serveis i la piscina, la coberta inclou un passadís d'accés amb una porta papallona d'eix excèntric que s'autotanca i permet l'entrada de persones amb mobilitat reduïda. De la mateixa manera, s'instal·la una sortida d'emergències amb una porta antipànica d'una sola fulla.



Imatge 10: Porta d'accés

La coberta proposada és de 20m d'amplada, 30 de profunditat i 8m d'alçada.

6.2.2. Demanda tèrmica

Demanda tèrmica d'escalfament de vas

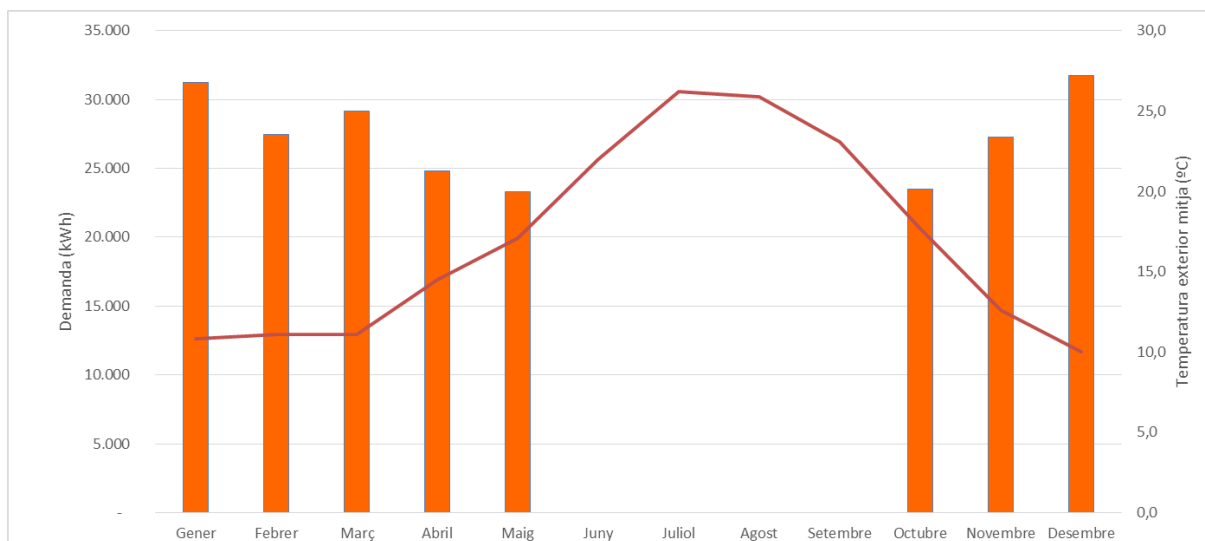
A continuació es mostren els resultats dels càlculs presentats a l'apartat 9.1.1 per a determinar la demanda tèrmica a cobrir per a mantenir l'aigua de la piscina a les condicions de disseny. Es presenten els resultats dels càlculs tenint en compte si s'utilitza manta tèrmica en les hores de no ús de la instal·lació o no s'utilitza.



Mes	Pèrdues per evaporació	Pèrdues per radiació	Pèrdues per convecció	Pèrdues per renovació d'aigua	Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas	Demanda tèrmica
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Gener	12.971	6.040	-1.099	11.549	1.771	31.232
Febrer	11.716	5.314	-993	9.857	1.565	27.459
Març	12.971	5.883	-1.099	9.640	1.733	29.128
Abril	12.552	3.959	-1.064	8.098	1.257	24.802
Maig	12.971	2.707	-1.099	7.731	967	23.276
Juny	-	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-	-
Octubre	12.971	2.386	-1.099	8.367	890	23.515
Novembre	12.552	4.931	-1.064	9.329	1.492	27.240
Desembre	12.971	6.459	-1.099	11.549	1.874	31.753
Total						218.405

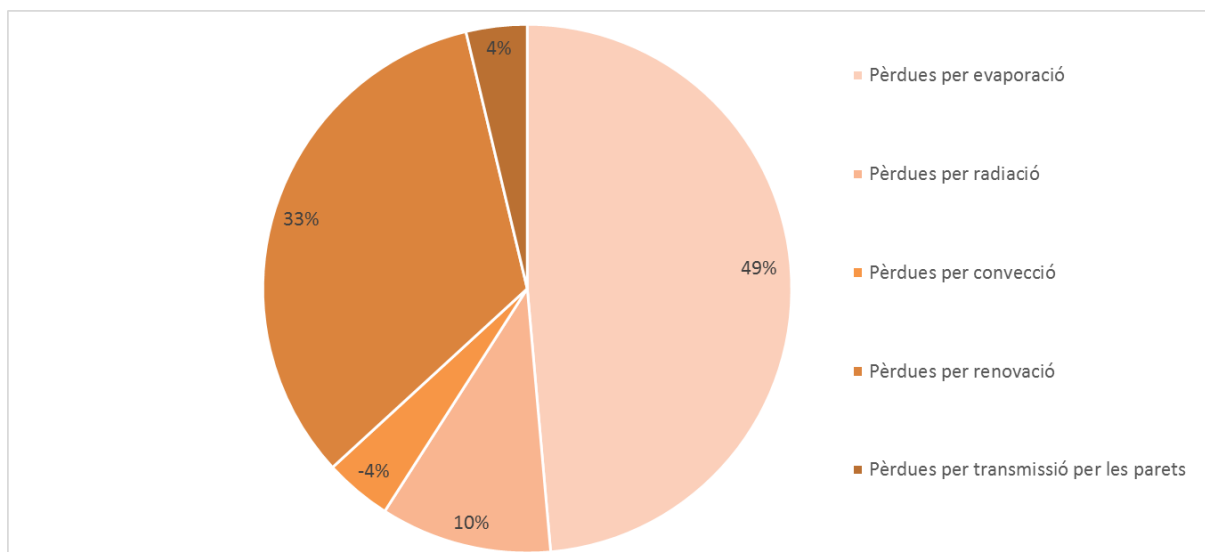
Taula 11: Demanda tèrmica piscina coberta amb manta tèrmica

La potència tèrmica a instal·lar per a poder mantenir l'aigua de la piscina en condicions de disseny, i poder escalfar-la quan el total del volum de l'aigua de la piscina es troba a temperatura de xarxa en 24 hores, és de 372 kW, tenint en compte que durant el procés d'escalfament es mantenen les condicions interiors de disseny.



Gràfic 6: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta amb manta tèrmica

El següent gràfic mostra la importància de cada una de les fonts de pèrdua de calor, on es pot observar que, majoritàriament, les pèrdues es produeixen per evaporació, d'aquí la importància d'utilitzar manta tèrmica en hores de no ús de les instal·lacions. Les pèrdues per convecció presenten valors negatius, ja que en aquest cas, hi ha una aportació de calor de l'ambient cap al vas de piscina, ja que l'aire es troba a una temperatura major que l'aigua de piscina.



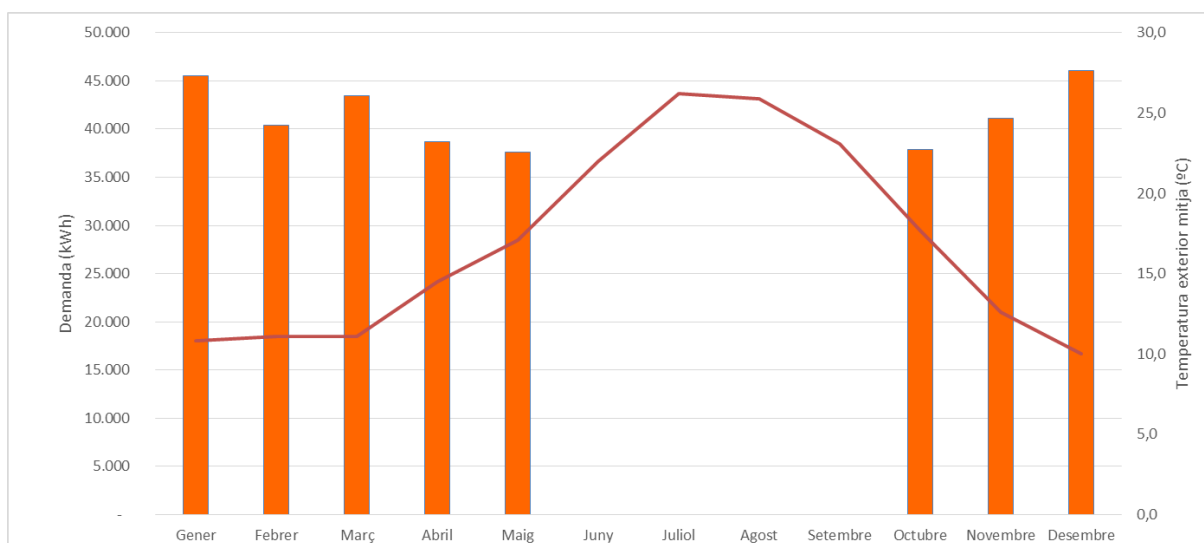
Gràfic 7: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica



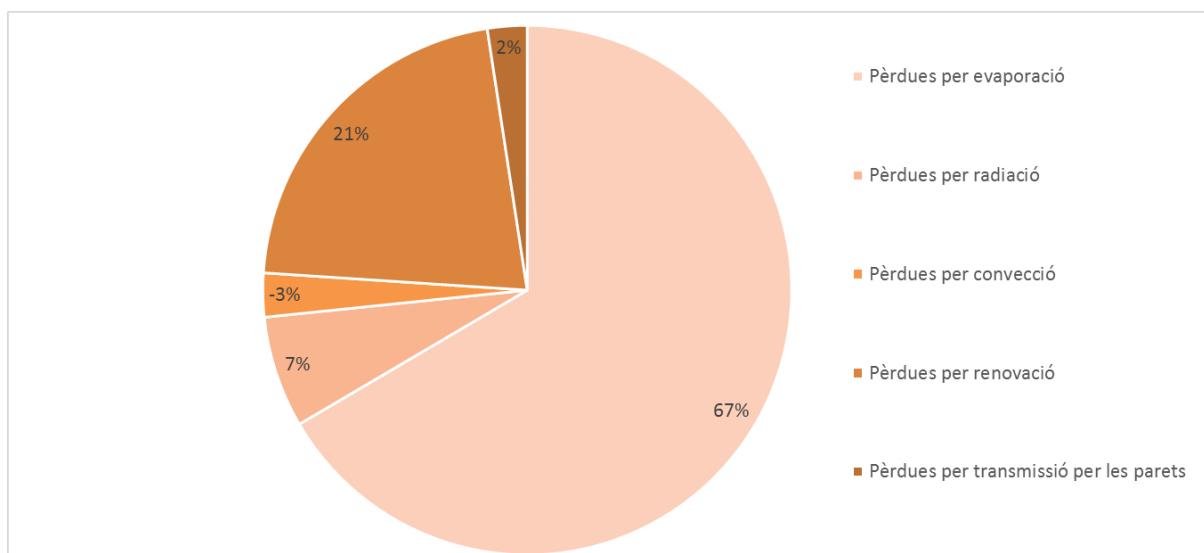
Mes	Pèrdues per evaporació	Pèrdues per radiació	Pèrdues per convecció	Pèrdues per renovació d'aigua	Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas	Demanda tèrmica
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Gener	27.307	6.040	-1.099	11.549	1.771	45.569
Febrer	24.664	5.314	-993	9.857	1.565	40.407
Març	27.307	5.883	-1.099	9.640	1.733	43.464
Abril	26.426	3.959	-1.064	8.098	1.257	38.676
Maig	27.307	2.707	-1.099	7.731	967	37.613
Juny	-	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-	-
Octubre	27.307	2.386	-1.099	8.367	890	37.851
Novembre	26.426	4.931	-1.064	9.329	1.492	41.114
Desembre	27.307	6.459	-1.099	11.549	1.874	46.089
Total						330.783

Taula 12: Demanda tèrmica piscina coberta sense manta tèrmica

En cas de no utilitzar la manta tèrmica, es considera necessària la mateixa potència tèrmica instal·lada que en l'anterior cas, 372 kW, per a poder escalfar la piscina des de la temperatura de l'aigua de xarxa. El consum d'energia tèrmica es veu incrementat un 50% en el cas de no utilitzar manta tèrmica.



Gràfic 8: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta sense manta tèrmica



Gràfic 9: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica

Demanda tèrmica per a climatització del recinte de piscina

A continuació es mostren els resultats dels càlculs presentats a l'apartat 9.1.2 per a determinar la demanda energètica a cobrir per a mantenir l'espai de piscina segons condicions de disseny. Per a fer l'estimació de consum anual d'energia elèctrica consumida pel climatitzador, s'ha suposat un rendiment de la màquina de 2,3 (COP).

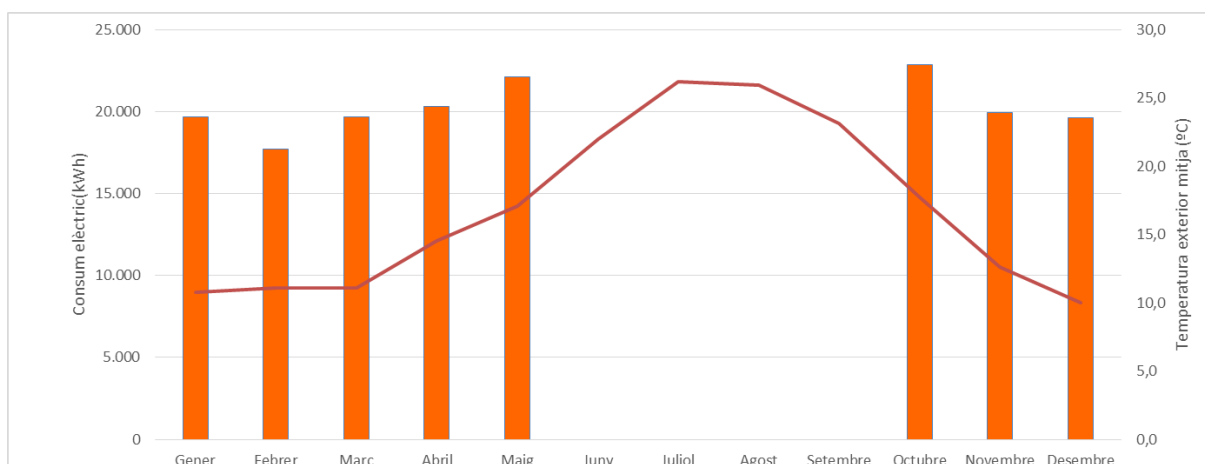
Resultats utilitzant manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	19.661	1.453
Febrer	11,1	64%	17.733	978
Març	11,1	65%	19.655	539

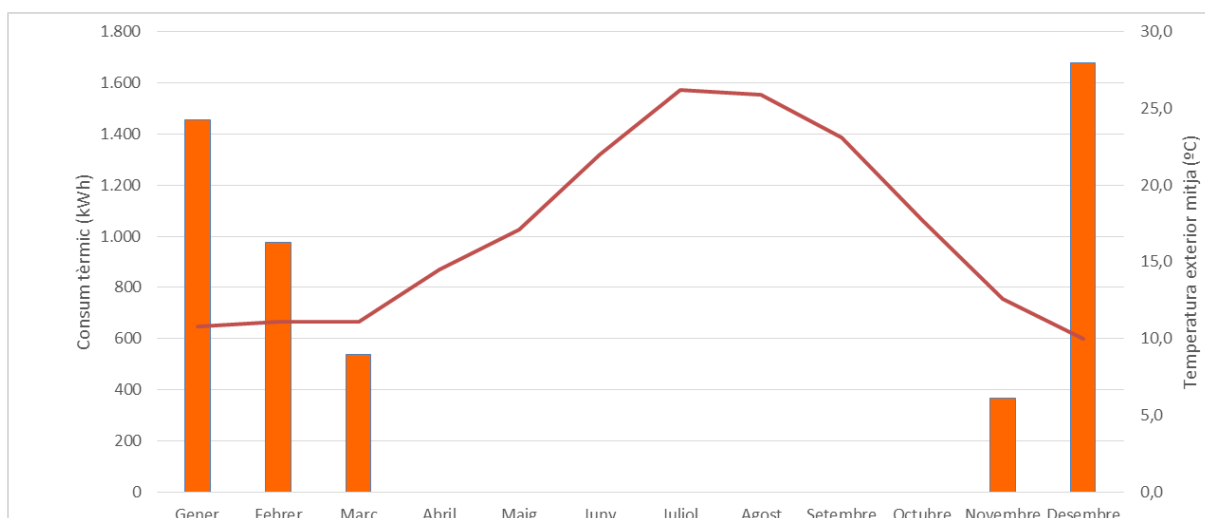


Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Abril	14,5	67%	20.326	0
Maig	17,1	68%	22.125	0
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	22.830	0
Novembre	12,6	74%	19.914	367
Desembre	10	75%	19.636	1.676
Total			161.880	5.012

Taula 13: Consums energètics recinte piscina escenari I amb manta tèrmica



Gràfic 10: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari I amb manta tèrmica



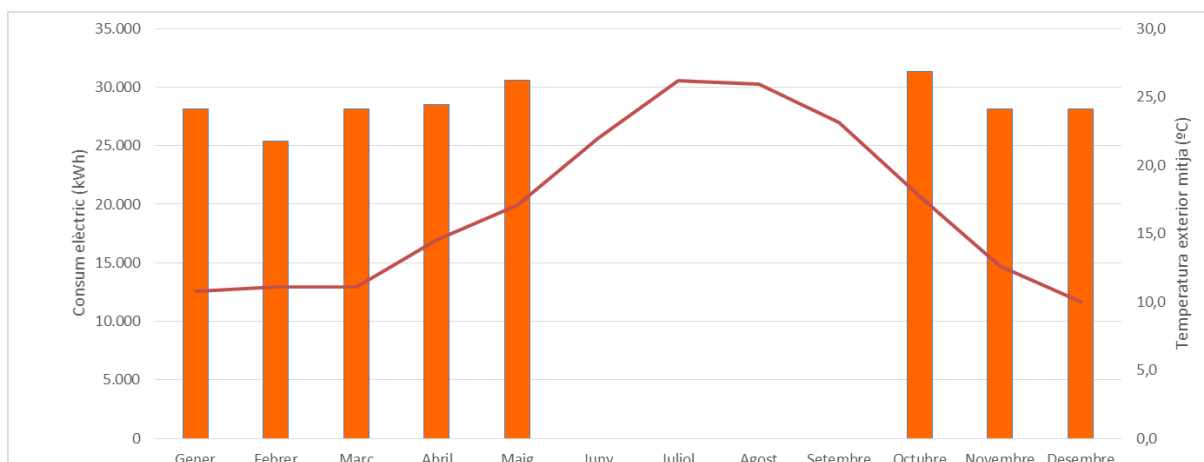
Gràfic 11: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari I amb manta tèrmica



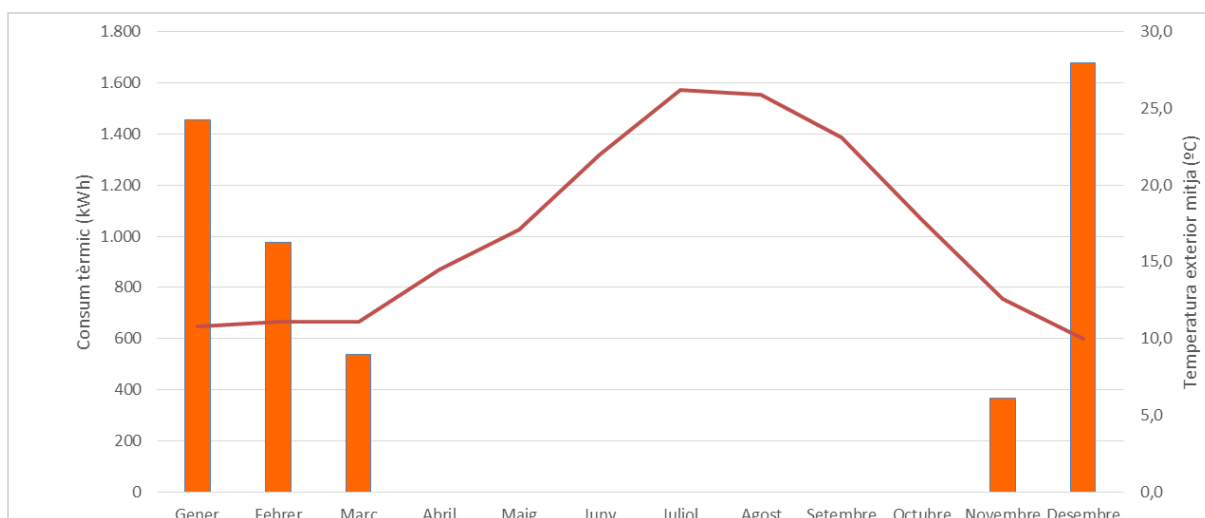
Resultats sense utilitzar manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	28.141	1.453
Febrer	11,1	64%	25.392	978
Març	11,1	65%	28.135	539
Abril	14,5	67%	28.532	0
Maig	17,1	68%	30.604	0
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	31.310	0
Novembre	12,6	74%	28.120	367
Desembre	10	75%	28.115	1.676
Total			228.348	5.012

Taula 14: Consums energètics recinte piscina escenari I amb sense tèrmica



Gràfic 12: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari I sense manta tèrmica



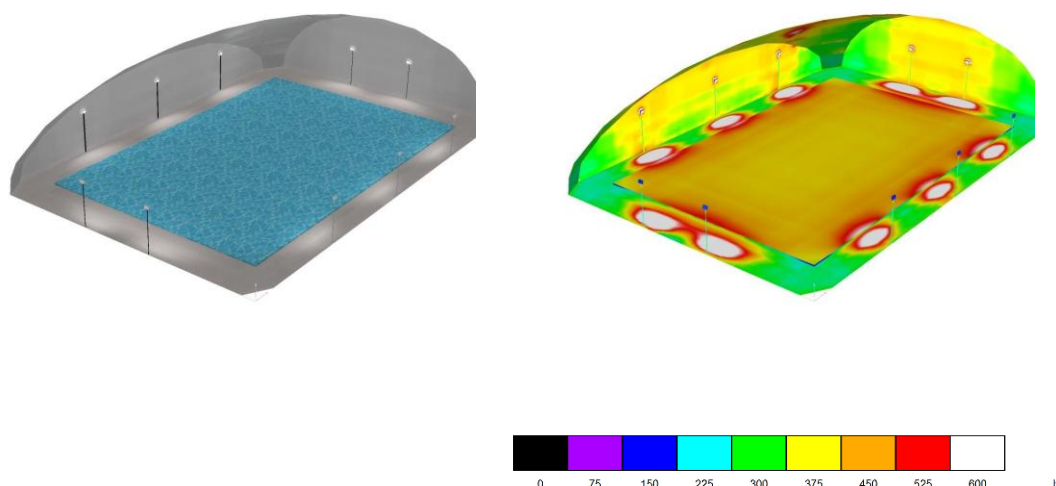
Gràfic 13: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari I sense manta tèrmica

6.2.3. Estudi lumínic

Es requereix una bona il·luminació pel bon funcionament de la piscina, pel compliment de la normativa i per aportar el major confort possible. Per tant, les exigències tècniques són: alta intensitat lumínica (300 lx), baix grau d'enlluernament i alta homogeneïtzació.

Per reduir els costos elèctrics derivats del consum de l'enllumenat, es proposa la tecnologia LED com a mitjà d'il·luminació. A més a més, es disminueixen els costos de manteniment ja que la vida útil de les lluminàries Led es pot multiplicar per 5 respecte de les convencionals.

