



Universitat Autònoma de Barcelona



Gestió dels recursos hídrics del Monestir Budista Sakya Tashi Ling

Projecte final de carrera - Ciències Ambientals
Cerdanyola del Vallès, Febrer de 2010

AUTORS:

Silvia Díez Presa,
Arnau Martínez i Miró,
Andrés Martínez Montalbán

DIRECCIÓ TÈCNICA:

Dr. Joan Rieradevall i Pons

COORDINACIÓ TÈCNICA:

Dr. Martí Boada i Juncà
Dr. Jordi Duch i Cortinas
Dra. Esther Garcia i Solsona
Dr. Joan Albert Sánchez i Cabeza



Per a la elaboració d'aquest informe s'ha prioritzat l'ús d'una font ecològica "Spranq eco sans" i el projecte ha estat imprès en paper 100% reciclat lliure de clor, a doble cara i amb el mínim nombre de gràfics en color per a minimitzar-ne l'impacte ambiental.

El present informe respon a un encàrrec efectuat per la **Universitat Autònoma de Barcelona** a **Blue Dream**, en el marc del **projecte de final de carrera de la Llicenciatura de Ciències Ambientals**.

Els autors volen agrair la col·laboració, informacions i millores a realitzar, així com el suport rebut per l'equip de tutors i avaluadors del projecte: Joan Rieradevall Pons, Martí Boada Juncà, Esther Garcia Solsona, Jordi Duch Cortinas i Joan Albert Sánchez Cabeza, així com també volem agrair el suport rebut des del Monestir Budista Sakya Tashi Ling per part del Jordi Gómez i l'Àngel.

D'altra banda, també volem fer arribar el nostre agraïment a l'empresa *VM Sistemas de Ahorro de Agua*, concretament al seu Gerent, Vicente Martínez, pel material que ens ha facilitat de manera gratuïta per a que poguéssim realitzar un seguit de mesures d'eficiència, així com per les explicacions del producte que ens va donar en una trobada al seu despatx.

L'equip *Blue Dream* ha estat integrat per Andrés Martínez Montalbán, Silvia Díez Presa i Arnau Martínez Miró, tots tres, futurs llicenciats en ciències ambientals.

Cerdanyola del Vallès, febrer de 2010

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	1
2. ANTECEDENTS	3
2.1. Antecedents generals	3
2.2. Marc legal.....	6
2.3. Antecedents en la gestió del cicle de l'aigua en una instal·lació.....	9
2.4. Estudis sobre el monestir budista Sakya Tashi Ling.....	11
3. MARC D'ESTUDI	14
3.1. Localització del Monestir Budista Sakya Tashi Ling.....	14
3.2. Aspectes físics.....	16
3.3. Aspectes legals, administratius i figures de protecció.....	20
4. JUSTIFICACIÓ	21
5. OBJECTIUS	22
5.1. Objectius generals	22
5.2. Objectius específics.....	22
6. METODOLOGIA	23
6.1. Fluxos d'entrada	24
6.2. Estimació del consum d'aigua potable.....	27
6.3. Estimació de l'estalvi potencial amb dispositius estalviadors	27
6.4. Estimació de l'autosuficiència hídrica del sistema	28
6.5. Redacció de les propostes de millora.....	29
7. INVENTARI	30
7.1. Superfície contemplada.....	30
7.2. Fluxos d'entrada	32
7.3. Subsistemes de consum.....	35
7.4. Fluxos de sortida	38
7.5. Fluxos del sistema.....	39
7.6. Punts de consum.....	42

8. DIAGNOSI	45
8.1. Sistema	45
8.2. Món verd	46
8.3. Món gris	47
8.4. Fluxos.....	48
8.5. Potencial d'autosuficiència hídrica	49
9. CONCLUSIONS	51
10. PROPOSTES DE MILLORA	54
10.1. Metodologia del projecte i seguiment	54
10.2. Millora en la gestió del sistema	54
10.3. Indicadors.....	61
11. BIBLIOGRAFIA	64
12. PRESSUPOST	67
 ANNEX	 I

“L'aigua és essencial per a la vida. No obstant això, molts milions de persones a tot el món tenen escassetat d'aigua. Molts milions d'infants moren cada any de malalties transmeses per l'aigua. I la sequera afligeix periòdicament a alguns dels països més pobres del món. Cal que la resposta del món sigui molt millor. Necessitem augmentar l'aprofitament eficient dels recursos hídrics, especialment en l'agricultura. Necessitem alliberar les dones i les nenes de la tasca diària de portar aigua, sovint durant llargues distàncies, i aconseguir que participin en l'adopció de decisions respecte de l'ordenació dels recursos hídrics. Hem de fer del sanejament una prioritat. És en aquest aspecte on s'ha assolit menys progrés. I hem de mostrar que no és necessari que els recursos hídrics siguin una font de conflictes. Al contrari, poden ser un catalitzador de la cooperació. S'han aconseguit èxits considerables, però encara cal fer un esforç important. És per això que aquest any marca l'inici de la Dècada "L'aigua, font de vida". El nostre objectiu és aconseguir les metes acordades internacionalment en matèria d'aigua i sanejament per a 2015, i es posen els fonaments per aconseguir nous avenços en els anys posteriors.