Partint d'aquestes premisses, es realitzen simulacions mitjançant Dialux per tal d'estudiar la millor solució. A continuació es mostren els resultats:



Simulació piscina amb coberta tèxtil

Simulació lumínica

Gràfic 14: Simulació lumínica de la piscina amb coberta tèxtil

Es proposen instal·lar 10 projectors de LED de 120W repartits pels laterals de la piscina, per la façana de l'edifici de serveis i al fons de la coberta.



6.2.4. Costos d'execució

La solució estudiada implica un seguit d'inversions inicials que a continuació es detallen com a costos específics d'execució:

- **Projecte executiu:** estimació d'honoraris per a la redacció del projecte executiu
- **Direcció d'obra:** estimació d'honoraris del tècnic facultatiu per a la direcció d'obra
- **Coberta:** cost de subministrament, transport i instal·lació de la solució tècnica proposada.
- **Instal·lacions hidràuliques:** subministrament, transport i instal·lació dels elements necessaris per a dur a terme la solució proposada
- **Instal·lacions elèctriques:** subministrament, transport i instal·lació dels equips necessaris i del sistema d'il·luminació.
- **Obra civil:** ampliació sala de filtratge i modificacions a l'obra civil actual

Concepte	Import
Instal·lacions hidràuliques	15.800,00 €
Instal·lacions elèctriques	3.600,00 €
Instal·lacions de climatització edifici vestidors	25.000,00 €
Obra civil	10.000,00 €
Coberta presostàtica	62.000,00 €
Instal·lacions climatització recinte piscina	42.000,00 €
Projecte executiu i direcció d'obra	14.000,00 €
Sub total	172.400,00 €

Taula 15: Costos d'execució Opció 2 Escenari I

Els costos de la coberta presostàtica corresponent al cost del projecte claus en mà de la coberta, excloent-hi els equips de climatització, comptats a part. El claus en mà inclou tots elements estructurals, de coberta, equips i instal·lacions específiques d'aquesta solució.

Els costos d'instal·lacions hidràuliques contempnen:

- La connexió a la xarxa de calor de la central de biomassa a través d'un bescanviador de plaques de 370 kW
- La connexió a la xarxa de calor de la central de biomassa a través d'un bescanviador de plaques de 80 kW, per a donar servei a la nova UTA
- Conjunt de canonades de polipropilè reticulat per a connectar el circuit de recirculació de piscina al bescanviador
- Conjunt de canonades de polipropilè reticulat per a connectar el circuit de calor addicional de la nova UTA al bescanviador
- Comptadors de calories per a tenir un seguiment de la despesa energètica de la piscina i de l'ambient
- Bomba de circulació pel circuit de calor addicional de la nova UTA
- Conjunt de vàlvules i petit material per a portar a terme el muntatge proposat

La instal·lació elèctrica inclou el cablejat, proteccions i un nou subquadre elèctric pels nous equips instal·lats, entre ells els equips de climatització de l'edifici vestidors, del recinte de



piscina i la il·luminació de la piscina exterior. Al augmentar la potència instal·lada s'hauria de comprovar la validesa de la instal·lació de connexió a xarxa.

Les instal·lacions de climatització del recinte de piscina inclouen el subministrament i muntatge de la nova UTA, juntament amb el sistema de conductes per a la distribució de l'aire climatitzat i la seva extracció.

6.2.5. Costos d'exploració

Les instal·lacions esportives amb piscines comporten un conjunt de despeses d'exploració no menyspreables. Dins d'aquest concepte es poden englobar un seguit de costos molt diversos:

- **Manteniment.** Es poden desgranar tres costos imprescindibles derivats de:
 - o Manteniment preventiu: Conjunt d'activitats d'inspecció i prevenció per reduir la freqüència de fallades i assegurar el bon funcionament de les instal·lacions. Inclou el cost del material per dur a terme les activitats.
 - o Manteniment correctiu: conjunt d'activitats de reparació i/o substitució d'elements deteriorats. Inclou el cost de material de recanvi.
 - o Muntatge/desmuntatge: la coberta presostàtica es muntarà i es desmuntarà un cop a l'any, incloent-hi el desmuntatge de conductes de climatització i la retirada de la coberta
- **Neteja.** Personal i productes per mantenir les instal·lacions en un bon estat higiènic i de salubritat.
- **Personal instal·lacions.** Personal administració i socorristes.

A continuació es detallen cada un dels costos d'exploració descrits:

Concepte	Import
Manteniment preventiu	1.500,00 €
Manteniment correctiu	20.000,00 €
Servei Manteniment	29.732,98 €
Muntatge/desmuntatge	2.880,00 €
Servei de neteja	25.832,25 €
Servei d'administració	52.057,44 €
Servei de socorrisme	64.673,60 €
Altres serveis	14.783,80 €
Sub total	211.460,07 €

Taula 16: Costos d'exploració Opció 2 Escenari 1

Per aquest solució es preveuen uns costos preventiu i correctius de la coberta, facilitats pel proveïdor, que s'afegeixen als costos generals del manteniment de les instal·lacions.

Els costos energètics d'aquesta opció provenen de:

- La climatització de l'aigua de piscina
- La climatització del recinte de piscina

Com s'ha mostrat a l'apartat 6.2.2 l'ús de la manta tèrmica varia el consum energètic de les instal·lacions, pel que a continuació es mostra el consum energètic d'aquesta opció contemplat l'ús i el no ús de la manta tèrmica. Pel càlcul de costos energètics es té en compte un



rendiment del bescanviador de calor del 80%, i els preus d'energia tèrmica i energia elèctrica considerats a l'apartat 2.1.

Costos energètics utilitzant la manta tèrmica

Mes	Demanda tèrmica	Consum tèrmic	Consum tèrmic
	kWh	kWh	€
Gener	31.232	39.040	1.366
Febrer	27.459	34.323	1.201
Març	29.128	36.410	1.274
Abril	24.802	31.003	1.085
Maig	23.276	29.095	1.018
Juny	-	-	-
Juliol	-	-	-
Agost	-	-	-
Setembre	-	-	-
Octubre	23.515	29.394	1.029
Novembre	27.240	34.050	1.192
Desembre	31.753	39.691	1.389
Total	218.405	273.007	9.555

Taula 17: Costos energètics de climatització de piscina

Mes	Consum elèctric mensual	Consum elèctric mensual	Demanda tèrmica mensual	Consum tèrmic mensual	Consum tèrmic mensual
	kWh	€	kWh	kWh	€
Gener	19.661	1.770	1.453	1.817	64
Febrer	17.733	1.596	978	1.222	43
Març	19.655	1.769	539	673	24
Abril	20.326	1.829	-	-	-
Maig	22.125	1.991	-	-	-
Juny	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-
Octubre	22.830	2.055	-	-	-
Novembre	19.914	1.792	367	459	16
Desembre	19.636	1.767	1.676	2.095	73
Total	161.880	14.569	5.012	6.265	219

Taula 18: Costos energètics de climatització de recinte de piscina

Obtenint una despesa energètica anual d'aproximadament **24.343 €**.



Costos energètics sense utilitzar manta tèrmica

Mes	Demanda tèrmica	Consum tèrmic	Consum tèrmic
	kWh	kWh	€
Gener	45.569	56.961	1.994
Febrer	40.407	50.509	1.768
Març	43.464	54.330	1.902
Abril	38.676	48.345	1.692
Maig	37.613	47.016	1.646
Juny	-	-	-
Juliol	-	-	-
Agost	-	-	-
Setembre	-	-	-
Octubre	37.851	47.314	1.656
Novembre	41.114	51.392	1.799
Desembre	46.089	57.612	2.016
Total	330.783	413.478	14.472

Taula 19: Costos energètics de climatització de piscina

Mes	Consum elèctric mensual	Consum elèctric mensual	Demanda tèrmica mensual	Consum tèrmic mensual	Consum tèrmic mensual
	kWh	€	kWh	kWh	€
Gener	28.141	2.533	1.453	1.817	64
Febrer	25.392	2.285	978	1.222	43
Març	28.135	2.532	539	673	24
Abril	28.532	2.568	-	-	-
Maig	30.604	2.754	-	-	-
Juny	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-
Octubre	31.310	2.818	-	-	-
Novembre	28.120	2.531	367	459	16
Desembre	28.115	2.530	1.676	2.095	73
Total	228.348	20.551	5.012	6.265	219

Taula 20: Costos energètics de climatització de recinte de piscina

Obtenint una despesa energètica anual d'aproximadament **35.242 €**.

L'ús de manta tèrmica a les hores de no utilització de la piscina permet un estalvi energètic valorat aproximadament en 10.000€ anuals.

Aproximadament, els costos d'explotació d'aquesta opció pujarien a 235.803 €/any.



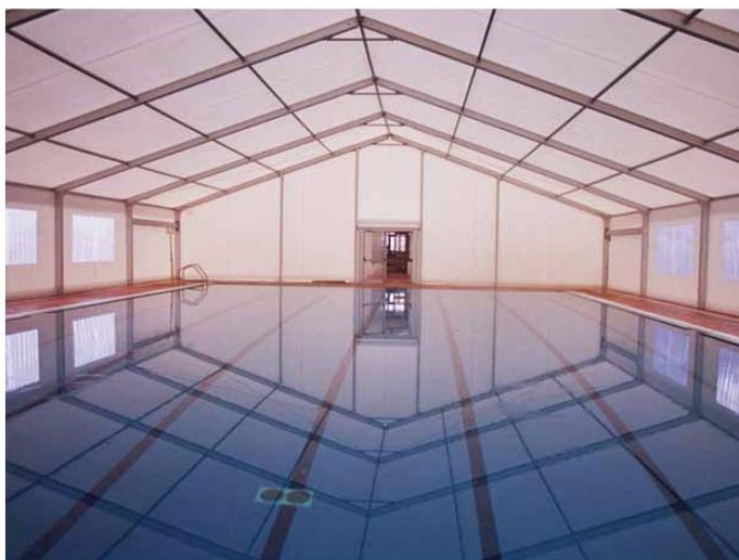
6.3. Opció 2, Escenari II: Piscina amb coberta desmuntable

6.3.1. Descripció solució

Les piscines cobertes climatitzades tenen un consum energètic elevat degut a les pèrdues de calor que s'hi produeixen i degut a la necessitat de tractar l'aire de l'ambient. És per aquest motiu que s'ha d'estudiar amb deteniment l'estil de coberta més òptim i valorar la qualitat funcional, tècnica i estètica d'aquesta.

La coberta desmuntable és una solució que permet cobrir la piscina durant els mesos de tardor, d'hivern i de primavera. A l'estiu, es procedeix a retirar totalment l'estructura i la piscina queda descoberta.

Aquest mètode constructiu es basa en estructures d'alumini i l'arquitectura tèxtil per aconseguir el cobriment de la piscina i el ràpid muntatge i desmuntatge. El disseny inclou estructures lleugeres d'alumini amb grans interdistàncies entre elles i sense pilars vistos.



Imatge 11: Exemple coberta desmuntable. Piscina Municipal de Benifairó de les Valls (València)

El materials de la coberta són, per una banda, l'estructura d'alumini d'alta resistència i, per altra, les lones perimetrals i el sostre que són de PVC blanc, translúcid i ignífug.

La subjecció principal prové de la cimentació de pilars. Aquests, incorporen suports de solera on es fixen els successius pòrtics paral·lels. Estan units entre si i estabilitzants mitjançant cables d'acer revestits de PVC que constitueixen l'armadura. Posteriorment, s'instal·len els compostos tèxtils que es confeccionen per trams entre pòrtics i s'introdueix a l'interior de les ranures dels pòrtics de forma totalment estanca. Aquesta fragmentació, permet repartir les càrregues sobre l'estructura d'alumini, assegurar la estabilitat mecànica i facilitar el seu manteniment. Tots els components estructurals i d'assemblatge tenen una gran residència i són anticorrosius.



Imatge 12: Exemple coberta desmuntable. Piscina Municipal de Buñol (València)

Pel que fa a la superfície del sostre, incorpora una doble càmera aïllant per tal de reduir al màxim les pèrdues de climatització. I, la superfície lateral, disposa de la combinació de lones translúcides i opaques per regular la insolació i la llum interior.

L'accessibilitat entre l'edifici de serveis i la piscina es realitza mitjançant un túnel de les mateixes característiques que la coberta. Addicionalment, i per motius de seguretat, incorpora una sortida d'emergències amb porta antipànic.



Imatge 13: Exemple passadís piscina. Real Automóvil Club de España (Madrid)

L'amplada de l'estructura desmuntable és de 20m i la longitud de 35m. L'alçada en el punt mínim és de 3m i en el punt més alt és de 6,25m.

La distribució dels pòrtics és en paral·lel i separats cada 5m. Aquesta pòrtics tenen una geometria rectangular de 220x100x3mm. La càrrega de vent que suporta l'estructura és la exigida en la normativa.



6.3.2. Demanda tèrmica

Demanda tèrmica d'escalfament de vas

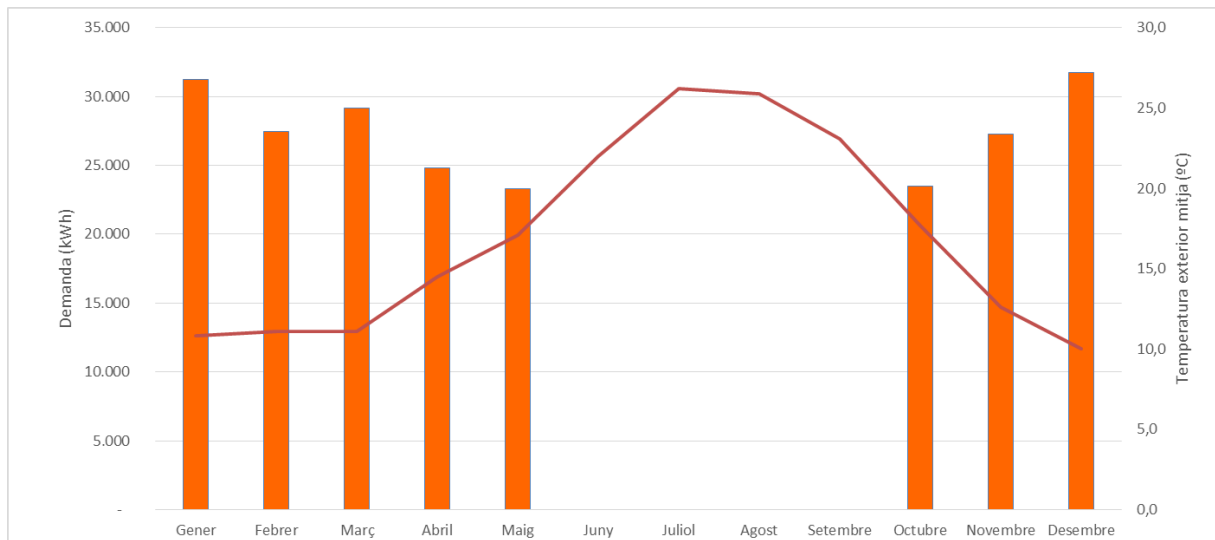
A continuació es mostren els resultats dels càlculs presentats a l'apartat 9.1.1 per a determinar la demanda tèrmica a cobrir per a mantenir l'aigua de la piscina a les condicions de disseny. Es presenten els resultats dels càlculs tenint en compte si s'utilitza manta tèrmica en les hores de no ús de la instal·lació o no s'utilitza.



Mes	Pèrdues per evaporació	Pèrdues per radiació	Pèrdues per convecció	Pèrdues per renovació d'aigua	Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas	Demanda tèrmica
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Gener	12.971	6.040	-1.099	11.549	1.771	31.232
Febrer	11.716	5.314	-993	9.857	1.565	27.459
Març	12.971	5.883	-1.099	9.640	1.733	29.128
Abril	12.552	3.959	-1.064	8.098	1.257	24.802
Maig	12.971	2.707	-1.099	7.731	967	23.276
Juny	-	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-	-
Octubre	12.971	2.386	-1.099	8.367	890	23.515
Novembre	12.552	4.931	-1.064	9.329	1.492	27.240
Desembre	12.971	6.459	-1.099	11.549	1.874	31.753
Total						218.405

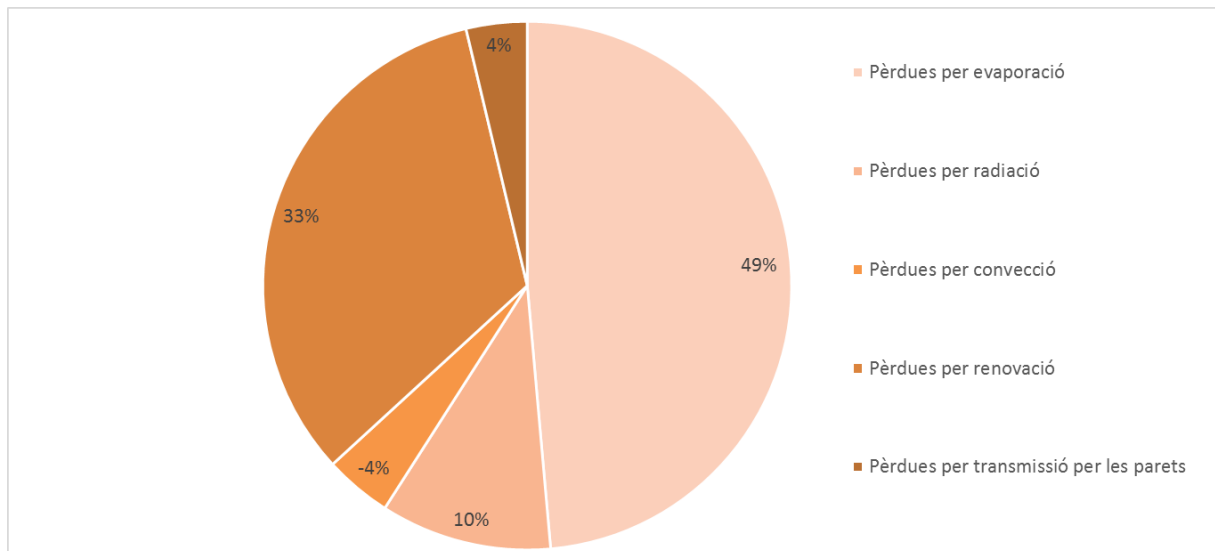
Taula 21: Demanda tèrmica piscina coberta amb manta tèrmica

La potència tèrmica a instal·lar per a poder mantenir l'aigua de la piscina en condicions de disseny, i poder escalfar-la quan el total del volum de l'aigua de la piscina es troba a temperatura de xarxa en 24 hores, és de 372 kW, tenint en compte que durant el procés d'escalfament es mantenen les condicions interiors de disseny.



Gràfic 15: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta amb manta tèrmica

El següent gràfic mostra la importància de cada una de les fonts de pèrdua de calor, on es pot observar que, majoritàriament, les pèrdues es produeixen per evaporació, d'aquí la importància d'utilitzar manta tèrmica en hores de no ús de les instal·lacions. Les pèrdues per convecció presenten valors negatius, ja que en aquest cas, hi ha una aportació de calor de l'ambient cap al vas de piscina, ja que l'aire es troba a una temperatura major que l'aigua de piscina.



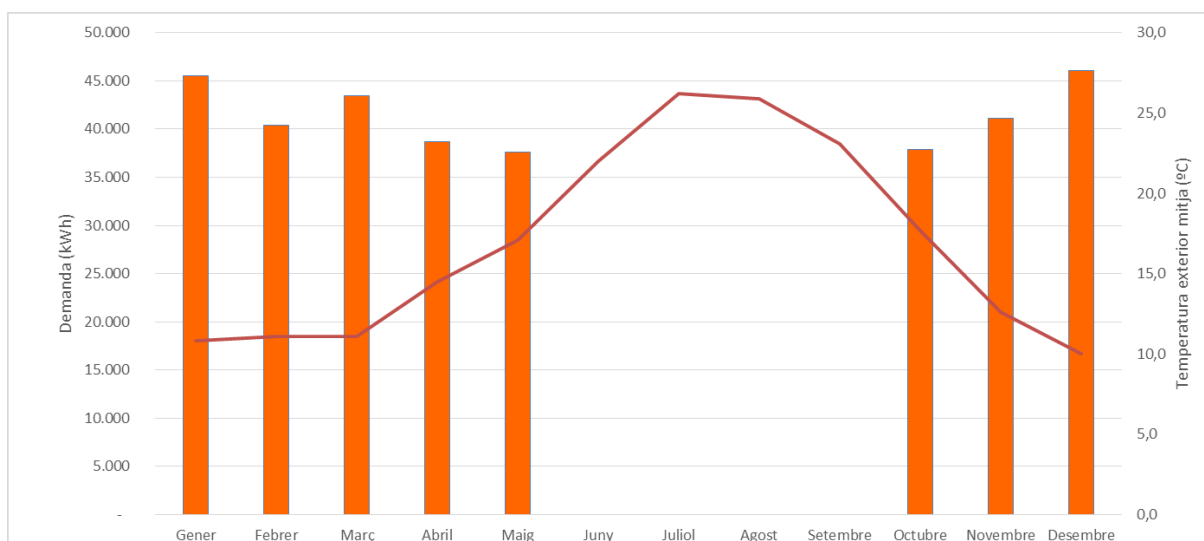
Gràfic 16: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica



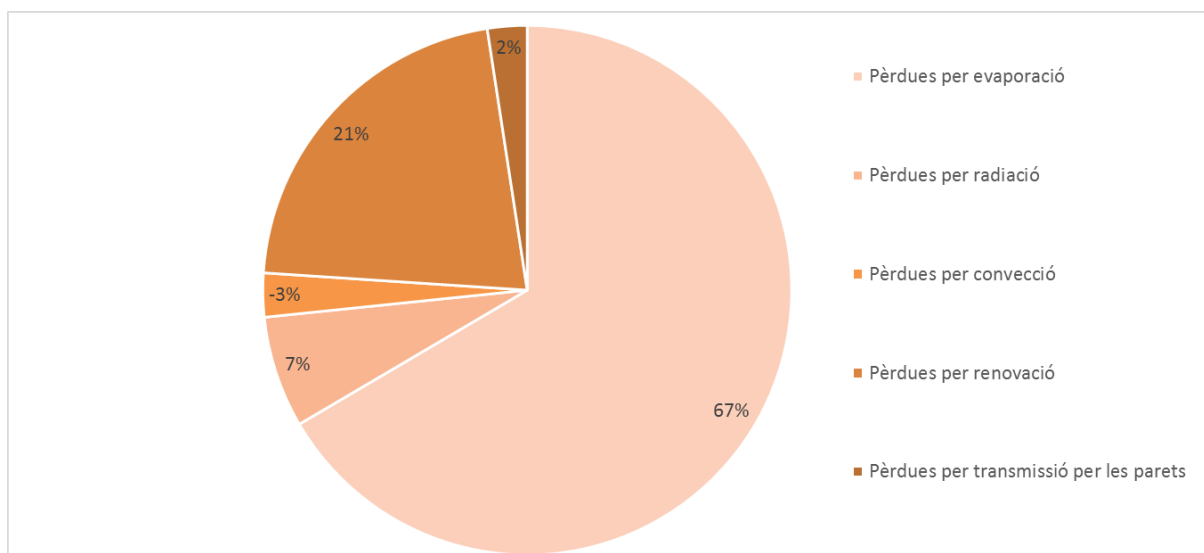
Mes	Pèrdues per evaporació	Pèrdues per radiació	Pèrdues per convecció	Pèrdues per renovació d'aigua	Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas	Demanda tèrmica
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Gener	27.307	6.040	-1.099	11.549	1.771	45.569
Febrer	24.664	5.314	-993	9.857	1.565	40.407
Març	27.307	5.883	-1.099	9.640	1.733	43.464
Abril	26.426	3.959	-1.064	8.098	1.257	38.676
Maig	27.307	2.707	-1.099	7.731	967	37.613
Juny	-	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-	-
Octubre	27.307	2.386	-1.099	8.367	890	37.851
Novembre	26.426	4.931	-1.064	9.329	1.492	41.114
Desembre	27.307	6.459	-1.099	11.549	1.874	46.089
Total						330.783

Taula 22: Demanda tèrmica piscina coberta sense manta tèrmica

En cas de no utilitzar la manta tèrmica, es considera necessària la mateixa potència tèrmica instal·lada que en l'anterior cas, 372 kW, per a poder escalfar la piscina des de la temperatura de l'aigua de xarxa. El consum d'energia tèrmica es veu incrementat un 50% en el cas de no utilitzar manta tèrmica.



Gràfic 17: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta sense manta tèrmica



Gràfic 18: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica

Demanda tèrmica per a climatització del recinte de piscina

A continuació es mostren els resultats dels càlculs presentats a l'apartat 9.1.2 per a determinar la demanda energètica a cobrir per a mantenir l'espai de piscina segons condicions de disseny. Per a fer l'estimació de consum anual d'energia elèctrica consumida pel climatitzador, s'ha suposat un rendiment de la màquina de 2,3 (COP).

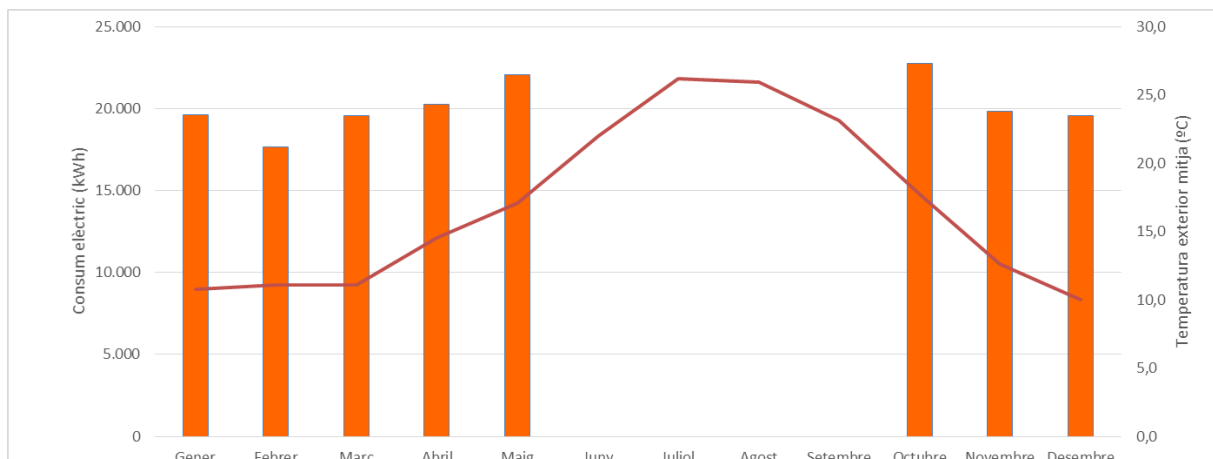
Resultats utilitzant manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	19.595	1.447
Febrer	11,1	64%	17.672	972
Març	11,1	65%	19.589	532

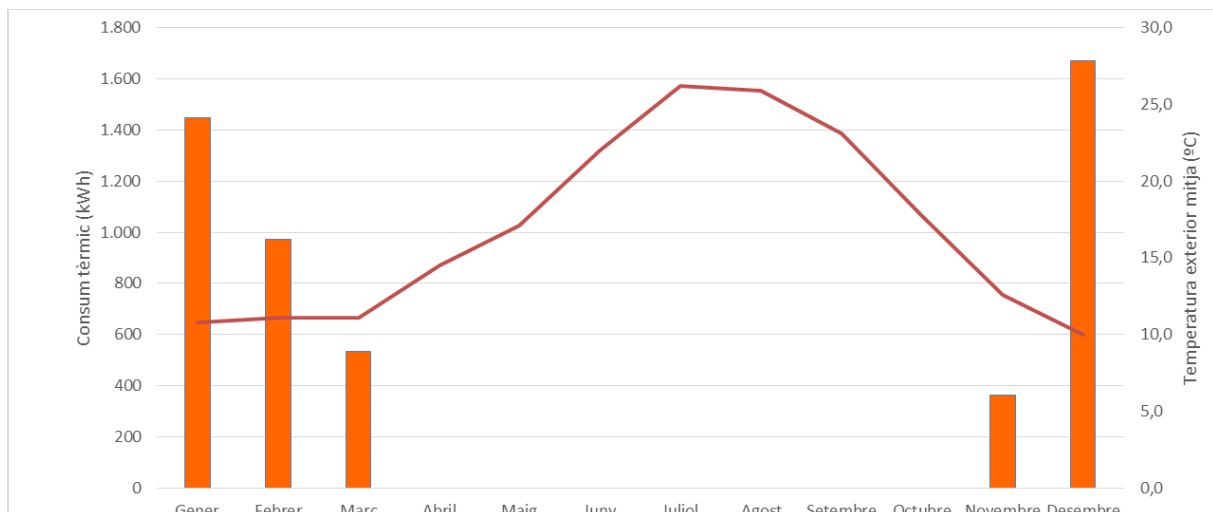


Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
Abril	14,5	67%	20.261	-
Maig	17,1	68%	22.058	-
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	22.764	-
Novembre	12,6	74%	19.849	362
Desembre	10	75%	19.569	1.669
Total			161.357	4.982

Taula 23: Consums energètics recinte piscina escenari II amb manta tèrmica



Gràfic 19: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari II amb manta tèrmica



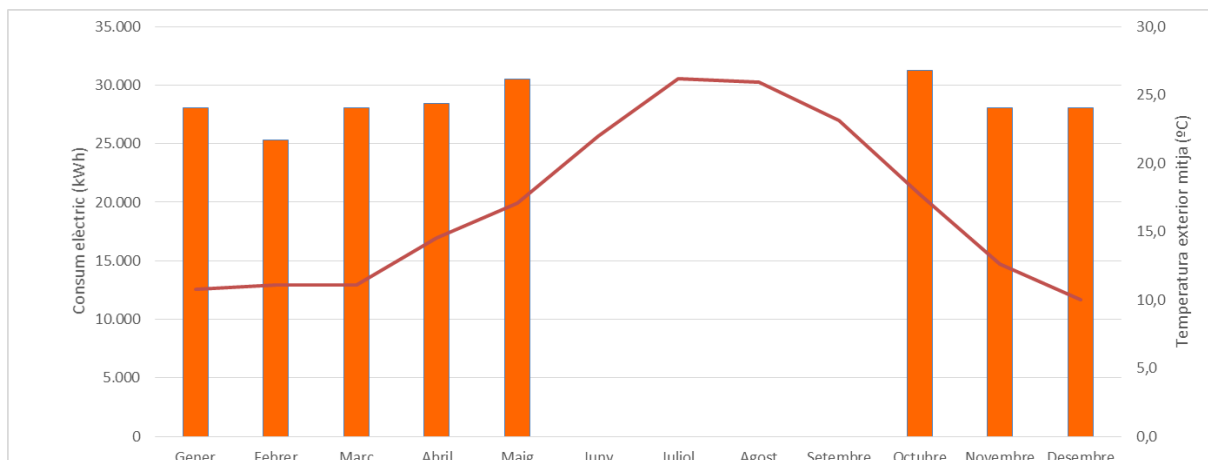
Gràfic 20: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari II amb manta tèrmica



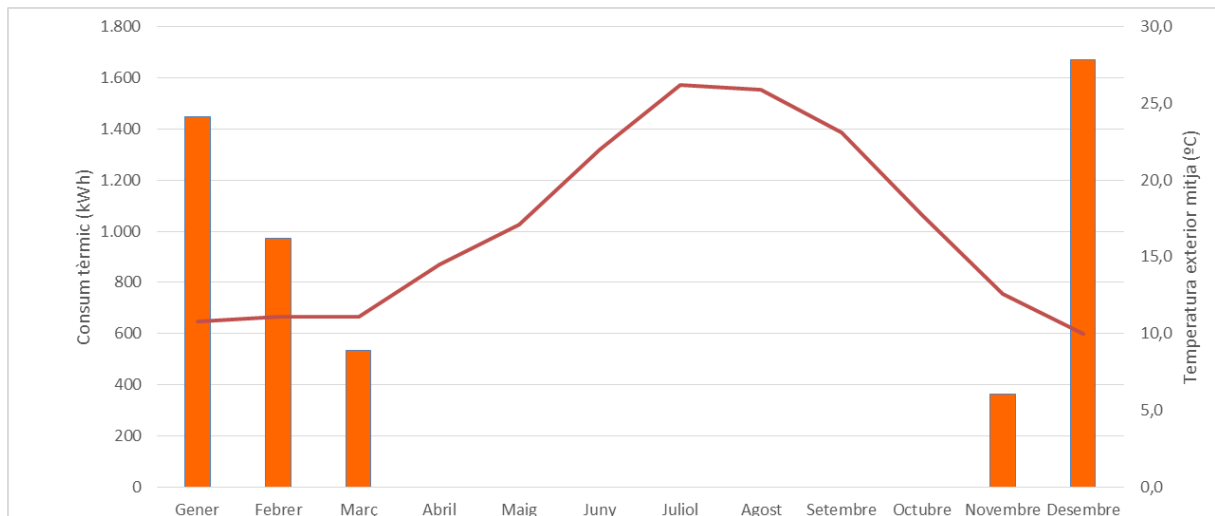
Resultats sense utilitzar manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	28.075	1.447
Febrer	11,1	64%	25.332	972
Març	11,1	65%	28.069	532
Abril	14,5	67%	28.468	-
Maig	17,1	68%	30.538	-
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	31.244	-
Novembre	12,6	74%	28.056	362
Desembre	10	75%	28.049	1.669
Total			227.830	4.982

Taula 24: Consums energètics recinte piscina escenari II sense manta tèrmica



Gràfic 21: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari II sense manta tèrmica



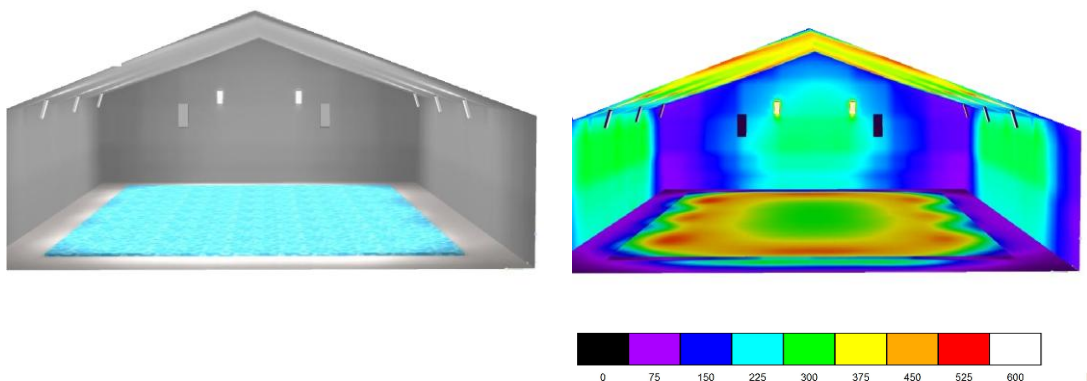
Gràfic 22: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari II sense manta tèrmica

6.3.3. Estudi lumínic

Es requereix una bona il·luminació pel bon funcionament de la piscina, pel compliment de la normativa i per aportar el major confort possible. Per tant, les exigències tècniques són: alta intensitat lumínica (300 lx), baix grau d'enlluernament i alta homogeneïtzació.

Per reduir els costos elèctrics derivats del consum de l'enllumenat, es proposa la tecnologia LED com a mitjà d'il·luminació. A més a més, es disminueixen els costos de manteniment ja que la vida útil de les lluminàries Led es pot multiplicar per 5 respecte de les convencionals.

Partint d'aquestes premisses, es realitzen simulacions mitjançant Dialux per tal d'estudiar la millor solució. A continuació es mostren els resultats:



Simulació piscina amb coberta desmuntable

Simulació lumínica

Gràfic 23: Simulació lumínica de la piscina amb coberta desmuntable

Es proposen instal·lar 10 projectors de LED de 270W repartits pels laterals de la piscina, per la façana de l'edifici de serveis i al fons de la coberta.



Imatge 14: Ubicació punts de llum indirectes. Exemple Piscina Municipal Sant Cugat (Barcelona)

6.3.4. Costos d'execució

La solució estudiada implica un seguit d'inversions inicials que a continuació es detallen com a costos específics d'execució:

- **Projecte executiu:** estimació d'honoraris per a la redacció del projecte executiu
- **Direcció d'obra:** estimació d'honoraris del tècnic facultatiu per a la direcció d'obra
- **Coberta:** cost de subministrament, transport i instal·lació de la solució tècnica proposada.
- **Instal·lacions hidràuliques:** subministrament, transport i instal·lació dels elements necessaris per a dur a terme la solució proposada
- **Instal·lacions elèctriques:** subministrament, transport i instal·lació dels equips necessaris i del sistema d'il·luminació.
- **Obra civil:** ampliació sala de filtratge i modificacions a l'obra civil actual

Concepte	Import
Instal·lacions hidràuliques	15.800,00 €
Instal·lacions elèctriques	3.600,00 €
Instal·lacions de climatització edifici vestidors	25.000,00 €
Obra civil	10.000,00 €
Coberta tèxtil amb estructura d'alumini	95.970,00 €
Instal·lacions climatització recinte piscina	42.000,00 €
Projecte executiu i direcció d'obra	16.700,00 €
Sub total	209.070,00 €

Taula 25: Costos d'execució Opció 2 Escenari II

Els costos de la coberta desmuntable corresponent al cost del projecte claus en mà de la coberta, excloent-hi els equips de climatització, comptats a part. El claus en mà inclou tots elements estructurals, de coberta, equips i instal·lacions específiques d'aquesta solució.



Els costos d'instal·lacions hidràuliques contemplen:

- La connexió a la xarxa de calor de la central de biomassa a través d'un bescanviador de plaques de 370 kW
- La connexió a la xarxa de calor de la central de biomassa a través d'un bescanviador de plaques de 80 kW, per a donar servei a la nova UTA
- Conjunt de canonades de polipropilè reticulat per a connectar el circuit de recirculació de piscina al bescanviador
- Conjunt de canonades de polipropilè reticulat per a connectar el circuit de calor addicional de la nova UTA al bescanviador
- Comptadors de calories per a tenir un seguiment de la despesa energètica de la piscina i de l'ambient
- Bomba de circulació pel circuit de calor addicional de la nova UTA
- Conjunt de vàlvules i petit material per a portar a terme el muntatge proposat

La instal·lació elèctrica inclou el cablejat, proteccions i un nou subquadre elèctric pels nous equips instal·lats, entre ells els equips de climatització de l'edifici vestidors, del recinte de piscina i la il·luminació de la piscina exterior. Al augmentar la potència instal·lada s'hauria de comprovar la validesa de la instal·lació de connexió a xarxa.

Les instal·lacions de climatització del recinte de piscina inclouen el subministrament i muntatge de la nova UTA, juntament amb el sistema de conductes per a la distribució de l'aire climatitzat i la seva extracció.

6.3.5. Costos d'explotació

Les instal·lacions esportives amb piscines comporten un conjunt de despeses d'explotació no menyspreables. Dins d'aquest concepte es poden englobar un seguit de costos molt diversos:

- **Manteniment.** Es poden desgranar tres costos imprescindibles derivats de:
 - o Manteniment preventiu: Conjunt d'activitats d'inspecció i prevenció per reduir la freqüència de fallades i assegurar el bon funcionament de les instal·lacions. Inclou el cost del material per dur a terme les activitats.
 - o Manteniment correctiu: conjunt d'activitats de reparació i/o substitució d'elements deteriorats. Inclou el cost de material de recanvi.
 - o Muntatge/desmuntatge: la coberta desmuntable es muntarà i es desmuntarà un cop a l'any, incloent-hi el desmuntatge de conductes de climatització i la retirada de la coberta
- **Neteja.** Personal i productes per mantenir les instal·lacions en un bon estat higiènic i de salubritat.
- **Personal instal·lacions.** Personal administració i socorristes.

A continuació es detallen cada un dels costos d'explotació descrits:

Concepte	Import
Manteniment preventiu	1.500,00 €
Manteniment correctiu	25.000,00 €
Servei Manteniment	29.732,98 €
Muntatge/desmuntatge	5.760,00 €
Servei de neteja	25.832,25 €



Concepte	Import
Servei d'administració	52.057,44 €
Servei de socorrisme	64.673,60 €
Altres serveis	14.783,80 €
Sub total	219.340,07 €

Taula 26: Costos d'explotació Opció 2 Escenari II

Per aquest solució es preveuen uns costos preventiu i correctius de la coberta, facilitats pel proveïdor, que s'afegeixen als costos generals del manteniment de les instal·lacions.

Els costos energètics d'aquesta opció provenen de:

- La climatització de l'aigua de piscina
- La climatització del recinte de piscina

Com s'ha mostrat a l'apartat 6.3.2 l'ús de la manta tèrmica varia el consum energètic de les instal·lacions, pel que a continuació es mostra el consum energètic d'aquesta opció contemplant l'ús i el no ús de la manta tèrmica. Pel càlcul de costos energètics es té en compte un rendiment del bescanviador de calor del 80%, i els preus d'energia tèrmica i energia elèctrica considerats a l'apartat 2.1.

Costos energètics utilitzant la manta tèrmica

Mes	Demanda tèrmica	Consum tèrmic	Consum tèrmic
	kWh	kWh	€
Gener	31.232	39.040	1.366
Febrer	27.459	34.323	1.201
Març	29.128	36.410	1.274
Abril	24.802	31.003	1.085
Maig	23.276	29.095	1.018
Juny	-	-	-
Juliol	-	-	-
Agost	-	-	-
Setembre	-	-	-
Octubre	23.515	29.394	1.029
Novembre	27.240	34.050	1.192
Desembre	31.753	39.691	1.389
Total	218.405	273.007	9.555

Taula 27: Costos energètics de climatització de piscina

Mes	Consum elèctric mensual	Consum elèctric mensual	Demanda tèrmica mensual	Consum tèrmic mensual	Consum tèrmic mensual
	kWh	€	kWh	kWh	€
Gener	19.595	1.764	1.447	1.809	63
Febrer	17.672	1.591	972	1.215	43



Mes	Consum elèctric mensual	Consum elèctric mensual	Demanda tèrmica mensual	Consum tèrmic mensual	Consum tèrmic mensual
	kWh	€	kWh	kWh	€
Març	19.589	1.763	532	666	23
Abril	20.261	1.824	-	-	-
Maig	22.058	1.985	-	-	-
Juny	-		-	-	-
Juliol	-		-	-	-
Agost	-		-	-	-
Setembre	-		-	-	-
Octubre	22.764	2.049	-	-	-
Novembre	19.849	1.786	362	452	16
Desembre	19.569	1.761	1.669	2.086	73
Total	161.357	14.522	4.982	6.227	218

Taula 28: Costos energètics de climatització de recinte de piscina

Obtenint una despesa energètica anual d'aproximadament **24.295 €**.

Costos energètics sense utilitzar manta tèrmica

Mes	Demanda tèrmica	Consum tèrmic	Consum tèrmic
	kWh	kWh	€
Gener	45.569	56.961	1.994
Febrer	40.407	50.509	1.768
Març	43.464	54.330	1.902
Abril	38.676	48.345	1.692
Maig	37.613	47.016	1.646
Juny	-	-	-
Juliol	-	-	-
Agost	-	-	-
Setembre	-	-	-
Octubre	37.851	47.314	1.656
Novembre	41.114	51.392	1.799
Desembre	46.089	57.612	2.016
Total	330.783	413.478	14.472

Taula 29: Costos energètics de climatització de piscina

Mes	Consum elèctric mensual	Consum elèctric mensual	Demanda tèrmica mensual	Consum tèrmic mensual	Consum tèrmic mensual
	kWh	€	kWh	kWh	€
Gener	28.075	2.527	1.447	1.809	63
Febrer	25.332	2.280	972	1.215	43
Març	28.069	2.526	532	666	23



Mes	Consum elèctric mensual	Consum elèctric mensual	Demanda tèrmica mensual	Consum tèrmic mensual	Consum tèrmic mensual
	kWh	€	kWh	kWh	€
Abril	28.468	2.562	-	-	-
Maig	30.538	2.748	-	-	-
Juny	-		-	-	-
Juliol	-		-	-	-
Agost	-		-	-	-
Setembre	-		-	-	-
Octubre	31.244	2.812	-	-	-
Novembre	28.056	2.525	362	452	16
Desembre	28.049	2.524	1.669	2.086	73
Total	227.830	20.505	4.982	6.227	218

Taula 30: Costos energètics de climatització de recinte de piscina

Obtenint una despesa energètica anual d'aproximadament **35.195 €**.

L'ús de manta tèrmica a les hores de no utilització de la piscina permet un estalvi energètic valorat aproximadament en 10.000€ anuals.

Aproximadament, els costos d'explotació d'aquesta opció pujarien a 243.635 €/any.

6.4. Opció 2, Escenari III: Piscina amb coberta fixe i retràctil

6.4.1. Descripció solució

Les piscines cobertes climatitzades tenen un consum energètic elevat degut a les pèrdues de calor que s'hi produeixen i degut a la necessitat de tractar l'aire de l'ambient. És per aquest motiu que s'ha d'estudiar amb deteniment l'estil de coberta més òptim i valorar la qualitat funcional, tècnica i estètica d'aquesta.

La opció d'instal·lar una coberta retràctil és sens dubte la solució més òptima degut a la possibilitat de cobrir i descobrir la piscina quan es desitgi. Aquesta qualitat funcional juntament amb l'estètica i la tècnica, dota la coberta com a la opció més adient.

Es tracta d'una estructura mòbil que, separada per mòduls, es mou longitudinalment gràcies a unes guies instal·lades paral·leles a la piscina.



Imatge 15: Exemple coberta retràctil

El conjunt de la coberta dota d'una gran qualitat tècnica i funcional que genera uns estalvis:

- En el temps del muntatge-desmuntatge.
- En energia tèrmica, degut al bon aïllament i a l'estanqueïtat.
- En energia elèctrica per l'aprofitament de la llum natural.

A nivell tècnic, el muntatge-desmuntatge es produeix mitjançant un sistema de cadenes connectat a un petit motor elèctric que, automàticament, produeix el moviment dels mòduls en el sentit desitjat. La direcció del moviment és delimitada per les guies on es produeix el rodament. Integren un sistema de seguretat de guiat i d'antielevació per evitar possibles alteracions del moviment telescòpic i descarrilaments produïts per possibles desnivells. Les guies són d'alumini inoxidable per evitar possibles corrosions ja que s'utilitzen, també, com a canalitzacions d'aigües pluvials evitant que s'introdueixin a la zona de bany.

Les dimensions dels mòduls van, consecutivament, de més a menys. D'aquesta manera s'aconsegueix el solapament d'uns amb els altres i recollir, el compactat de tots els mòduls, en el mòdul de l'extrem. Aquest últim mòdul, per tant, és sempre fix.



Imatge 16: Exemple coberta retràctil

Cada un dels mòduls es compon d'una perfilaria d'alumini i d'unes plaques de policarbonat alveolar. Les característiques principals del policarbonat alveolar són, d'una banda, l'alta resistència mecànica: a impactes i a canvis meteorològics i, de l'altra, la gran transparència. Permet l'aprofitament total de la llum natural incorporant una protecció UVA i UVB. Els materials de fabricació són impermeables, ignífugs, compleixen amb la normativa i tenen una alta qualitat tècnica que fa, d'aquesta estructura, la més robusta.

Les guies que permeten el moviment estan embegudes en la cimentació de formigó i queden a rasant del paviment de la zona de platges. D'aquesta manera no existeix cap molèstia a l'usuari els mesos d'estiu.

El moviment de la coberta es genera gràcies a un motor elèctric que es connecta a les cremalleres del sistema de guiament. Aquests motors van connectats a un variador de freqüència que permet que l'arrencada i la parada es produeixin amb més suavitat alliberant l'estructura de càrregues.

La coberta disposa de dues sortides d'emergència amb portes antipànics tal i com exigeix la normativa de seguretat.

La coberta descrita incorpora un total de 13 mòduls i les seves dimensions són variables en funció del mòdul. Aproximadament, la longitud és de 27m, l'amplada de 21m i l'alçada 7m.



6.4.2. Demanda tèrmica

Demanda tèrmica d'escalfament de vas

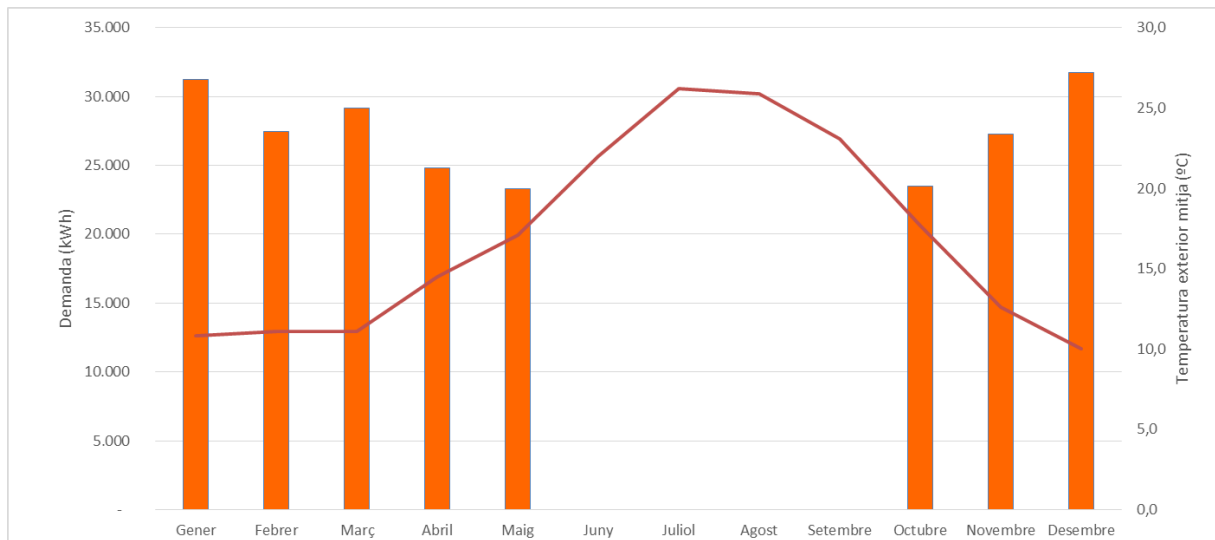
A continuació es mostren els resultats dels càlculs presentats a l'apartat 9.1.1 per a determinar la demanda tèrmica a cobrir per a mantenir l'aigua de la piscina a les condicions de disseny. Es presenten els resultats dels càlculs tenint en compte si s'utilitza manta tèrmica en les hores de no ús de la instal·lació o no s'utilitza.



Mes	Pèrdues per evaporació	Pèrdues per radiació	Pèrdues per convecció	Pèrdues per renovació d'aigua	Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas	Demanda tèrmica
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Gener	12.971	6.040	-1.099	11.549	1.771	31.232
Febrer	11.716	5.314	-993	9.857	1.565	27.459
Març	12.971	5.883	-1.099	9.640	1.733	29.128
Abril	12.552	3.959	-1.064	8.098	1.257	24.802
Maig	12.971	2.707	-1.099	7.731	967	23.276
Juny	-	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-	-
Octubre	12.971	2.386	-1.099	8.367	890	23.515
Novembre	12.552	4.931	-1.064	9.329	1.492	27.240
Desembre	12.971	6.459	-1.099	11.549	1.874	31.753
Total						218.405

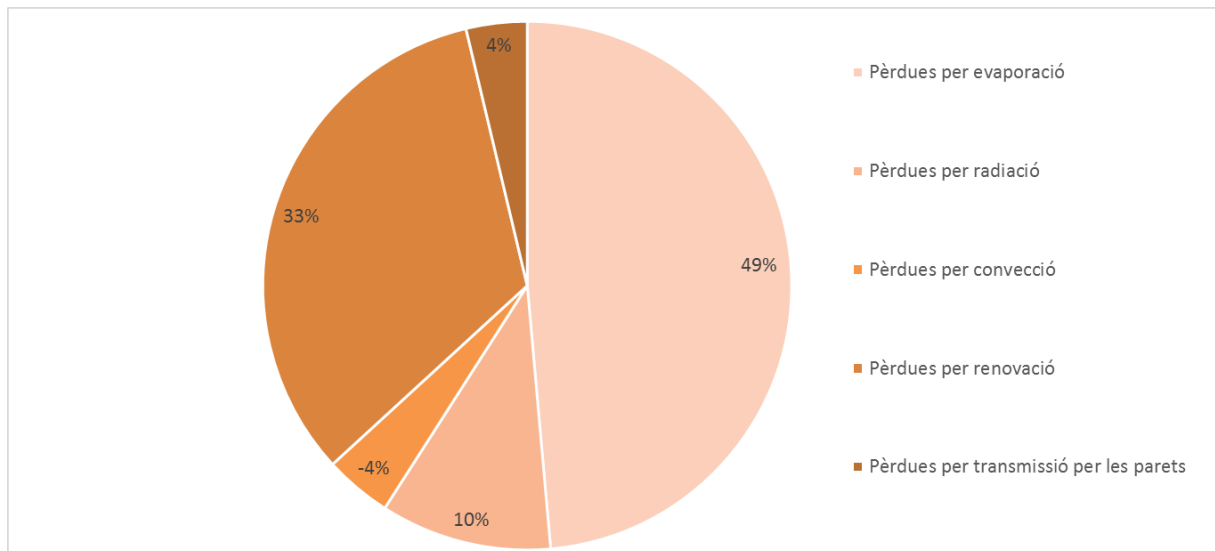
Taula 31: Demanda tèrmica piscina coberta amb manta tèrmica

La potència tèrmica a instal·lar per a poder mantenir l'aigua de la piscina en condicions de disseny, i poder escalfar-la quan el total del volum de l'aigua de la piscina es troba a temperatura de xarxa en 24 hores, és de 372 kW, tenint en compte que durant el procés d'escalfament es mantenen les condicions interiors de disseny.



Gràfic 24: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta amb manta tèrmica

El següent gràfic mostra la importància de cada una de les fonts de pèrdua de calor, on es pot observar que, majoritàriament, les pèrdues es produeixen per evaporació, d'aquí la importància d'utilitzar manta tèrmica en hores de no ús de les instal·lacions. Les pèrdues per convecció presenten valors negatius, ja que en aquest cas, hi ha una aportació de calor de l'ambient cap al vas de piscina, ja que l'aire es troba a una temperatura major que l'aigua de piscina.



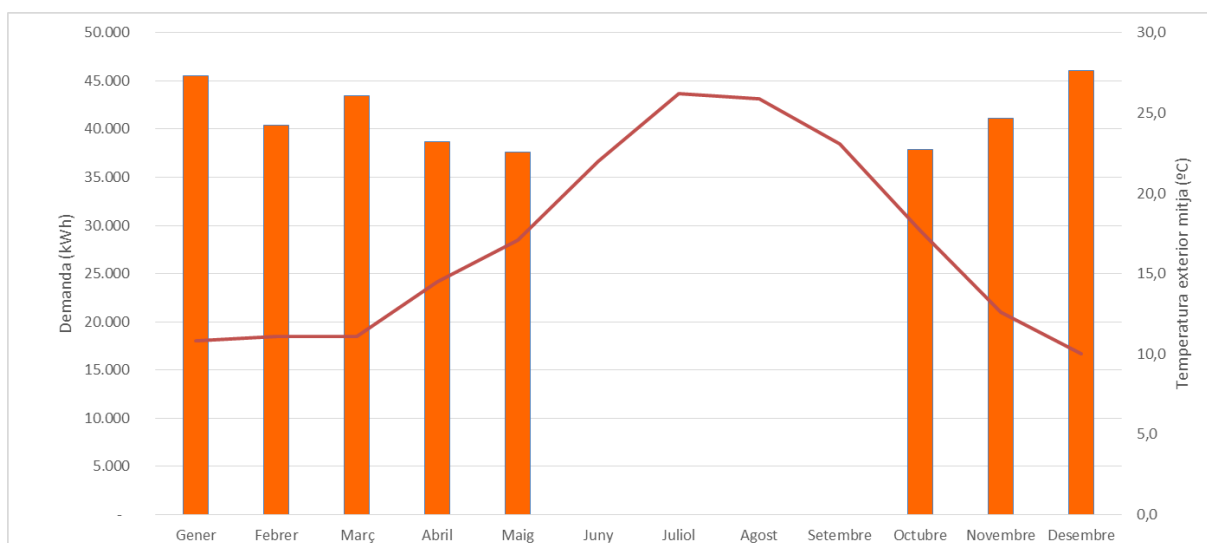
Gràfic 25: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica



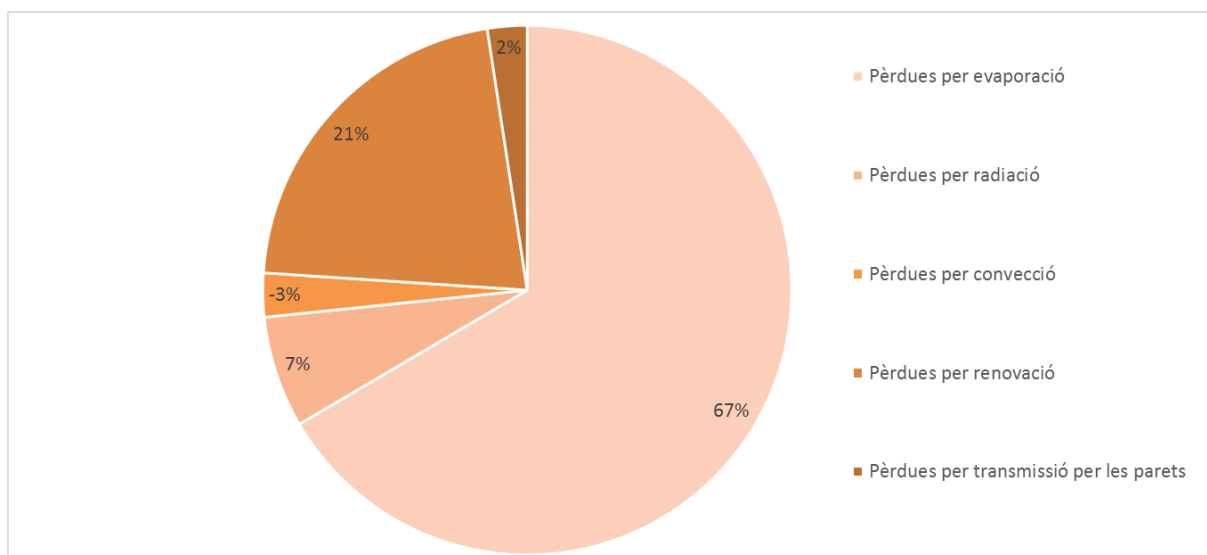
Mes	Pèrdues per evaporació	Pèrdues per radiació	Pèrdues per convecció	Pèrdues per renovació d'aigua	Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas	Demanda tèrmica
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Gener	27.307	6.040	-1.099	11.549	1.771	45.569
Febrer	24.664	5.314	-993	9.857	1.565	40.407
Març	27.307	5.883	-1.099	9.640	1.733	43.464
Abril	26.426	3.959	-1.064	8.098	1.257	38.676
Maig	27.307	2.707	-1.099	7.731	967	37.613
Juny	-	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-	-
Octubre	27.307	2.386	-1.099	8.367	890	37.851
Novembre	26.426	4.931	-1.064	9.329	1.492	41.114
Desembre	27.307	6.459	-1.099	11.549	1.874	46.089
Total						330.783

Taula 32: Demanda tèrmica piscina coberta sense manta tèrmica

En cas de no utilitzar la manta tèrmica, es considera necessària la mateixa potència tèrmica instal·lada que en l'anterior cas, 372 kW, per a poder escalfar la piscina des de la temperatura de l'aigua de xarxa. El consum d'energia tèrmica es veu incrementat un 50% en el cas de no utilitzar manta tèrmica.



Gràfic 26: Demanda tèrmica mensual de la piscina coberta sense manta tèrmica



Gràfic 27: Repartiment de pèrdues tèrmiques de la piscina coberta amb manta tèrmica

Demanda tèrmica per a climatització del recinte de piscina

A continuació es mostren els resultats dels càlculs presentats a l'apartat 9.1.2 per a determinar la demanda energètica a cobrir per a mantenir l'espai de piscina segons condicions de disseny. Per a fer l'estimació de consum anual d'energia elèctrica consumida pel climatitzador, s'ha suposat un rendiment de la màquina de 2,3 (COP).

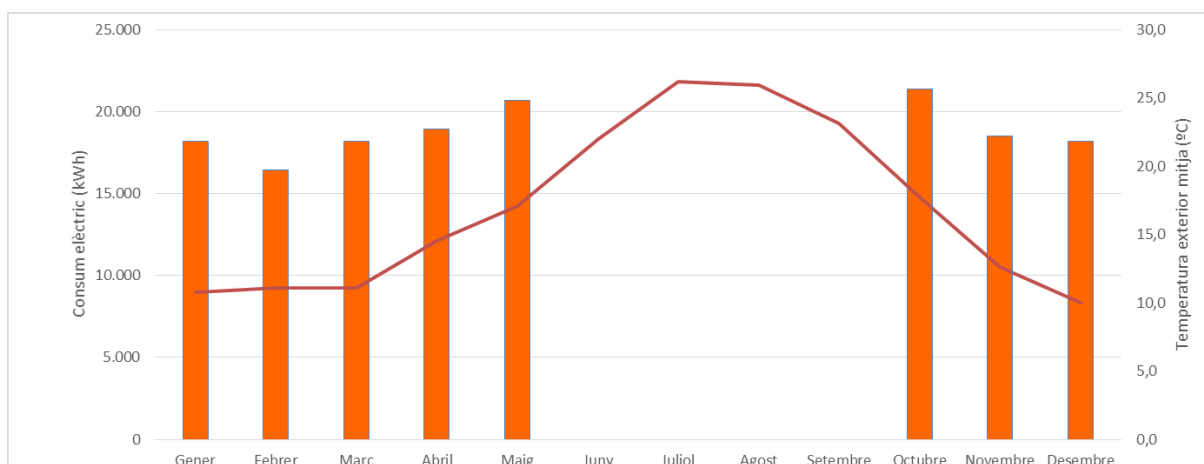
Resultats utilitzant manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	18.195	1.310
Febrer	11,1	64%	16.408	852
Març	11,1	65%	18.189	400

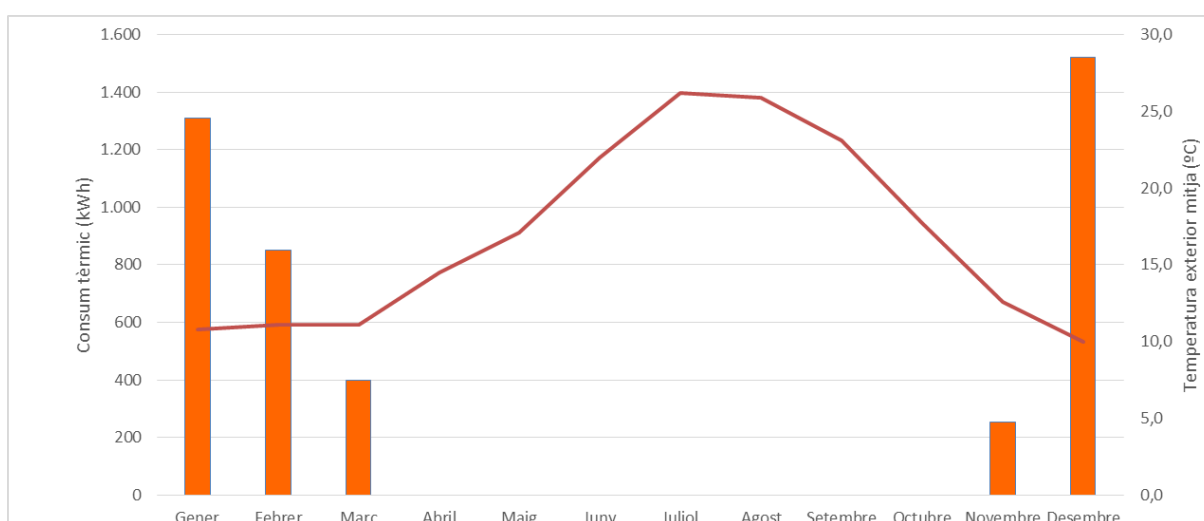


Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Abril	14,5	67%	18.906	-
Maig	17,1	68%	20.657	-
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	21.363	-
Novembre	12,6	74%	18.494	253
Desembre	10	75%	18.169	1.522
Total			150.382	4.337

Taula 33: Consums energètics recinte piscina escenari III amb manta tèrmica



Gràfic 28: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari III amb manta tèrmica



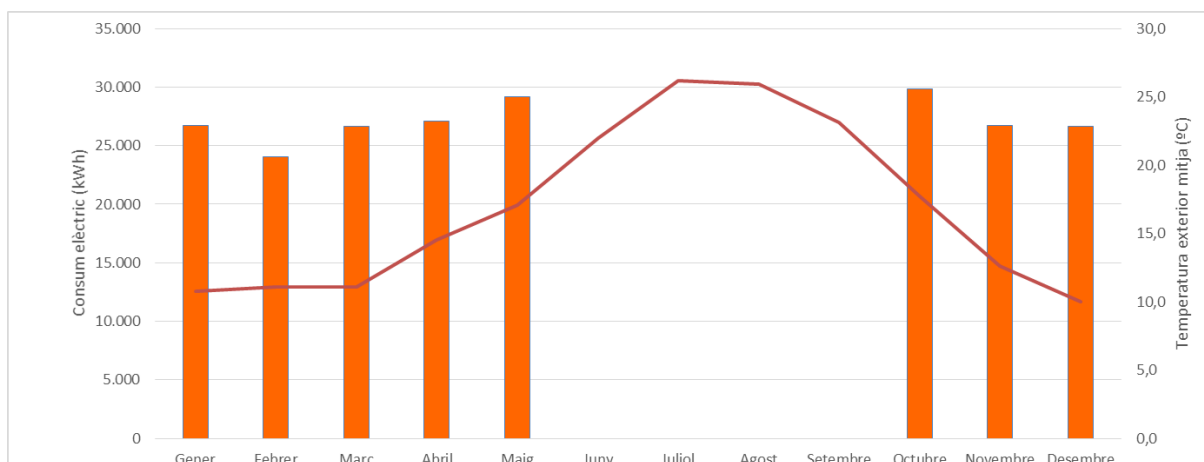
Gràfic 29: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari III amb manta tèrmica



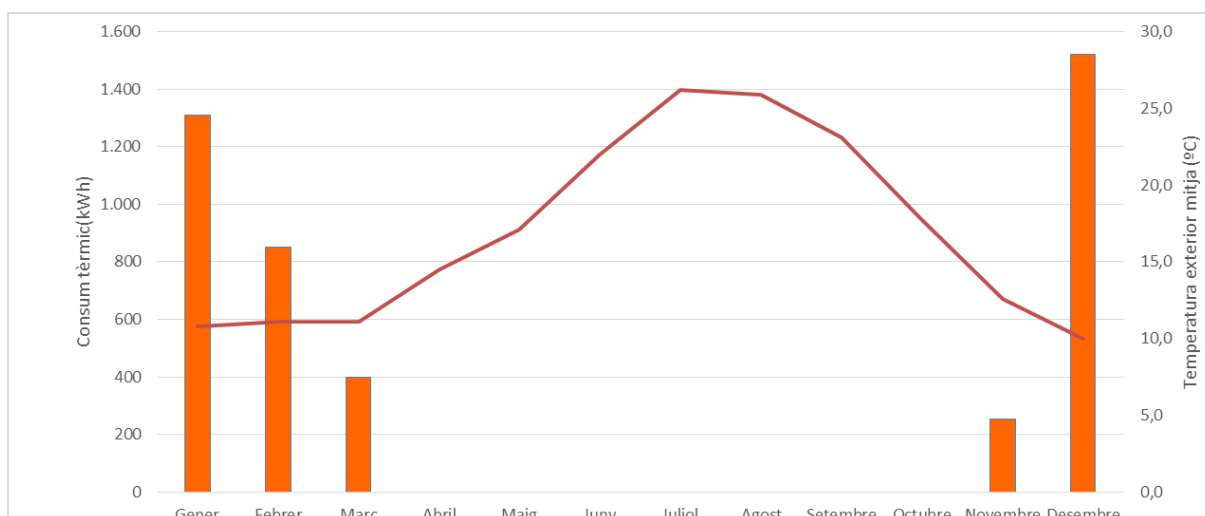
Resultats sense utilitzar manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	26.690	1.310
Febrer	11,1	64%	24.081	852
Març	11,1	65%	26.684	400
Abril	14,5	67%	27.127	-
Maig	17,1	68%	29.153	-
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	29.858	-
Novembre	12,6	74%	26.716	253
Desembre	10	75%	26.664	1.522
Total			216.973	4.337

Taula 34: Consums energètics recinte piscina escenari III sense manta tèrmica



Gràfic 30: Consum d'energia elèctrica per a climatització recinte piscina escenari III sense manta tèrmica



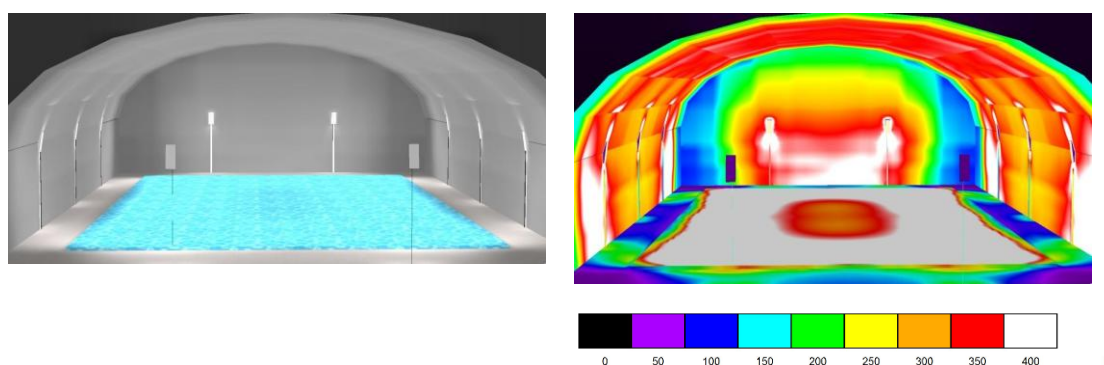
Gràfic 31: Consum d'energia tèrmica per a climatització recinte piscina escenari III sense manta tèrmica

6.4.3. Estudi lumínic

Es requereix una bona il·luminació pel bon funcionament de la piscina, pel compliment de la normativa i per aportar el major confort possible. Per tant, les exigències tècniques són: alta intensitat lumínica (300 lx), baix grau d'enlluernament i alta homogeneïtzació.

Per reduir els costos elèctrics derivats del consum de l'enllumenat, es proposa la tecnologia LED com a mitjà d'il·luminació. A més a més, es disminueixen els costos de manteniment ja que la vida útil de les lluminàries Led es pot multiplicar per 5 respecte de les convencionals.

Partint d'aquestes premisses, es realitzen simulacions mitjançant Dialux per tal d'estudiar la millor solució. A continuació es mostren els resultats:



Simulació piscina amb coberta retràctil

Simulació lumínica

Gràfic 32: Simulació lumínica de la piscina amb coberta retràctil

Es proposen instal·lar 10 projectors de LED de 300W repartits pels laterals de la piscina, per la façana de l'edifici de serveis i al fons de la coberta.



6.4.4. Costos d'execució

La solució estudiada implica un seguit d'inversions inicials que a continuació es detallen com a costos específics d'execució:

- **Projecte executiu:** estimació d'honoraris per a la redacció del projecte executiu
- **Direcció d'obra:** estimació d'honoraris del tècnic facultatiu per a la direcció d'obra
- **Coberta:** cost de subministrament, transport i instal·lació de la solució tècnica proposada.
- **Instal·lacions hidràuliques:** subministrament, transport i instal·lació dels elements necessaris per a dur a terme la solució proposada
- **Instal·lacions elèctriques:** subministrament, transport i instal·lació dels equips necessaris i del sistema d'il·luminació.
- **Obra civil:** ampliació sala de filtratge, nova sala per a la UTA i modificacions a l'obra civil actual

Concepte	Import
Instal·lacions hidràuliques	15.800,00 €
Instal·lacions elèctriques	4.500,00 €
Instal·lacions de climatització edifici vestidors	25.000,00 €
Obra civil	20.000,00 €
Coberta retràctil	251.025,00 €
Instal·lacions climatització recinte piscina	42.000,00 €
Projecte executiu i direcció d'obra	25.500,00 €
Sub total	383.825,00 €

Taula 35: Costos d'execució Opció 2 Escenari III

Els costos de la coberta retràctil corresponent al cost del projecte claus en mà de la coberta, excloent-hi els equips de climatització, comptats a part. El claus en mà inclou tots elements estructurals, de coberta, equips i instal·lacions específiques d'aquesta solució.

Els costos d'instal·lacions hidràuliques contempnen:

- La connexió a la xarxa de calor de la central de biomassa a través d'un bescanviador de plaques de 370 kW
- La connexió a la xarxa de calor de la central de biomassa a través d'un bescanviador de plaques de 80 kW, per a donar servei a la nova UTA
- Conjunt de canonades de polipropilè reticulat per a connectar el circuit de recirculació de piscina al bescanviador
- Conjunt de canonades de polipropilè reticulat per a connectar el circuit de calor addicional de la nova UTA al bescanviador
- Comptadors de calories per a tenir un seguiment de la despesa energètica de la piscina i de l'ambient
- Bomba de circulació pel circuit de calor addicional de la nova UTA
- Conjunt de vàlvules i petit material per a portar a terme el muntatge proposat

La instal·lació elèctrica inclou el cablejat, proteccions i un nou subquadre elèctric pels nous equips instal·lats, entre ells els equips de climatització de l'edifici vestidors, del recinte de



piscina i la il·luminació de la piscina exterior. Al augmentar la potència instal·lada s'hauria de comprovar la validesa de la instal·lació de connexió a xarxa.

Les instal·lacions de climatització del recinte de piscina inclouen el subministrament i muntatge de la nova UTA, juntament amb el sistema de conductes per a la distribució de l'aire climatitzat i la seva extracció.

6.4.5. Costos d'exploració

Les instal·lacions esportives amb piscines comporten un conjunt de despeses d'exploració no menyspreables. Dins d'aquest concepte es poden englobar un seguit de costos molt diversos:

- **Manteniment.** Es poden desgranar tres costos imprescindibles derivats de:
 - o Manteniment preventiu: Conjunt d'activitats d'inspecció i prevenció per reduir la freqüència de fallades i assegurar el bon funcionament de les instal·lacions. Inclou el cost del material per dur a terme les activitats.
 - o Manteniment correctiu: conjunt d'activitats de reparació i/o substitució d'elements deteriorats. Inclou el cost de material de recanvi.
- **Neteja.** Personal i productes per mantenir les instal·lacions en un bon estat higiènic i de salubritat.
- **Personal instal·lacions.** Personal administració i socorristes.

A continuació es detallen cada un dels costos d'exploració descrits:

Concepte	Import
Manteniment preventiu	2.100,00 €
Manteniment correctiu	35.000,00 €
Servei Manteniment	29.732,98 €
Servei de neteja	25.832,25 €
Servei d'administració	52.057,44 €
Servei de socorrisme	64.673,60 €
Altres serveis	14.783,80 €
Sub total	224.180,07 €

Taula 36: Costos d'exploració Opció 2 Escenari III

Per aquest solució es preveuen uns costos preventiu i correctius de la coberta, facilitats pel proveïdor, que s'afegeixen als costos generals del manteniment de les instal·lacions.

Els costos energètics d'aquesta opció provenen de:

- La climatització de l'aigua de piscina
- La climatització del recinte de piscina

Com s'ha mostrat a l'apartat 6.4.2 l'ús de la manta tèrmica varia el consum energètic de les instal·lacions, pel que a continuació es mostra el consum energètic d'aquesta opció contemplant l'ús i el no ús de la manta tèrmica. Pel càlcul de costos energètics es té en compte un



rendiment del bescanviador de calor del 80%, i els preus d'energia tèrmica i energia elèctrica considerats a l'apartat 2.1.

Costos energètics utilitzant la manta tèrmica

Mes	Demanda tèrmica	Consum tèrmic	Consum tèrmic
	kWh	kWh	€
Gener	31.232	39.040	1.366
Febrer	27.459	34.323	1.201
Març	29.128	36.410	1.274
Abril	24.802	31.003	1.085
Maig	23.276	29.095	1.018
Juny	-	-	-
Juliol	-	-	-
Agost	-	-	-
Setembre	-	-	-
Octubre	23.515	29.394	1.029
Novembre	27.240	34.050	1.192
Desembre	31.753	39.691	1.389
Total	218.405	273.007	9.555

Taula 37: Costos energètics de climatització de piscina

Mes	Consum elèctric mensual	Consum elèctric mensual	Demanda tèrmica mensual	Consum tèrmic mensual	Consum tèrmic mensual
	kWh	€	kWh	kWh	€
Gener	18.195	1.638	1.310	1.638	57
Febrer	16.408	1.477	852	1.065	37
Març	18.189	1.637	400	500	18
Abril	18.906	1.702	-	-	-
Maig	20.657	1.859	-	-	-
Juny	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-
Octubre	21.363	1.923	-	-	-
Novembre	18.494	1.664	253	316	11
Desembre	18.169	1.635	1.522	1.902	67
Total	150.382	13.534	4.337	5.421	190

Taula 38: Costos energètics de climatització de recinte de piscina

Obtenint una despesa energètica anual d'aproximadament **23.279€**.



Costos energètics sense utilitzar manta tèrmica

Mes	Demanda tèrmica	Consum tèrmic	Consum tèrmic
	kWh	kWh	€
Gener	45.569	56.961	1.994
Febrer	40.407	50.509	1.768
Març	43.464	54.330	1.902
Abril	38.676	48.345	1.692
Maig	37.613	47.016	1.646
Juny	-	-	-
Juliol	-	-	-
Agost	-	-	-
Setembre	-	-	-
Octubre	37.851	47.314	1.656
Novembre	41.114	51.392	1.799
Desembre	46.089	57.612	2.016
Total	330.783	413.478	14.472

Taula 39: Costos energètics de climatització de piscina

Mes	Consum elèctric mensual	Consum elèctric mensual	Demanda tèrmica mensual	Consum tèrmic mensual	Consum tèrmic mensual
	kWh	€	kWh	kWh	€
Gener	26.690	2.402	1.310	1.638	57
Febrer	24.081	2.167	852	1.065	37
Març	26.684	2.402	400	500	18
Abril	27.127	2.441	-	-	-
Maig	29.153	2.624	-	-	-
Juny	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-
Octubre	29.858	2.687	-	-	-
Novembre	26.716	2.404	253	316	11
Desembre	26.664	2.400	1.522	1.902	67
Total	216.973	19.528	4.337	5.421	190

Taula 40: Costos energètics de climatització de recinte de piscina

Obtenint una despesa energètica anual d'aproximadament **34.190 €**.

L'ús de manta tèrmica a les hores de no utilització de la piscina permet un estalvi energètic valorat aproximadament en 10.000€ anuals.

Aproximadament, els costos d'explotació d'aquesta opció pujarien a 247.459 €/any.



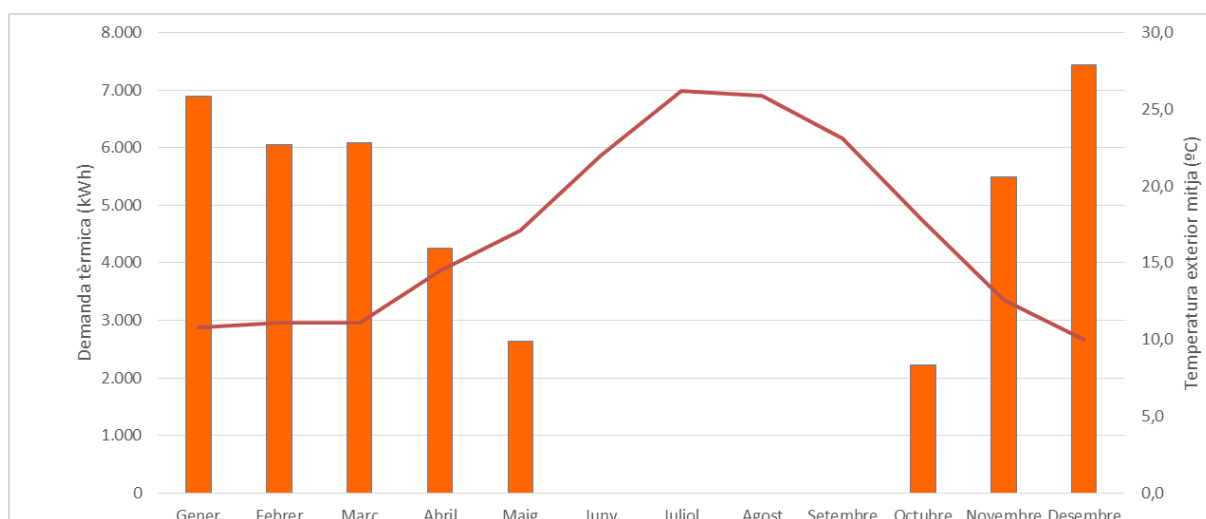
6.5. Edifici vestidors

Tal i com s'ha exposat en el capítol 5, les instal·lacions només estan obertes al públic durant els mesos d'estiu, pel que provoca que no sigui necessari la climatització del recinte de vestidors. Les diferents propostes plantejades per habilitar la piscina per a la resta de l'any suposen, independentment de la solució adoptada, la climatització del recinte de vestidors.

Els criteris pel càlcul de demanda tèrmica de l'edifici s'exposen a l'apartat 9.1.3 d'aquest document. On es determina la necessitat d'instal·lar un equip per a climatitzar el recinte d'una potència de 18 kW de calefacció, estimant la següent demanda tèrmica.

Mes	Temperatura	Humitat	Demanda tèrmica mensual
	°C	%	kWh
Gener	10,8	68%	7.269
Febrer	11,1	64%	6.373
Març	11,1	65%	7.055
Abril	14,5	67%	4.483
Maig	17,1	68%	2.779
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-
Setembre	23,1	63%	-
Octubre	17,7	75%	2.352
Novembre	12,6	74%	5.793
Desembre	10	75%	7.839
Total			43.944

Taula 41: Demanda tèrmica climatització edifici vestidors



Gràfic 33: Demanda tèrmica climatització edifici vestidors



Per cobrir aquesta demanda tèrmica es proposa la instal·lació d'un sistema de climatització per expansió directa partit, format per una unitat exterior i tres unitats interiors. A cada vestuari s'ubicaria una unitat interior i a la zona de pas un altra. Les unitats interiors proposades són tipus *cassette*, penjades al sostre del recinte, tenint en compte que no quedarien amagades en el fals sostre, degut a la poca alçada disponible (10 cm aproximadament). Els fan coils a instal·lar haurien de poder ser el punt d'introducció d'aire de renovació a l'edifici, pel que haurien de tenir disponible una entrada d'aire de l'exterior, ja fos utilitzant el fals sostre com a plenum o directament per conducció d'aire.

Per assegurar una bona qualitat de l'aire l'edifici disposa actualment d'una instal·lació d'extracció d'aire de l'ambient. Aquesta instal·lació està dissenyada per extreure un cabal de 1.200 m³/h d'aire, pel que el cabal de renovació d'aire haurà de ser el mateix. Tenint en compte aquest nivell de ventilació, no faria falta la instal·lació d'un recuperador d'energia en el sistema de ventilació, ja que està per sota dels 1.800m³/h especificats pel RITE a partir dels quals és obligatòria la recuperació de calor de l'aire d'extracció.

Per tant, la inversió a realitzar en aquest edifici per a poder habilitar-ne el seu ús durant tot l'any consisteix en la instal·lació dels equips de climatització i renovació d'aire, juntament amb els treballs d'instal·lació de conductes i elèctrics corresponents. Aproximadament, aquesta modificació suposaria una inversió de 25.000€.

Els costos energètics de la climatització d'aquest recinte provindrien del consum d'energia elèctrica dels equips de climatització. Considerant que els equips que es poden trobar al mercat d'aquestes característiques tenen un rendiment (COP) de 3, el consum elèctric i el cost econòmic seria el següent:

Mes	Demanda tèrmica mensual	Consum elèctric mensual	Consum elèctric mensual
	kWh	kWh	€
Gener	7.269	2.423	218
Febrer	6.373	2.124	191
Març	7.055	2.352	212
Abril	4.483	1.494	134
Maig	2.779	926	83
Juny	-	-	-
Juliol	-	-	-
Agost	-	-	-
Setembre	-	-	-
Octubre	2.352	784	71
Novembre	5.793	1.931	174
Desembre	7.839	2.613	235
Total	43.944	14.648	1.318

Taula 42: Cost econòmic climatització edifici vestidors



D'altra banda, els vestidors són els únics consumidors d'aigua calenta sanitària juntament amb la zona d'infermeria. Les instal·lacions existents disposen de 6 dutxes a cada un dels vestidors, una dutxa a la infermeria i, a més a més, lavabos.

La producció de l'ACS prové de les 2 plaques solars tèrmiques instal·lades a la coberta de la sala tècnica i, si no arribés a cobrir la demanda, com a recolzament, hi ha instal·lada una caldera de gas.

El disseny de les instal·lacions d'ACS depèn, en gran mesura, de la freqüència de la seva utilització. Per tant, les instal·lacions existents estan dimensionades per a la utilització d'ACS els 3 mesos d'estiu, durant el funcionament de la piscina.

Per estimar el nou consum d'ACS durant tot l'any es consideren un total de 40 usuaris al dia i, un consum de 25 litres cada un. A continuació es mostra la taula de demandes tèrmiques i de consums de gas natural per la producció de la caldera.

Mes	Demanda tèrmica mensual	Consum gas mensual	Consum gas mensual
	kWh	kWh	€
Gener	1.612,00	2.236,40	78,27 €
Febrer	1.517,84	2.105,77	73,70 €
Març	1.337,95	1.856,20	64,97 €
Abril	1.349,19	1.871,79	65,51 €
Maig	1.350,59	1.873,74	65,58 €
Juny	1.264,86	1.754,81	61,42 €
Juliol	1.263,46	1.752,86	61,35 €
Agost	1.307,03	1.813,30	63,47 €
Setembre	1.307,03	1.813,30	63,47 €
Octubre	1.394,16	1.934,19	67,70 €
Novembre	1.433,51	1.988,78	69,61 €
Desembre	1.612,00	2.236,40	78,27 €
Total	16.749,62	23.237,54	813,31 €

Taula 43: Cost econòmic ACS edifici vestidors

L'estimació de la demanda tèrmica conclou que no seria necessària una ampliació de la caldera existent així com el seu circuit hidràulic. Tot i això, el consum augmentaria considerablement.

La normativa més restrictiva - Decret d'Ecoeficiència, Normativa territorial - exigeix una aportació mínima del 50% de la demanda d'ACS provinent de l'energia solar tèrmica.

L'energia solar tèrmica es basa en l'aprofitament de la radiació solar per produir aigua calenta. Mitjançant plaques, per on hi circula un fluid calorportador i amb unes condicions d'absorció favorables, es podria generar la totalitat de l'ACS.

El sistema de producció es realitza mitjançant sistemes d'acumulació que consisteix a acumular aigua calenta per a afrontar les puntes de demanda. La transferència de calor del circuit primari a l'acumulador, es realitza mitjançant un bescanviador integrat en el mateix acumulador.



7. Ingressos previstos

Per estimar la viabilitat econòmica de les solucions proposades s'han previst uns ingressos provinents, únicament, dels usuaris de la piscina. El càlcul s'ha realitzar tenint en compte, d'una banda, els històrics de la piscina d'estiu d'Argentona i, de l'altra, els antecedents d'altres piscines municipis, com la de Cabrera de Mar. Aquesta, obra durant tot l'any i disposa d'una coberta retràctil.

Es distingeixen dos tipus d'usuaris i s'estimen les següents previsions:

1. Persones abonades:

		Previsions d'usuaris anuals	Previsions de quotes mensuals	Matrícula	Ingressos previstos
Carnets d'Abonats	Normals	200	39,00 €	15,00 €	96.600 €
	Bonificats	150	30,00 €	15,00 €	56.250 €

Taula 44: Previsió d'abonats i d'ingressos anuals

2. Entrades puntuals:

	Entrades puntuals venudes	
	Normals	Reduïdes
Gener	20	33
Febrer	20	33
Març	98	166
Abril	196	331
Maig	294	497
Juny	981	1657
Juliol	981	1657
Agost	981	1657
Setembre	294	497
Octubre	49	83
Novembre	20	33
Desembre	20	33
TOTAL ANUAL	3953	6676

Taula 45: Previsió d'entrades mensuals venudes

		Previsions d'usuaris anuals	Previsions de quotes mensuals	Ingressos previstos
Entrades puntuals	Normals	3953	7,00 €	27.671 €
	Bonificats	6676	5,00 €	33.380 €

Taula 46: Previsió d'entrades venudes i d'ingressos anuals

Per tant, es preveuen ingressar anualment **213.900 €**.



Estudi tècnic dels diferents escenaris per a l'aprofitament de les piscines municipals d'Argentona durant tot l'any

8. Comparatiu econòmic de les solucions plantejades

Concepte	Piscina descoberta	Piscina coberta	
		Coberta tèxtil	Coberta desmuntable
Costos execució			
Instal·lacions hidràuliques	9.130,00 €	15.800,00 €	15.800,00 €
Instal·lacions elèctriques	2.620,00 €	3.600,00 €	4.500,00 €
Instal·lacions de climatització edifici vestuaris	25.000,00 €	25.000,00 €	25.000,00 €
Obra civil	10.000,00 €	10.000,00 €	20.000,00 €
Coberta	10.385,00 €	62.000,00 €	95.970,00 €
Instal·lacions climatització recinte piscina	-	42.000,00 €	42.000,00 €
Projecte executiu i direcció d'obra	4.500,00 €	14.000,00 €	25.500,00 €
Central de biomassa Herz Firematic 450kW	80.000,00 €	80.000,00 €	80.000,00 €
Subtotal	141.635,00 €	252.400,00 €	289.070,00 €
Total (+21% IVA)	171.378,35 €	305.404,00 €	561.228,25 €
Costos d'explotació			
Manteniment preventiu	800,00 €	1.500,00 €	2.100,00 €
Manteniment correctiu	20.000,00 €	20.000,00 €	35.000,00 €
Servei Manteniment	29.732,98 €	29.732,98 €	29.732,98 €
Muntatge/desmuntatge	-	2.880,00 €	5.760,00 €
Servei de neteja	25.832,25 €	25.832,25 €	25.832,25 €
Servei d'administració	52.057,44 €	52.057,44 €	52.057,44 €
Servei de socorrisme	64.673,60 €	64.673,60 €	64.673,60 €
Altres serveis	14.783,80 €	14.783,80 €	14.783,80 €
Costos energètics climatització piscina + recinte	26.001,00 €	24.343,00 €	23.279,00 €
Costos energètics climatització vestidors	3.669,35 €	3.669,35 €	3.669,35 €
Sub total	237.550,42 €	239.472,42 €	251.128,42 €
Total (+21% IVA)	287.436,00 €	289.761,62 €	303.865,38 €

Inversió total el primer any (execució + explotació)	458.814,35 €	595.165,62 €	865.093,63 €
---	---------------------	---------------------	---------------------

Taula 47: Comparatiu econòmic de les solucions plantejades

Edurne Rajolán



9. Annexes

9.1. Càlculs i justificacions

9.1.1. Càlculs demanda tèrmica de l'aigua de piscina

Els càlculs de la demanda tèrmica per a escalfar els vas de piscina en els diferents escenaris s'han realitzat utilitzant el mètode plantejat en el document "L'energia a les instal·lacions esportives" de la Col·lecció de Quaderns Pràctics número 6 de l'Institut Català d'Energia, que a continuació s'exposa.

Les equacions utilitzades varien en funció de si el vas es trobar cobert o descobert.

Vas descobert (Opció 1)

El balanç energètic de l'aigua que conté una piscina descoberta es pot descriure de manera general com:

$$q_t = q_e + q_r + q_c + q_{re} + q_k - q_s$$

On:

- q_t : pèrdues totals d'energia de l'aigua de la piscina (W)
- q_e : pèrdues de calor per evaporació (W)
- q_r : pèrdues de calor per radiació (W)
- q_c : pèrdues de calor per convecció (W)
- q_{re} : pèrdues de calor per renovació d'aigua (W)
- q_k : pèrdues de calor per conducció a través dels murs i la solera del vas (W)
- q_s : guany de calor a causa de la radiació solar incident (W)

Pèrdues de calor per evaporació

Per a determinar les pèrdues degudes a l'evaporació d'aigua del vas en un primer pas s'ha de calcular la massa d'aigua evaporada utilitzant la següent expressió:

$$M_e = \left(13,84 + 7,7 * V * \frac{P_{ag} - P_a}{1000} \right) * S$$

On:

- M_e : cabal d'aigua evaporada (kg/h)
- V : velocitat del vent a l'alçada de l'aigua de la piscina (m/s)
- P_{ag} : pressió de saturació de l'aire ambient a la temperatura de l'aigua (mm Hg)
- P_a : pressió parcial del vapor d'aigua en l'aire ambient (mm Hg)
- S : superfície de la làmina d'aigua del vas (m^2)

En els mesos on la velocitat mitja de l'aire és inferior a 2 m/s, s'ha utilitzat la següent expressió:

$$M_e = \left[\left(16 + 133 * \frac{N}{S} \right) * (H_{ag} - H_a) * \left(1 + \frac{V}{1,2} \right) \right] * S$$

- M_e : cabal d'aigua evaporada (kg/h)
- V : velocitat del vent a l'alçada de l'aigua de la piscina (m/s)



- H_{ag} : humitat absoluta de l'aire ambient saturat a la temperatura de l'aigua (kg d'aigua/kg d'aire sec)
- H_a : humitat absoluta de l'aire a la temperatura ambient (kg d'aigua/kg d'aire sec)
- N : número de banyistes (ut), es considera una mitja de 10
- S : superfície de la làmina d'aigua del vas (m^2)

En el cas d'utilitzar manta tèrmica durant les hores de ús de la piscina, es considera que el cabal d'evaporació es redueix a un 10% del resultat obtingut en el càlcul anterior.

Un cop determinat el cabal d'aigua evaporada es calcula la pèrdua de calor per evaporació amb la següent expressió:

$$q_e = 627 * M_e$$

Obtenint els següents resultats:



Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Velocitat mitja del vent	Humitat absoluta de l'aire saturat a la temperatura de l'aigua	Humitat absoluta a la temperatura de l'aire ambient	Cabal màssic evaporat		Pèrdues per evaporació kWh
	°C	%	m/s	Kg/Kg	Kg/Kg	Amb ocupació kg/h	Sense ocupació kg/h	
Gener	10,8	68%	3,3	0,021366	0,005415	452,5	45,2	100.257
Febrer	11,1	64%	2,8	0,021366	0,005228	412,3	41,2	82.523
Març	11,1	65%	2,7	0,021366	0,005278	399,7	40,0	88.576
Abril	14,5	67%	2,4	0,021366	0,006817	335,9	33,6	72.028
Maig	17,1	68%	2,9	0,021366	0,008191	339,0	33,9	75.107
Juny	22	60%	2,6	0,021366	0,009867	279,6	28,0	0
Juliol	26,2	58%	2,0	0,021366	0,012408	181,6	18,2	0
Agost	25,9	62%	2,3	0,021366	0,012976	183,4	18,3	0
Setembre	23,1	63%	2,1	0,021366	0,011046	218,3	21,8	0
Octubre	17,7	75%	2,0	0,021366	0,009485	240,9	24,1	53.369
Novembre	12,6	74%	2,0	0,021366	0,006674	295,3	29,5	63.313
Desembre	10	75%	1,8	0,021366	0,005691	297,9	29,8	66.009
Total								602.115

Taula 48: Pèrdues per evaporació d'aigua de la piscina descoberta



Pèrdues de calor per radiació

L'aigua de la piscina experimenta un bescanvi de calor en forma d'energia radiant amb el seu entorn. Quan la temperatura d'aquest entorn és menor que la de l'aigua, aquest bescanvi implica una pèrdua de calor del líquid del vas.

En el cas de les piscines descobertes, aquesta pèrdua representa un factor important en la definició de la demanda tèrmica. Es pot considerar que el bescanvi per radiació es realitza entre una placa a la mateixa temperatura que l'aigua i la volta celeste.

La pèrdua per radiació es produeix sobretot durant la nit. En el període diürn, a causa de la presència del sol, pràcticament no apareix aquest tipus de bescanvi.

Aquest bescanvi de calor es pot escriure d'una manera general com:

$$q_r = (q_{r1} - q_{r2}) * S$$

On:

- q_{r1} : calor emesa per la piscina cap a l'exterior en forma de radiació (W/m²)
- q_{r2} : calor rebuda per la piscina de l'exterior en forma de radiació (W/m²)

El primer terme de l'equació es pot determinar amb la següent expressió:

$$q_{r1} = \sigma * \varepsilon * T_{ag}^4$$

On:

- σ : constant de Stefan-Boltzman que val 5,67·10⁻⁸ (W/(m²K⁴))
- ε : emissivitat de l'aigua, 0,95
- T_{ag} : Temperatura de l'aigua (K)

El segon terme de l'equació es pot determinar amb la següent expressió (fórmula de BRUNT):

$$q_{r2} = \sigma * T_a^4 * (0,55 + 0,056 * \sqrt{P_a})$$

On:

- T_a : temperatura de l'aire a nivell de terra (K)
- P_a : pressió parcial del vapor d'aigua en l'aire (mbar)

Obtenint els següents resultats:

Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Pèrdues per radiació
	°C	%	kWh
Gener	10,8	68%	30.982
Febrer	11,1	64%	28.325
Març	11,1	65%	31.259
Abril	14,5	67%	27.426
Maig	17,1	68%	26.011
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-
Setembre	23,1	63%	-



Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Pèrdues per radiació
	°C	%	kWh
Octubre	17,7	75%	23.997
Novembre	12,6	74%	27.674
Desembre	10	75%	30.437
Total			226.111

Taula 49: Pèrdues per radiació de la piscina descoberta

Pèrdues de calor per convecció

El bescanvi de calor per convecció es produeix quan la temperatura ambient és diferent de la temperatura de l'aigua de la piscina segons la següent expressió:

$$q_c = h * (T_{ag} - T_a) * S$$

On:

- T_{ag} : temperatura de l'aigua (°C)
- T_a : temperatura de l'aire (°C)
- h : coeficient superficial de transmissió de calor (W/(m²·°C))

En el cas d'haver aire en moviment el coeficient superficial de transmissió de calor es pot determinar amb la següent expressió:

$$h = 2,6636 * \frac{V^{0,8}}{L^{0,2}}$$

On:

- L : costat més llarg del vas (m)

Obtenint els següents resultats:

Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Pèrdues per convecció
	°C	%	kWh
Gener	10,8	68%	16.099
Febrer	11,1	64%	12.686
Març	11,1	65%	13.603
Abril	14,5	67%	9.322
Maig	17,1	68%	8.455
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-
Setembre	23,1	63%	-
Octubre	17,7	75%	5.921
Novembre	12,6	74%	9.148
Desembre	10	75%	10.491
Total			85.724

Taula 50: Pèrdues per convecció de la piscina descoberta



Pèrdues de calor per renovació de l'aigua del vas

Les condicions higièniques de l'aigua s'asseguren fent-la circular pels filtres i afegint-hi substàncies desinfectants, però també cal fer-ne una renovació periòdica. Això comporta que l'aigua que s'introdueix s'ha d'escalfar des de la temperatura de servei de la xarxa d'abastament fins a la temperatura d'utilització.

La normativa actual no especifica cap valor concret de renovació d'aigua, sinó que estableix valors límit de qualitat i concentracions a l'aigua i l'ambient. Pels càlculs s'utilitzarà una renovació d'aigua del 3% diari. Per a determinar les pèrdues de calor per renovació de l'aigua del vas s'utilitza la següent expressió:

$$q_{re} = \left[\left(Q_{re} * \rho * \frac{4,189 * 1000}{3,6} \right) * (T_{ag} - T_x) \right] * S$$

On:

- Q_{re} : cabal horari d'aigua a escalfar (m^3/h)
- ρ : densitat de l'aigua, $999,2 \text{ kg}/m^3$
- T_{ag} : temperatura de l'aigua del vas ($^{\circ}C$)
- T_x : temperatura de l'aigua de xarxa ($^{\circ}C$)

Obtenint els següents resultats:

Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Pèrdues per renovació d'aigua
	$^{\circ}C$	%	kWh
Gener	10,8	68%	11.549
Febrer	11,1	64%	9.857
Març	11,1	65%	9.640
Abril	14,5	67%	8.098
Maig	17,1	68%	7.731
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-
Setembre	23,1	63%	-
Octubre	17,7	75%	8.367
Novembre	12,6	74%	9.329
Desembre	10	75%	11.549
Total			76.120

Taula 51: Pèrdues per renovació de l'aigua de la piscina descoberta

Pèrdues de calor per conducció a través dels murs i solera del vas

Tenint en compte que l'aigua de la piscina és a $26^{\circ}C$ i la temperatura exterior del vas és inferior a aquest valor, hi ha un flux de calor per conducció des de l'aigua cap a fora, a través de les parets i solera. L'expressió que determina aquestes pèrdues és al següent:

$$q_k = K * S_{sp} * (T_{ag} - T_{ex}) * S$$



On:

- K: coeficient de transmissió de calor dels murs i solera, es considera $0,73 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
- S_{sp} : superfície de la solera i de les parets del vas (m^2)
- T_{ag} : temperatura de l'aigua del vas ($^\circ\text{C}$)
- T_{ex} : temperatura exterior a les superfícies que formen el vas, com a aproximació, es considera 7°C durant tot l'any

Obtenint els següents resultats:

Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas
	$^\circ\text{C}$	%	kWh
Gener	10,8	68%	3.236
Febrer	11,1	64%	2.865
Març	11,1	65%	3.172
Abril	14,5	67%	2.369
Maig	17,1	68%	1.895
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-
Setembre	23,1	63%	-
Octubre	17,7	75%	1.767
Novembre	12,6	74%	2.761
Desembre	10	75%	3.406
Total			21.472

Taula 52: Pèrdues per conducció a través dels murs i de la solera de la piscina descoberta

Guany de calor a causa de la radiació solar incident

De totes les pèrdues tèrmiques del vas cal restar els guanys per radiació directe durant el dia. Per valorar aquests guanys es consideren les dades facilitades pel mateix document que exposa el mètode de càlcul empleat. S'estimen unes pèrdues per reflexió, d'aproximadament 8%, en la superfície de l'aigua, així com altres pèrdues de quantia inferior, suposant l'energia neta directament aportada a l'aigua com:

$$q_s = 0,85 * I$$

On:

- I: radiació solar ($\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{dia})$)

Obtenint els següents resultats:

Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Guanys per radiació solar
	$^\circ\text{C}$	%	kWh
Gener	10,8	68%	19.378
Febrer	11,1	64%	24.294



Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Guany per radiació solar
	°C	%	kWh
Març	11,1	65%	38.755
Abril	14,5	67%	50.100
Maig	17,1	68%	62.182
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-
Setembre	23,1	63%	-
Octubre	17,7	75%	33.260
Novembre	12,6	74%	22.111
Desembre	10	75%	17.642
Total			267.722

Taula 53: Guany per irradiació solar a la piscina descoberta

Vas cobert (Opció 2)

El balanç energètic de l'aigua continguda en una piscina coberta es pot descriure de manera general com:

$$q_t = q_e + q_r + q_c + q_{re} + q_k - q_s$$

On:

- q_t : pèrdues totals d'energia de l'aigua de la piscina (W)
- q_e : pèrdues de calor per evaporació (W)
- q_r : pèrdues de calor per radiació (W)
- q_c : pèrdues de calor per convecció (W)
- q_{re} : pèrdues de calor per renovació d'aigua (W)
- q_k : pèrdues de calor per conducció a través dels murs i la solera del vas (W)

Pèrdues de calor per evaporació

Per a determinar les pèrdues degudes a l'evaporació d'aigua del vas en un primer pas s'ha de calcular la massa d'aigua evaporada utilitzant la següent expressió:

$$M_e = \left[\left(16 + 133 * \frac{N}{S} \right) * (H_{ag} - H_a) * \left(1 + \frac{V}{1,2} \right) \right] * S$$

- M_e : cabal d'aigua evaporada (kg/h)
- V : velocitat del vent a l'alçada de l'aigua de la piscina (m/s)
- H_{ag} : humitat absoluta de l'aire ambient saturat a la temperatura de l'aigua (kg d'aigua/kg d'aire sec)
- H_a : humitat absoluta de l'aire a la temperatura ambient (kg d'aigua/kg d'aire sec)
- N : número de banyistes (ut), es considera una mitja de 10
- S : superfície de la làmina d'aigua del vas (m²)

En el cas d'utilitzar manta tèrmica durant les hores de ús de la piscina, es considera que el cabal d'evaporació es redueix a un 10% del resultat obtingut en el càlcul anterior.



Un cop determinat el cabal d'aigua evaporada es calcula la pèrdua de calor per evaporació amb la següent expressió:

$$q_e = 627 * M_e$$

Obtenint els següents resultats:



Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Velocitat mitja del vent	Humitat absoluta de l'aire saturat a la temperatura de l'aigua	Humitat absoluta a la temperatura de l'aire ambient	Cabal màssic evaporat		Pèrdues per evaporació kWh
	°C	%	m/s	Kg/Kg	Kg/Kg	Amb ocupació kg/h	Sense ocupació kg/h	
Gener	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	12.971
Febrer	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	11.716
Març	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	12.971
Abril	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	12.552
Maig	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	12.971
Juny	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	-
Juliol	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	-
Agost	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	-
Setembre	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	-
Octubre	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	12.971
Novembre	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	12.552
Desembre	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	5,9	12.971
Total								101.675

Taula 54: Pèrdues per evaporació d'aigua de la piscina coberta amb ús de manta



Mes	Temperatura ambient mitja	Humitat relativa mitja	Velocitat mitja del vent	Humitat absoluta de l'aire saturat a la temperatura de l'aigua	Humitat absoluta a la temperatura de l'aire ambient	Cabal màssic evaporat		Pèrdues per evaporació kWh
	°C	%	m/s	Kg/Kg	Kg/Kg	Amb ocupació kg/h	Sense ocupació kg/h	
Gener	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	27.307
Febrer	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	24.664
Març	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	27.307
Abril	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	26.426
Maig	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	27.307
Juny	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	-
Juliol	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	-
Agost	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	-
Setembre	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	-
Octubre	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	27.307
Novembre	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	26.426
Desembre	28	60%	0,1	0,021366	0,014258	58,5	58,5	27.307
Total								214.053

Taula 55: Pèrdues per evaporació d'aigua de la piscina coberta sense ús de manta



Pèrdues de calor per radiació

L'aigua de la piscina experimenta un bescanvi de calor en forma d'energia radiant amb les superfícies que l'envolten. Quan la temperatura d'aquestes superfícies és menor que la de l'aigua, aquest bescanvi implica una pèrdua de calor del líquid del vas. La fórmula general que il·lustra el flux radiant és:

$$q_r = \sigma * \varepsilon * (T_{ag}^4 - T_s^4) * S$$

On:

- σ : constant de Stefan-Boltzman que val $5,67 \cdot 10^{-8}$ (W/(m²K⁴))
- ε : emissivitat de l'aigua, 0,95
- T_{ag} : temperatura de l'aigua (K)
- T_s : temperatura de la superfície que forma el tancament (K)

La temperatura de la superfície que forma el tancament es pot aproximar amb la següent expressió:

$$T_s = T_a - \frac{K}{h} * (T_a - T_e)$$

On:

- K: coeficient de transmissió de calor del tancament (W/(m²·°C))
- h: coeficient superficial de transmissió de calor

Degut a la poca afectació que té aquesta pèrdua, es considerarà en tots els escenaris de la opció 2, una mateixa pèrdua de calor per radiació independentment del tancament. Es considerarà que en tots els escenaris la els coeficients tindran els següents valors:

- Parets:
 - o K = 3,4 W/(m²·°C)
 - o h = 8,93 W/(m²·°C)
- Coberta:
 - o K = 0,41 W/(m²·°C)
 - o h = 11,1 W/(m²·°C)

Obtenint els següents resultats:

Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Pèrdues per radiació
	°C	%	kWh
Gener	10,8	68%	6.040
Febrer	11,1	64%	5.314
Març	11,1	65%	5.883
Abril	14,5	67%	3.959
Maig	17,1	68%	2.707
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-



Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Pèrdues per radiació
	°C	%	kWh
Setembre	23,1	63%	-
Octubre	17,7	75%	2.386
Novembre	12,6	74%	4.931
Desembre	10	75%	6.459
Total			37.679

Taula 56: Pèrdues per radiació de la piscina coberta

Guanys de calor per convecció

El bescanvi de calor per convecció es produeix quan la temperatura ambient és diferent de la temperatura de l'aigua de la piscina. Si és superior, com és el cas de les piscines cobertes, l'aigua guanya calor a un ritme que depèn de la diferència entre les dues temperatures, segons la següent expressió:

$$q_c = h * (T_{ag} - T_a) * S$$

On:

- T_{ag} : temperatura de l'aigua (°C)
- T_a : temperatura de l'aire (°C)
- h : coeficient superficial de transmissió de calor (W/(m²·°C))

En piscines cobertes on l'aire està en condicions de poc moviment, es pot considera la següent expressió:

$$h = 0,6246 - (T_{ag} - T_a)^{\frac{1}{3}}$$

Obtenint els següents resultats:

Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Pèrdues per convecció
	°C	%	kWh
Gener	10,8	68%	-1.099
Febrer	11,1	64%	-993
Març	11,1	65%	-1.099
Abril	14,5	67%	-1.064
Maig	17,1	68%	-1.099
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-
Setembre	23,1	63%	-
Octubre	17,7	75%	-1.099
Novembre	12,6	74%	-1.064
Desembre	10	75%	-1.099
Total			-8.617

Taula 57: Guanys per convecció de la piscina coberta



Pèrdues de calor per renovació de l'aigua del vas

Les condicions higièniques de l'aigua s'asseguren fent-la circular pels filtres i afegint-hi substàncies desinfectants, però també cal fer-ne una renovació periòdica. Això comporta que l'aigua que s'introdueix s'ha d'escalfar des de la temperatura de servei de la xarxa d'abastament fins a la temperatura d'utilització.

La normativa actual no especifica cap valor concret de renovació d'aigua, sinó que estableix valors límit de qualitat i concentracions a l'aigua i l'ambient. Pels càlculs s'utilitzarà una renovació d'aigua del 3% diari. Per a determinar les pèrdues de calor per renovació de l'aigua del vas s'utilitza la següent expressió:

$$q_{re} = \left[\left(Q_{re} * \rho * \frac{4,189 * 1000}{3,6} \right) * (T_{ag} - T_x) \right] * S$$

On:

- Q_{re} : cabal horari d'aigua a escalfar (m^3/h)
- ρ : densitat de l'aigua, $999,2 \text{ kg}/m^3$
- T_{ag} : temperatura de l'aigua del vas ($^{\circ}C$)
- T_x : temperatura de l'aigua de xarxa ($^{\circ}C$)

Obtenint els següents resultats:

Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Pèrdues per renovació d'aigua
	$^{\circ}C$	%	kWh
Gener	10,8	68%	11.549
Febrer	11,1	64%	9.857
Març	11,1	65%	9.640
Abril	14,5	67%	8.098
Maig	17,1	68%	7.731
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-
Setembre	23,1	63%	-
Octubre	17,7	75%	8.367
Novembre	12,6	74%	9.329
Desembre	10	75%	11.549
Total			76.120

Taula 58: Pèrdues per renovació de l'aigua de la piscina coberta

Pèrdues de calor per conducció a través dels murs i solera del vas

Tenint en compte que l'aigua de la piscina és a $26^{\circ}C$ i la temperatura exterior del vas és inferior a aquest valor, hi ha un flux de calor per conducció des de l'aigua cap a fora, a través de les parets i solera. L'expressió que determina aquestes pèrdues és al següent:

$$q_k = K * S_{sp} * (T_{ag} - T_{ex}) * S$$



On:

- K : coeficient de transmissió de calor dels murs i solera, es considera $0,73 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
- S_{sp} : superfície de la solera i de les parets del vas (m^2)
- T_{ag} : temperatura de l'aigua del vas ($^\circ\text{C}$)
- T_{ex} : temperatura exterior a les superfícies que formen el vas, com a aproximació, es considera 7°C durant tot l'any

Obtenint els següents resultats:

Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa mitja	Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas
	$^\circ\text{C}$	%	kWh
Gener	10,8	68%	1.771
Febrer	11,1	64%	1.565
Març	11,1	65%	1.733
Abril	14,5	67%	1.257
Maig	17,1	68%	967
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-
Setembre	23,1	63%	-
Octubre	17,7	75%	890
Novembre	12,6	74%	1.492
Desembre	10	75%	1.874
Total			11.548

Taula 59: Pèrdues per conducció a través de murs i solera del vas de la piscina coberta

Escalfament de la piscina des de temperatura d'aigua de xarxa

En els dos casos s'ha de contemplar la necessitat d'escalfar la piscina tenint en compte que tot el volum d'aigua del vas es troba a temperatura d'aigua de xarxa. Aquesta possibilitat es donarà en els casos que es vulgui començar a climatitzar la piscina. Per això en els dos casos es considera que la temperatura de l'aigua inicialment és de 10°C . La temperatura i humitat de l'ambient es considera igual en les dues opcions, ja que es considera que en el període d'escalfament de la piscina coberta no estarà oberta al públic i no es climatitzarà.

A l'opció de la piscina descoberta s'obtenen els següents resultats:

Temps d'escalfament de vas	72	hores
Potència per escalfament d'aigua	152	kW
Pèrdues per evaporació	252	kW
Pèrdues per radiació	33	kW
Pèrdues per convecció	20	kW
Pèrdues per transmissió a parets	3	kW
Potència total	460	kW

Taula 60: Potència tèrmica mínima a instal·lar per escalfar el vas de la piscina descoberta



A l'opció de la piscina coberta s'obtenen els següents resultats:

Temps d'escalfament de vas	48	hores
Potència per escalfament d'aigua	228	kW
Pèrdues per evaporació	91	kW
Pèrdues per radiació	33	kW
Pèrdues per convecció	20	kW
Pèrdues per transmissió a parets	3	kW
Potència total	374	kW

Taula 61: Potència tèrmica mínima a instal·lar per escalfar el vas de la piscina coberta

9.1.2. Càlculs de demanda tèrmica per a climatització del recinte de la piscina

Pel càlculs de les necessitats de climatització del recinte de piscina es tenen en compte els tres factors més importants:

- Deshumidificació de l'aire de l'ambient (càrrega latent)
- Renovacions d'aire
- Pèrdues de calor (càrrega sensible)

Deshumidificació de l'aire de l'ambient (càrrega latent)

Tal i com s'ha pogut veure a l'apartat de càlculs de necessitats tèrmiques per a mantenir l'aigua de la piscina a una temperatura de 26°C, una de les pèrdues de temperatura és l'evaporació de l'aigua de piscina cap a l'aire ambient. Aquesta evaporació d'aigua provoca l'augment del contingut de vapor d'aigua a l'aire ambient, fent necessària la deshumidificació d'aquest aire per evitar condensacions d'aigua a les parets del recinte i d'altres problemes derivats d'aquestes condensacions, a part de la disminució del confort tèrmic. Com a condicions de disseny, la temperatura de l'aigua de la piscina és de 26°C, la temperatura de l'aire del recinte és de 28°C i la humitat relativa del 60%. En aquestes condicions es provoca d'un cabal de 58,5 kg/h (càlculs mostrats a l'apartat 9.1.1):

Pel predimensionament de la unitat de tractament d'aire (UTA) necessària per a climatitzar el local, s'utilitzarà el màxim cabal d'aigua evaporat.

Renovacions d'aire

Renovar l'aire del recinte de piscina és necessari per assolir els nivells mínims de confortabilitat establerts pel RITE, i eliminar les substàncies contaminants de l'ambient. El RITE fixa un valor específic per a les piscines cobertes de 2,5 l/s d'aire exterior per metre quadrat de làmina d'aigua i platja de piscina. En aquest cas la superfície de làmina d'aigua de la piscina és de 392 m², i la zona de platja que quedaria dins el recinte es limita a 3 metres del perímetre de la piscina, pel que són 279 m². Hi ha solucions plantejades que ofereixen menys superfície de platja, s'escull tres metres de platja per a fer un càlcul conservador de les renovacions d'aire.

Obtenint una superfície de làmina d'aigua i de platja de 671 m², pel que el cabal de renovació d'aire serà de mínim 1.680 l/s, 6.040 m³/h.

Pèrdues de calor (càrrega sensible)

Per a fer un càlcul aproximat dels fluxos de calor de l'interior del recinte cap a l'exterior, es considerarà l'aproximació que els tancaments de les diferents opcions són d'un sol material amb



un coeficient de transmissió mig dels materials que el componen (en els casos que el tancament estigui format per més d'un material). Es fa l'aproximació, per a simplificar el càlcul, que el coeficient global es manté constant tot l'any. En el càlcul no es consideraran les possibles fonts de guany de calor, de tal manera que el predimensionament de la bateria de calor de la UTA serà conservador. Es consideraran les fonts de guany de calor per l'estimació de consums energètics mensuals.

L'expressió utilitzada per a calcular el coeficient global de transmissió tèrmica del tancament és la següent:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_i}$$

On:

- U: coeficient global de transmissió tèrmica (W/(m²·°C))
- h_e : coeficient de transmissió tèrmica de la superfície per convecció amb l'aire exterior, s'utilitza un valor de 18,1 W/(m²·°C)
- e: espessor del tancament (m)
- λ : coeficient de transmissió tèrmica del tancament per conducció (W/(m²·°C))
- h_i : coeficient de transmissió tèrmica de la superfície per convecció amb l'aire interior, s'utilitza un valor de 6,2 W/(m²·°C)

Amb els U calculats, es calculen les pèrdues de calor del recinte de piscina amb la següent expressió:

$$q = U * A * (T_i - T_e)$$

On:

- A: superfície del tancament (m²)
- T_i : temperatura interior (°C)
- T_e : temperatura exterior (°C)

Juntament amb les pèrdues de calor per renovació d'aire, s'obtenen les següents pèrdues de calor per a cada escenari:



Resultats escenari I

Resultats sense utilitzar manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura ambient mitja	Humitat relativa	Pèrdues a través de les parets	Pèrdues renovació d'aire	Pèrdues per convecció al vas	Guany per radiació solar	Demanda tèrmica sensible
	°C	%	kW	kW	kW	kW	kWh/mes
Gener	10,8	68%	40,3	23,6	0,1	14,6	36.574
Febrer	11,1	64%	39,6	23,2	0,1	19,5	29.034
Març	11,1	65%	39,6	23,2	0,1	27,0	26.561
Abril	14,5	67%	31,7	18,6	0,1	35,0	10.901
Maig	17,1	68%	25,6	15,0	0,1	41,2	-
Juny	22	60%	-	-	-	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-	-	-	-
Agost	25,9	62%	-	-	-	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-	-	-	-
Octubre	17,7	75%	24,3	14,2	0,1	23,7	10.837
Novembre	12,6	74%	36,1	21,2	0,1	17,0	28.862
Desembre	10	75%	42,1	24,7	0,1	13,6	39.564
Total							182.335

Taula 62: Càrrega sensible piscina coberta escenari I sense manta tèrmica

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	28.141	1.453
Febrer	11,1	64%	25.392	978



Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
Març	11,1	65%	28.135	539
Abril	14,5	67%	28.532	0
Maig	17,1	68%	30.604	0
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	31.310	0
Novembre	12,6	74%	28.120	367
Desembre	10	75%	28.115	1.676
Total			228.348	5.012

Taula 63: Demanda energètica del recinte de piscina escenari I sense manta tèrmica

Resultats utilitzant manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura ambient mitja	Humitat relativa	Pèrdues a través de les parets	Pèrdues renovació d'aire	Pèrdues per convecció al vas	Guanys per radiació solar	Demanda tèrmica sensible
	°C	%	kW	kW	kW	kW	kWh/mes
Gener	10,8	68%	40,3	23,6	0,1	14,6	36.574
Febrer	11,1	64%	39,6	23,2	0,1	19,5	29.034
Març	11,1	65%	39,6	23,2	0,1	27,0	26.561
Abril	14,5	67%	31,7	18,6	0,1	35,0	10.901
Maig	17,1	68%	25,6	15,0	0,1	41,2	-
Juny	22	60%	-	-	-	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-	-	-	-



Mes	Temperatura ambient mitja	Humitat relativa	Pèrdues a través de les parets	Pèrdues renovació d'aire	Pèrdues per convecció al vas	Guanys per radiació solar	Demanda tèrmica sensible
Agost	25,9	62%	-	-	-	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-	-	-	-
Octubre	17,7	75%	24,3	14,2	0,1	23,7	10.837
Novembre	12,6	74%	36,1	21,2	0,1	17,0	28.862
Desembre	10	75%	42,1	24,7	0,1	13,6	39.564
Total							182.335

Taula 64: Càrrega sensible piscina coberta escenari I amb manta tèrmica

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	19.661	1.453
Febrer	11,1	64%	17.733	978
Març	11,1	65%	19.655	539
Abril	14,5	67%	20.326	-
Maig	17,1	68%	22.125	-
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	22.830	-
Novembre	12,6	74%	19.914	367
Desembre	10	75%	19.636	1.676
Total			161.880	5.012

Taula 65: Demanda energètica del recinte de piscina escenari I amb manta tèrmica



Resultats escenari II

Resultats sense utilitzar manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura ambient mitja	Humitat relativa	Pèrdues a través de les parets	Pèrdues renovació d'aire	Pèrdues per convecció al vas	Guany per radiació solar	Demanda tèrmica sensible
	°C	%	kW	kW	kW	kW	kWh/mes
Gener	10,8	68%	40,1	23,6	0,1	14,6	36.462
Febrer	11,1	64%	39,4	23,2	0,1	19,5	28.934
Març	11,1	65%	39,4	23,2	0,1	27,0	26.451
Abril	14,5	67%	31,6	18,6	0,1	35,0	10.815
Maig	17,1	68%	25,5	15,0	0,1	41,2	-
Juny	22	60%	-	-	-	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-	-	-	-
Agost	25,9	62%	-	-	-	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-	-	-	-
Octubre	17,7	75%	24,2	14,2	0,1	23,7	10.770
Novembre	12,6	74%	35,9	21,2	0,1	17,0	28.765
Desembre	10	75%	42,0	24,7	0,1	13,6	39.447
Total							181.643

Taula 66: Càrrega sensible piscina coberta escenari II sense manta tèrmica

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	28.075	1.447
Febrer	11,1	64%	25.332	972



Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
Març	11,1	65%	28.069	532
Abril	14,5	67%	28.468	-
Maig	17,1	68%	30.538	-
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	31.244	-
Novembre	12,6	74%	28.056	362
Desembre	10	75%	28.049	1.669
Total			227.830	4.982

Taula 67: Demanda energètica recinte piscina escenari II sense manta tèrmica

Resultats sense utilitzar manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura ambient mitja	Humitat relativa	Pèrdues a través de les parets	Pèrdues renovació d'aire	Pèrdues per convecció al vas	Guanys per radiació solar	Demanda tèrmica sensible
	°C	%	kW	kW	kW	kW	kWh/mes
Gener	10,8	68%	40,1	23,6	0,1	14,6	36.462
Febrer	11,1	64%	39,4	23,2	0,1	19,5	28.934
Març	11,1	65%	39,4	23,2	0,1	27,0	26.451
Abril	14,5	67%	31,6	18,6	0,1	35,0	10.815
Maig	17,1	68%	25,5	15,0	0,1	41,2	-
Juny	22	60%	-	-	-	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-	-	-	-



Mes	Temperatura ambient mitja	Humitat relativa	Pèrdues a través de les parets	Pèrdues renovació d'aire	Pèrdues per convecció al vas	Guanys per radiació solar	Demanda tèrmica sensible
Agost	25,9	62%	-	-	-	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-	-	-	-
Octubre	17,7	75%	24,2	14,2	0,1	23,7	10.770
Novembre	12,6	74%	35,9	21,2	0,1	17,0	28.765
Desembre	10	75%	42,0	24,7	0,1	13,6	39.447
Total							181.643

Taula 68: Càrrega sensible piscina coberta escenari II amb manta tèrmica

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	19.595	1.447
Febrer	11,1	64%	17.672	972
Març	11,1	65%	19.589	532
Abril	14,5	67%	20.261	-
Maig	17,1	68%	22.058	-
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	22.764	-
Novembre	12,6	74%	19.849	362
Desembre	10	75%	19.569	1.669
Total			161.357	4.982

Taula 69: Demanda energètica recinte piscina escenari II amb manta tèrmica



Resultats escenari III

Resultats sense utilitzar manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura ambient mitja	Humitat relativa	Pèrdues a través de les parets	Pèrdues renovació d'aire	Pèrdues per convecció al vas	Guany per radiació solar	Demanda tèrmica sensible
	°C	%	kW	kW	kW	kW	kWh/mes
Gener	10,8	68%	36,9	23,6	0,1	14,6	34.097
Febrer	11,1	64%	36,3	23,2	0,1	19,5	26.836
Març	11,1	65%	36,3	23,2	0,1	27,0	24.127
Abril	14,5	67%	29,1	18,6	0,1	35,0	9.019
Maig	17,1	68%	23,5	15,0	0,1	41,2	-
Juny	22	60%	-	-	-	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-	-	-	-
Agost	25,9	62%	-	-	-	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-	-	-	-
Octubre	17,7	75%	22,3	14,2	0,1	23,7	9.354
Novembre	12,6	74%	33,1	21,2	0,1	17,0	26.716
Desembre	10	75%	38,6	24,7	0,1	13,6	36.972
Total							167.120

Taula 70: Càrrega sensible piscina coberta escenari III sense manta tèrmica

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	26.690	1.310
Febrer	11,1	64%	24.081	852



Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
Març	11,1	65%	26.684	400
Abril	14,5	67%	27.127	-
Maig	17,1	68%	29.153	-
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	29.858	-
Novembre	12,6	74%	26.716	253
Desembre	10	75%	26.664	1.522
Total			216.973	4.337

Taula 71: Demanda energètica recinte piscina escenari III sense manta tèrmica

Resultats sense utilitzar manta tèrmica a les hores de no ús de la piscina

Mes	Temperatura ambient mitja	Humitat relativa	Pèrdues a través de les parets	Pèrdues renovació d'aire	Pèrdues per convecció al vas	Guany per radiació solar	Demanda tèrmica sensible
	°C	%	kW	kW	kW	kW	kWh/mes
Gener	10,8	68%	36,9	23,6	0,1	14,6	34.097
Febrer	11,1	64%	36,3	23,2	0,1	19,5	26.836
Març	11,1	65%	36,3	23,2	0,1	27,0	24.127
Abril	14,5	67%	29,1	18,6	0,1	35,0	9.019
Maig	17,1	68%	23,5	15,0	0,1	41,2	-
Juny	22	60%	-	-	-	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-	-	-	-



Mes	Temperatura ambient mitja	Humitat relativa	Pèrdues a través de les parets	Pèrdues renovació d'aire	Pèrdues per convecció al vas	Guany per radiació solar	Demanda tèrmica sensible
Agost	25,9	62%	-	-	-	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-	-	-	-
Octubre	17,7	75%	22,3	14,2	0,1	23,7	9.354
Novembre	12,6	74%	33,1	21,2	0,1	17,0	26.716
Desembre	10	75%	38,6	24,7	0,1	13,6	36.972
Total							167.120

Taula 72: Càrrega sensible piscina coberta escenari III amb manta tèrmica

Mes	Temperatura	Humitat	Consum elèctric mensual	Consum tèrmic mensual
	°C	%	kWh/mes	kWh/mes
Gener	10,8	68%	18.195	1.310
Febrer	11,1	64%	16.408	852
Març	11,1	65%	18.189	400
Abril	14,5	67%	18.906	-
Maig	17,1	68%	20.657	-
Juny	22	60%	-	-
Juliol	26,2	58%	-	-
Agost	25,9	62%	-	-
Setembre	23,1	63%	-	-
Octubre	17,7	75%	21.363	-
Novembre	12,6	74%	18.494	253
Desembre	10	75%	18.169	1.522
Total			150.382	4.337

Taula 73: Demanda energètica recinte piscina escenari III amb manta tèrmica



9.1.3. Càlculs de demanda tèrmica per a climatització del recinte de vestidors

Al tractar-se d'una instal·lació més estandard que les anteriors, en aquest càlcul s'ha utilitzat el software de càlcul CYPE, obtenint els següents resultats en la potència de calor demandada per a la climatització dels vestidors. Ja que actualment les instal·lacions estan habilitades per funcionar durant l'estiu, i durant aquest període no es climatitza l'espai, es considera que no hi ha demanda de fred.

CARGA SIMULTÁNEA MÁXIMA (CONJUNTO DE RECINTOS)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Edificio Vestidors		1				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 1.2 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	SO	18.6	0.52	251	Claro	
Fachada	SE	14.6	0.52	251	Claro	
Fachada	NE	61.4	0.52	251	Claro	190.59
Fachada	NO	7.1	0.52	251	Claro	156.45
						721.74
						83.70
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))			
7	NE	3.6	2.84			230.28
Puertas exteriores						
Núm. puertas	Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))		
3	Opaca	SO	3.5	2.58	177.50	
3	Opaca	SE	3.4	2.58	182.48	
2	Opaca	NE	3.5	2.58	204.13	
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Tejado	129.2	0.39	587	Intermedio	988.08	
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
Losa de cimentación	129.2	0.18	1853	338.24		
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	29.6	2.01	88	588.80		
Total estructural						3861.99
Cargas interiores totales						



Cargas debidas a la intermitencia de uso		5.0 %	193.10
Cargas internas totales			4055.09
Ventilación			
Caudal de ventilación total (m³/h)			
2109.0			11573.35
		Potencia térmica de ventilación total	11573.35
POTENCIA TÉRMICA	POR	120.9	POTENCIA TÉRMICA
SUPERFICIE 129.2 m²		kcal/(h·m²)	TOTAL :
			15628.4
			kcal/h

Taula 74: Resultats CYPE demanda tèrmica edifici vestidors

Segons els resultats, la demanda màxima de calor del recinte és de 18,2 kW (15.628 kcal/h). A continuació es mostren les estimacions de consum d'energia tèrmica mensual per a la climatització del recinte.

Mes	Temperatura exterior mitja	Humitat relativa	Demanda d'energia tèrmica
	°C	%	kWh
Gener	10,8	68%	7.269
Febrer	11,1	64%	6.373
Març	11,1	65%	7.055
Abril	14,5	67%	4.483
Maig	17,1	68%	2.779
Juny	22	60%	-
Juliol	26,2	58%	-
Agost	25,9	62%	-
Setembre	23,1	63%	-
Octubre	17,7	75%	2.352
Novembre	12,6	74%	5.793
Desembre	10	75%	7.839
Total			43.944

Taula 75: Demanda mensual per a climatització dels vestidors

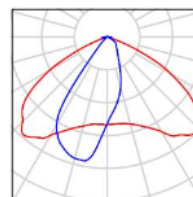
9.2. Estudis luminotècnics

Resultats dels estudis luminotècnic per la piscina descoberta

Escena exterior 1 / Lista de luminarias

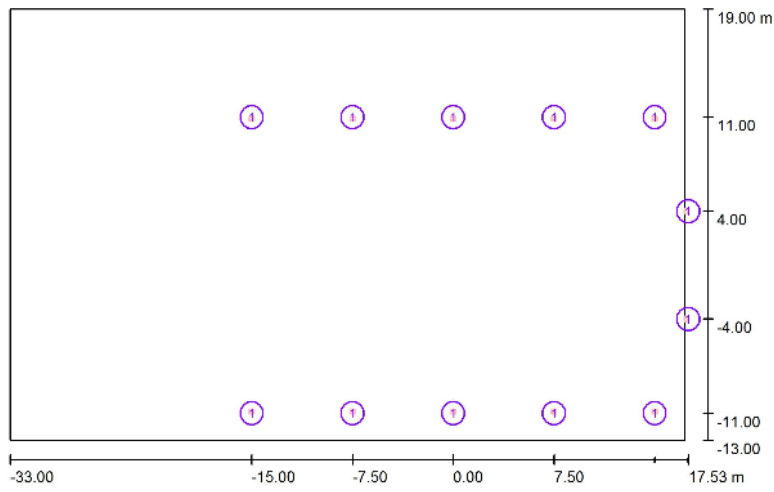
12 Pieza MICROPLUS GERMANY Proyector KS-6/400W/4.5/B
 N° de artículo: Proyector KS-6/400W/4.5/B
 Flujo luminoso (Luminaria): 56999 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 60000 lm
 Potencia de las luminarias: 424.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 99
 Código CIE Flux: 62 92 99 99 95
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



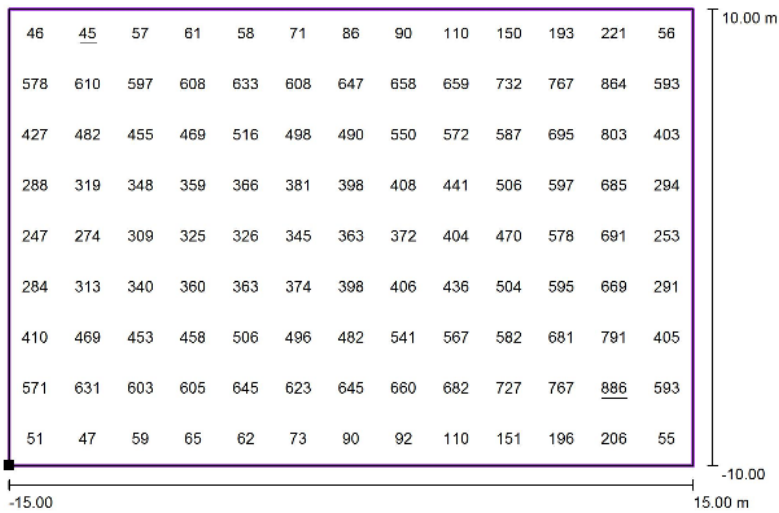


Escena exterior 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 362

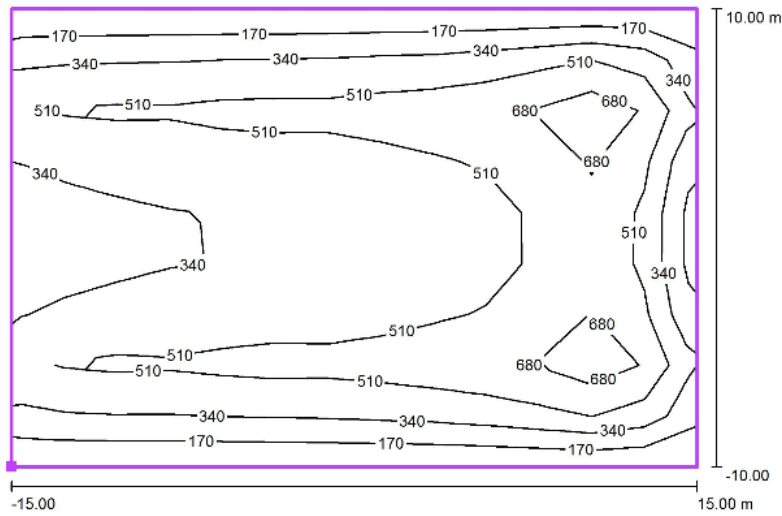
Escena exterior 1 / Trama de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 215



Escena exterior 1 / Trama de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



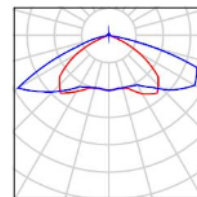
Valores en Lux, Escala 1 : 215

Resultats dels estudis luminotècnic per la piscina amb coberta tèxtil

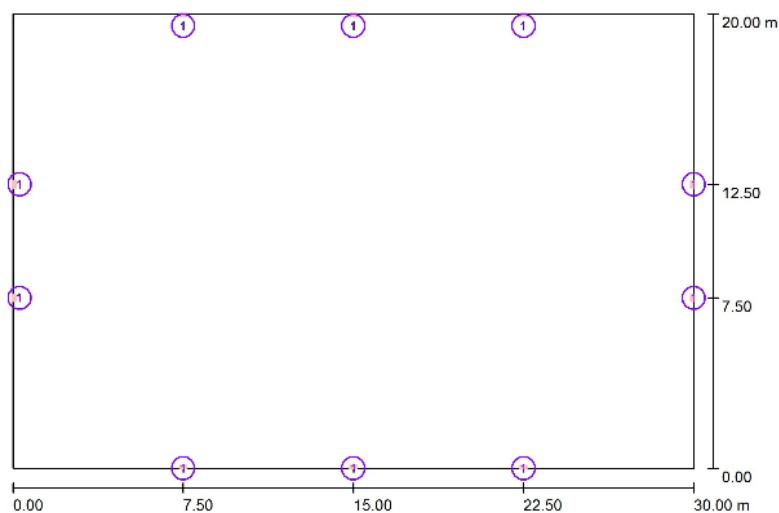
Local 1 / Lista de luminarias

10 Pieza KS-2- 120W G
 N° de artículo: KS-2- 120W G
 Flujo luminoso (Luminaria): 17799 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 18000 lm
 Potencia de las luminarias: 124.5 W
 Clasificación luminarias según CIE: 98
 Código CIE Flux: 35 77 98 98 99
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



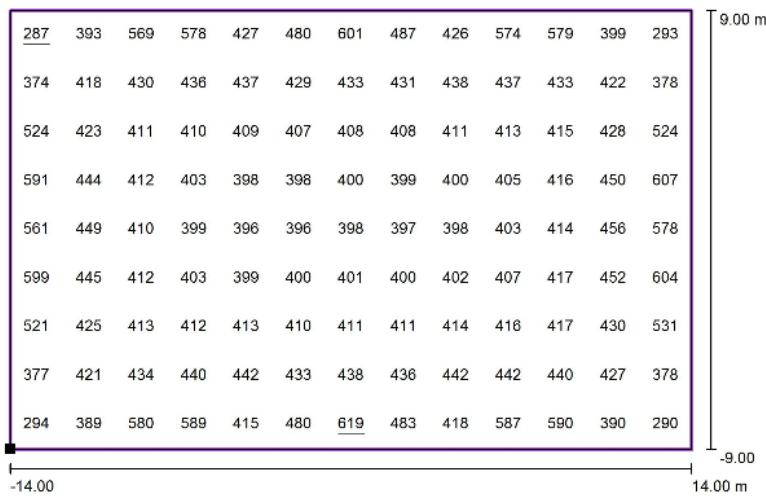
Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 215

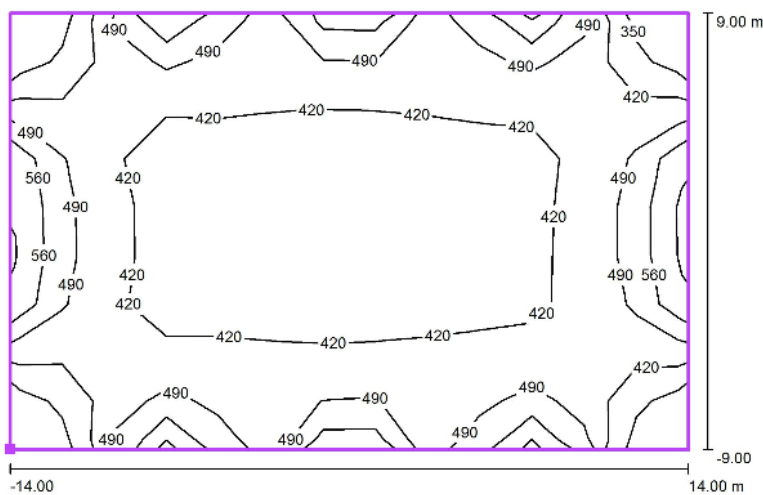


Local 1 / Trama de càlculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 201

Local 1 / Trama de càlculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



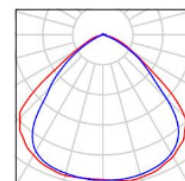
Valores en Lux, Escala 1 : 201

Resultats dels estudis luminotècnic per la piscina amb coberta desmuntable

Local 1 / Lista de luminarias

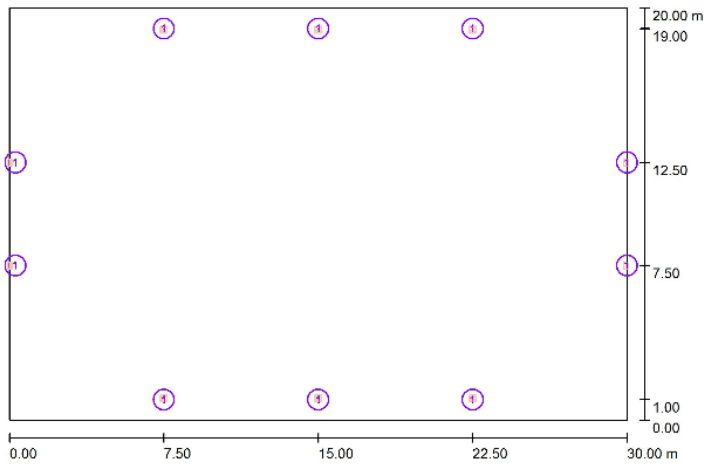
10 Pieza
 MICROPLUS GERMANY Proyector KS-4/270W/4.5/E
 N° de artículo: Proyector KS-4/270W/4.5/E
 Flujo luminoso (Luminaria): 38474 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 40500 lm
 Potencia de las luminarias: 280.4 W
 Clasificación luminarias según CIE: 99
 Código CIE Flux: 61 93 99 99 95
 Lámpara: 1 x 270w (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



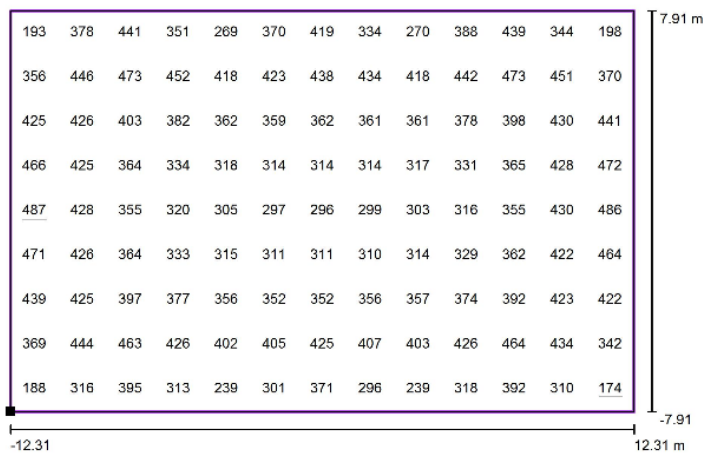


Local 1 / Luminarias (ubicación)



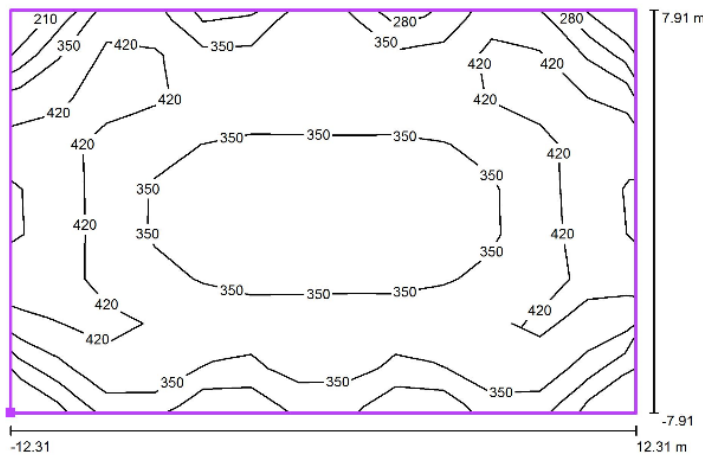
Escala 1 : 215

Local 1 / Trama de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 176

Local 1 / Trama de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 176

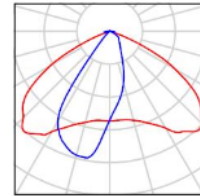


Resultats dels estudis luminotècnic per la piscina amb coberta retràctil

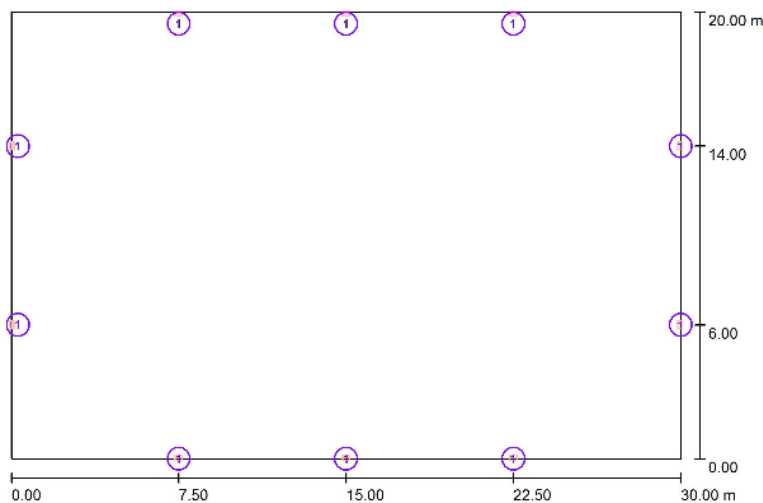
Local 1 / Lista de luminarias

10 Pieza MICROPLUS GERMANY Proyector KS-4/300W/4.5/B
 N° de artículo: Proyector KS-4/300W/4.5/B
 Flujo luminoso (Luminaria): 42749 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 44000 lm
 Potencia de las luminarias: 318.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 99
 Código CIE Flux: 62 92 99 99 97
 Lámpara: 1 x 300W (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la
luminaria en nuestro catálogo de
luminarias.



Local 1 / Luminarias (ubicación)

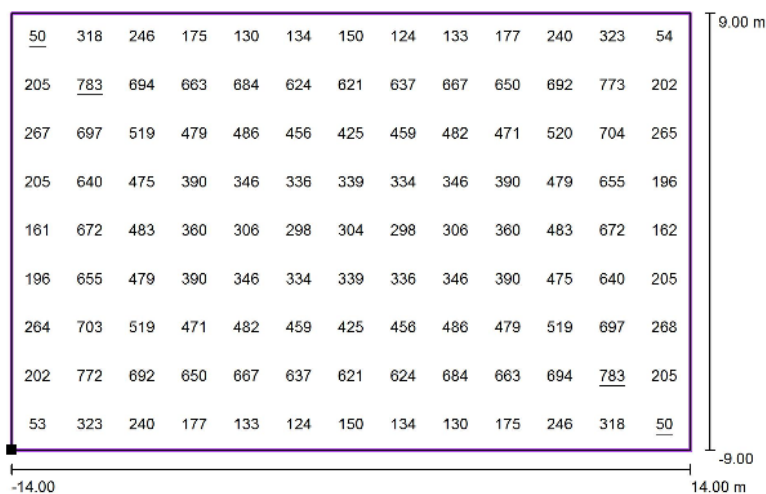


Escala 1 : 215

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	10	MICROPLUS GERMANY Proyector KS-4/300W/4.5/B

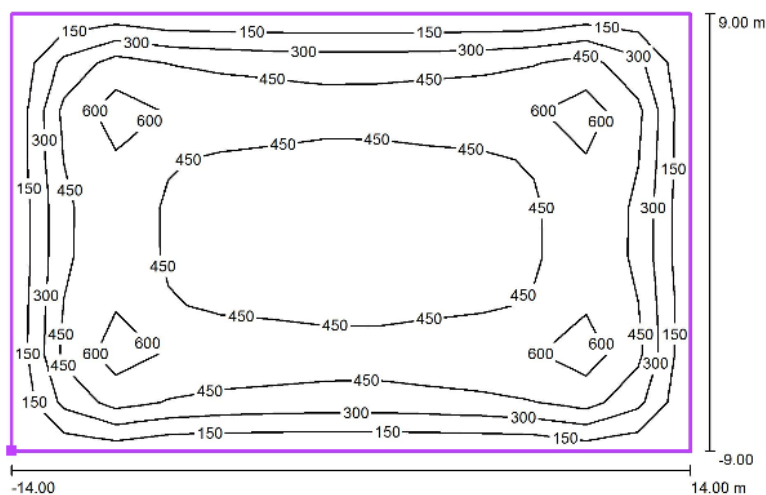
Local 1 / Trama de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 201



Local 1 / Trama de càlcul 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 201

9.3. Dades meteorològiques

Data	Temperatura mínima (°C)	Temperatura màxima	Humitat relativa (%)	Velocitat del vent (km/h)
01/01/2016	6,6	13,8	87	12
02/01/2016	-	-	-	-
03/01/2016	-	-	-	-
04/01/2016	10,2	14,8	78	27
05/01/2016	6	13,4	67	29
06/01/2016	4,4	12,4	67	56
07/01/2016	8,4	18,8	61	32
08/01/2016	14,2	22,8	52	50
09/01/2016	-	-	-	-
10/01/2016	-	-	-	-
11/01/2016	11	17,4	52	59
12/01/2016	8,4	14,8	45	40
13/01/2016	3,6	13,4	63	23
14/01/2016	5	14,2	60	46
15/01/2016	5,2	11,4	60	20
16/01/2016	-	-	-	-
17/01/2016	-	-	-	-
18/01/2016	2,8	12,4	68	24
19/01/2016	2,6	12,2	76	24
20/01/2016	3,2	15	64	16
21/01/2016	3	14,2	75	17
22/01/2016	2,4	14,6	78	19
23/01/2016	-	-	-	-
24/01/2016	-	-	-	-
25/01/2016	9	16	82	31
26/01/2016	8,2	16,8	76	23
27/01/2016	5	18,4	72	18
28/01/2016	5	16,8	-	-
29/01/2016	7,8	16,4	-	-
30/01/2016	-	-	-	-
31/01/2016	-	-	-	-
01/02/2016	8	19,6	63	20



Data	Temperatura mínima (°C)	Temperatura màxima	Humitat relativa (%)	Velocitat del vent (km/h)
02/02/2016	8	18,4	73	16
03/02/2016	8,4	17,4	70	26
04/02/2016	2,4	14,8	53	18
05/02/2016	2,3	19,4	48	26
06/02/2016	8	14,6	79	15
07/02/2016	9	12,4	78	31
08/02/2016	6,6	17,8	61	33
09/02/2016	6,6	17,6	55	78
10/02/2016	7,2	16	63	41
11/02/2016	8,2	12,8	85	20
12/02/2016	8,7	17,2	73	45
13/02/2016	11,8	20,8	65	47
14/02/2016	5,4	18	66	37
15/02/2016	3,4	14,8	66	27
16/02/2016	-0,2	13,4	58	19
17/02/2016	0,2	12	52	26
18/02/2016	1,6	10,7	58	10
19/02/2016	2	14,2	63	17
20/02/2016	2,2	16,4	54	17
21/02/2016	3,2	19,8	55	24
22/02/2016	10	20,3	65	31
23/02/2016	6,8	17,7	69	21
24/02/2016	6,3	17,6	67	19
25/02/2016	5,7	18,4	64	30
26/02/2016	8,2	15,4	63	17
27/02/2016	8	14,4	65	38
28/02/2016	5,8	14	68	32
29/02/2016	6,4	17,6	55	37
01/03/2016	5,6	19	52	24
02/03/2016	6,2	20,2	55	37
03/03/2016	7,4	18	57	33
04/03/2016	5,6	17,6	65	41
05/03/2016	2,4	15,8	58	45
06/03/2016	3,8	14	64	17
07/03/2016	3,6	15,8	62	22
08/03/2016	4,4	14,8	58	23
09/03/2016	3	8,4	74	22
10/03/2016	1,4	16	58	23
11/03/2016	2,2	16,4	59	22
12/03/2016	3,4	15,8	62	23
13/03/2016	4	15,4	65	23
14/03/2016	4,7	15,8	64	36
15/03/2016	6,2	13,8	75	20
16/03/2016	5,7	13,8	74	46
17/03/2016	6	11,4	84	28
18/03/2016	3,8	16,2	69	23
19/03/2016	5	13,8	88	14
20/03/2016	9	17,6	72	23
21/03/2016	7	18,2	71	14
22/03/2016	-	-	-	-
23/03/2016	-	-	-	-
24/03/2016	-	-	-	-
25/03/2016	-	-	-	-
26/03/2016	-	-	-	-
27/03/2016	-	-	-	-



Data	Temperatura mínima (°C)	Temperatura màxima	Humitat relativa (%)	Velocitat del vent (km/h)
28/03/2016	8	20,2	62	36
29/03/2016	8,6	23,7	56	39
30/03/2016	9,6	23,4	54	26
31/03/2016	9,6	22,6	55	36
01/04/2016	8,2	15	73	19
02/04/2016	8,8	18,2	71	17
03/04/2016	7,7	19,2	72	22
04/04/2016	9,4	17,2	77	15
05/04/2016	9,6	14	85	41
06/04/2016	9,4	22,4	65	19
07/04/2016	9,2	19,2	65	25
08/04/2016	7,6	16,2	72	22
09/04/2016	5,2	19,7	59	30
10/04/2016	8,2	20	69	27
11/04/2016	10,2	21,2	62	30
12/04/2016	9,7	21,8	60	27
13/04/2016	10,4	21,8	54	37
14/04/2016	9,4	23,8	53	29
15/04/2016	9,7	23,8	58	21
17/04/2016	11	24	47	36
16/04/2016	10,2	25,6	60	33
18/04/2016	9,7	20,6	64	26
19/04/2016	7,7	22	57	22
20/04/2016	12	22,8	47	41
21/04/2016	11	20,7	72	53
22/04/2016	10	20,2	68	15
23/04/2016	9,6	21,6	69	32
24/04/2016	7,6	20	75	18
25/04/2016	8	18,6	59	26
26/04/2016	7,4	18,8	66	27
27/04/2016	10	16	76	23
28/04/2016	9,4	14,6	81	18
29/04/2016	9,6	18,4	74	26
30/04/2016	10	15,2	84	26
01/05/2016	5	21,2	54	28
02/05/2016	5	24,6	50	22
03/05/2016	7	20,8	68	29
04/05/2016	10	23	62	23
05/05/2016	9,7	22	65	37
06/05/2016	11,4	19	65	28
07/05/2016	12,4	19,4	73	28
08/05/2016	12	16,2	90	30
09/05/2016	13,2	16,7	87	36
10/05/2016	10,6	19,3	76	28
11/05/2016	10,8	22,4	66	31
12/05/2016	9,7	23	62	32
13/05/2016	10,4	21,6	68	24
14/05/2016	11	24,2	65	18
15/05/2016	11,8	22,8	67	30
16/05/2016	14	22,4	71	24
17/05/2016	13,2	21,2	73	29
18/05/2016	11,4	23,4	75	31
19/05/2016	15	21,7	71	33
20/05/2016	13,2	23,6	69	22
21/05/2016	13	26,2	64	25



Data	Temperatura mínima (°C)	Temperatura màxima	Humitat relativa (%)	Velocitat del vent (km/h)
22/05/2016	13	23,8	71	32
23/05/2016	10	22,4	59	22
24/05/2016	10,2	23,2	67	28
25/05/2016	11,4	25,2	64	22
26/05/2016	15,2	24,8	63	28
27/05/2016	13,9	28,4	59	26
28/05/2016	14,2	23,6	80	38
29/05/2016	15,6	26,2	55	38
30/05/2016	12	22,8	68	25
31/05/2016	13,2	23,8	67	29
01/06/2016	13,2	24,6	61	33
02/06/2016	13,2	25,4	62	26
03/06/2016	13,5	27	59	23
04/06/2016	14,4	27,2	57	31
05/06/2016	15	28	60	30
06/06/2016	15,7	29,6	63	23
07/06/2016	17,2	30,6	59	23
08/06/2016	17	30	58	23
09/06/2016	18,2	30,8	59	27
10/06/2016	18,6	30,2	45	21
11/06/2016	18,2	28,2	66	18
12/06/2016	16,6	27,6	60	21
13/06/2016	17,2	27,8	75	27
14/06/2016	17	27,7	62	45
15/06/2016	16,6	26,4	70	26
16/06/2016	16,4	25,7	53	47
17/06/2016	14,2	23,8	-	-
18/06/2016	-	-	-	-
19/06/2016	-	-	-	-
21/06/2016	-	-	-	-
22/06/2016	17,6	32,4	48	24
05/07/2016	20	32,2	-	23
06/07/2016	21	31,8	59	24
07/07/2016	21	32,6	57	21
08/07/2016	21,4	33,4	53	25
11/07/2016	23	34,2	57	21
12/07/2016	21,4	31,6	61	26
13/07/2016	19,4	28,2	47	35
14/07/2016	18	26,2	57	26
15/07/2016	18	32,6	57	26
18/07/2016	19	31,4	58	18
19/07/2016	17	33,4	61	25
20/07/2016	17,6	36,2	48	40
21/07/2016	21,4	33,2	69	19
22/07/2016	22,6	30,2	64	40
23/07/2016	-	-	-	-
24/07/2016	-	-	-	-
25/07/2016	20	33,2	58	25
26/07/2016	21	35,2	58	21
27/07/2016	20,6	32,2	65	18
28/07/2016	20	32,2	62	26
29/07/2016	20,8	33,8	66	20
30/07/2016	-	-	-	-
31/07/2016	-	-	-	-
01/08/2016	21	31,4	68	27



Data	Temperatura mínima (°C)	Temperatura màxima	Humitat relativa (%)	Velocitat del vent (km/h)
02/08/2016	21	32	70	26
03/08/2016	21	35	61	24
04/08/2016	21,7	35,8	52	33
05/08/2016	21,2	30	66	29
06/08/2016	-	-	-	-
07/08/2016	-	-	-	-
08/08/2016	19	34,7	48	23
09/08/2016	19	30,7	67	36
10/08/2016	18,4	27,2	70	27
11/08/2016	17,2	28	64	25
12/08/2016	17,7	31,2	58	27
13/08/2016	-	-	-	-
14/08/2016	-	-	-	-
15/08/2016	-	-	-	-
16/08/2016	-	31,2	60	32
17/08/2016	19,8	34,4	59	23
18/08/2016	20,2	31	72	27
19/08/2016	20,4	33,6	67	19
20/08/2016	-	-	-	-
21/08/2016	-	-	-	-
22/08/2016	19,6	32,8	56	25
23/08/2016	18,4	30,6	54	19
24/08/2016	17,7	34,7	49	21
25/08/2016	18,4	32,8	58	28
26/08/2016	-	-	-	-
27/08/2016	-	-	-	-
28/08/2016	-	-	-	-
29/08/2016	21,4	30,4	68	21
30/08/2016	20	29	70	26
31/08/2016	19,2	31,2	62	31
01/09/2016	19,6	33,6	57	27
02/09/2016	20	34,6	51	22
03/09/2016	20	35,6	59	18
04/09/2016	21,4	37,5	57	27
05/09/2016	22	35,2	52	21
06/09/2016	21	34,8	53	24
07/09/2016	20,7	29,6	62	29
08/09/2016	18,2	30,8	60	27
09/09/2016	19	32,2	69	21
10/09/2016	18,4	30,2	66	35
11/09/2016	19	32,2	62	23
12/09/2016	19,4	31,8	62	25
13/09/2016	19,2	30,2	62	23
14/09/2016	16	26,4	63	35
15/09/2016	13,4	24,7	54	35
16/09/2016	13,8	27,8	54	22
17/09/2016	14,4	24,4	69	28
18/09/2016	13,3	25,6	70	15
19/09/2016	13,6	28,6	54	21
20/09/2016	15,6	25,7	65	19
21/09/2016	16,6	26,4	66	27
22/09/2016	15,4	27,2	65	24
23/09/2016	16	26,2	73	29
24/09/2016	15,6	27,2	68	30
25/09/2016	15,4	26,8	69	41



Data	Temperatura mínima (°C)	Temperatura màxima	Humitat relativa (%)	Velocitat del vent (km/h)
26/09/2016	14	26	69	22
27/09/2016	14	26,4	66	22
28/09/2016	15,8	27,4	62	35
29/09/2016	14,2	26,2	68	24
30/09/2016	14,5	27,2	67	19
01/10/2016	14,8	27,6	69	17
02/10/2016	15,6	26,2	76	23
03/10/2016	17,4	25,4	70	21
04/10/2016	16	26,2	73	-
05/10/2016	15,4	26,2	57	18
06/10/2016	15,6	20,6	71	39
07/10/2016	12	24,6	74	24
08/10/2016	12,4	22,8	72	20
09/10/2016	14	23	68	17
10/10/2016	13,2	22,2	72	17
11/10/2016	11	22	63	18
12/10/2016	10,6	19,2	78	26
13/10/2016	13	20,2	95	20
14/10/2016	12,6	21,6	70	30
15/10/2016	12	23,2	68	22
16/10/2016	11,7	23,4	69	16
18/10/2016	14	22,7	74	22
17/10/2016	13	21,2	78	14
19/10/2016	14	21,2	79	18
20/10/2016	13,8	17,2	77	18
21/10/2016	10,4	14	74	18
22/10/2016	10,7	17,4	93	20
23/10/2016	13,2	23,2	80	14
24/10/2016	15,2	24,8	75	24
25/10/2016	15,7	20	94	35
26/10/2016	15,8	22,2	80	13
27/10/2016	14	22,2	80	18
28/10/2016	10,8	22,6	76	15
29/10/2016	11	25,6	66	11
30/10/2016	9,8	21,2	79	19
31/10/2016	10,2	20,4	78	18
01/11/2016	12,2	21,6	73	24
02/11/2016	10,7	20,8	70	17
03/11/2016	9,2	20,6	74	-
04/11/2016	8,8	19,4	71	25
05/11/2016	9	22	76	33
06/11/2016	9	15,6	74	18
07/11/2016	5,6	13	67	15
08/11/2016	3,6	14,8	65	35
09/11/2016	6	17,7	59	37
10/11/2016	8	17,2	69	19
11/11/2016	6,8	18,2	69	25
12/11/2016	10	16,6	76	16
13/11/2016	8,5	17,2	72	14
14/11/2016	9	17,4	63	28
15/11/2016	6,4	15,4	74	22
16/11/2016	4,7	15,4	70	17
17/11/2016	5,4	17,4	69	12
18/11/2016	6,4	18,8	74	22
19/11/2016	10,4	16,6	81	17



Data	Temperatura mínima (°C)	Temperatura màxima	Humitat relativa (%)	Velocitat del vent (km/h)
20/11/2016	10	17,6	71	23
21/11/2016	13,6	17,2	94	31
22/11/2016	14	17,8	86	31
23/11/2016	11	17,8	90	65
24/11/2016	7,4	14,4	65	18
25/11/2016	5,4	14,6	70	29
26/11/2016	5,4	15,6	81	29
27/11/2016	8,4	16,2	83	32
28/11/2016	6,8	16	76	20
29/11/2016	6,6	15	77	33
30/11/2016	6,2	14,4	71	20
01/12/2016	3,6	14	76	15
02/12/2016	2	14,6	65	18
03/12/2016	1,6	14	77	14
04/12/2016	6	15,2	87	18
05/12/2016	7	16,1	89	36
06/12/2016	8	17,6	73	18
07/12/2016	7	16,6	70	21
08/12/2016	5,6	15,7	75	18
09/12/2016	5	17,8	67	24
10/12/2016	7	16,4	71	12
11/12/2016	6,6	15	74	13
12/12/2016	3,6	15,4	70	13
13/12/2016	3,8	14,8	81	20
14/12/2016	4,2	15	79	19
15/12/2016	6	12,8	81	19
16/12/2016	7	14	88	29
17/12/2016	-	-	-	-
18/12/2016	-	-	-	-
19/12/2016	6	12,2	76	48
20/12/2016	8,2	13,2	76	42
21/12/2016	7	16,4	71	18
22/12/2016	4,4	15,6	70	11
23/12/2016	4	15	72	11
26/12/2016	4,8	16,4	70	8
27/12/2016	4,4	16,2	-	14
28/12/2016	2,6	15	67	18
29/12/2016	1	12,8	67	15
30/12/2016	1,2	14,6	78	22
31/12/2016	-	-	-	-

Taula 76: Dades meteorològiques utilitzades a l'estudi