Es tracta d'una qüestió urgent de desenvolupament humà i de dignitat humana. Junts, podem proporcionar aigua potable i apta per al consum a tots els pobles del món. Els recursos hídrics del món són el nostre principal actiu per a la supervivència i per al desenvolupament sostenible en el segle XXI. Junts, hem d'administrar-los millor.”

Kofi A. Annan, Secretari General de l' ONU durant el discurs d'inici del decenni: “L'aigua, font de vida”, el 22 de març de l'any 2005

1. INTRODUCCIÓ

L'actual amenaça mundial provocada pel canvi climàtic amb totes les seves conseqüències ha estat, i és un dels principals reptes ambientals a combatre en els propers anys. Cal fer front als impactes negatius que aquest pugui provocar i millorar la situació global a partir de canvis a escala local. En l'acord de la recent conferència de les parts de Copenhaguen (COP15 United Nations Climate Change Conference Copenhaguen 2009¹), que com bé se sap, és un acord de mínims, però s'hi destaca que el canvi climàtic és un dels majors reptes del nostre temps, a l'hora que es fa referència al *Fourth Assessment Report* de l'IPCC² que destaca la necessitat d'arribar a l'any 2050 amb una reducció de les emissions globals pel que fa a gasos d'efecte hivernacle per sota del 50% del que s'emetia a l'any 1990.

El cas que ocupa majoritàriament aquest projecte és el de la disponibilitat d'aigua dolça, doncs és també un dels fenòmens que es veu afectat negativament pel canvi climàtic, així ho demostra el VIè informe tècnic de l'IPCC³, on s'alerta que des dels anys 70 s'ha duplicat la superfície mundial classificada com a molt seca i a més les simulacions mitjançant models climàtics concorden en projectar, per al segle XXI, un augment de la precipitació en latituds altes i part dels tròpics, i una disminució en algunes regions subtropicals i en latituds mitjanes i baixes.

En el cas que ens ocupa, localitzat a la conca mediterrània, les prediccions asseguren que augmentarà la temporalitat de les precipitacions, essent aquestes més escasses (poden reduir-se fins a un 20% en menys de cent anys segons l'IPCC) i més distants d'unes a les altres. Cal doncs, fer canvis en l'actual política hídrica per evitar que els canvis generats pel canvi climàtic, com els períodes de sequera, tinguin el menor impacte possible. Per tot això calen noves infraestructures que redueixin el consum, però no només fent aquests canvis n'hi ha prou; cal una nova manera d'entendre l'aigua, no tan sols com a un recurs escàs, sinó com la base de la vida i de moltes cultures, doncs la qualitat de vida va molt associada a la qualitat i quantitat d'aigua que es disposa.

Aquest projecte fa un exhaustiu anàlisi pel que fa al curs de l'aigua en el Monestir Budista Sakya Tashi Ling i el seu entorn, tenint en compte els diferents sistemes que hi intervenen, així com l'ús i la qualitat que demanden per així poder oferir solucions i mesures d'estalvi i

¹ United Nations (2009). Framework Convention on Climate Change. *Conference of the parties. Fifteenth sesión. Copenhagen, 7-18 December 2009.*

² IPCC. (2008) *Documento técnico IV del IPCC. El cambio climático y el agua.* IPCC. Ginebra.

³ Pachauri, R. K. (2008). *El cambio climático y el agua.* Documento técnico VI del IPCC.

reaprofitament del recurs abans d'alliberar-lo i obtenir un rendiment molt més elevat pel que fa aquest recurs, deixant les qualitats més bones d'aigua per als sistemes que realment ho necessiten, fent així una gestió més racional i sostenible de l'aigua.

La implantació de sistemes de captació de pluvials propiciarà un reaprofitament del vector aigua que fins ara no se li estava donant un ús, fent així augmentar la disponibilitat d'aigua per a altres usos i consums, i reduint-ne la seva escassetat a nivell de conques internes de Catalunya, que des de fa anys ja es troben superant en molts casos els límits d'explotació en alguns segments.

Finalitat del projecte

El Monestir Budista que ocupa aquest treball està integrat per dues edificacions, d'una banda el Palau Novella, edifici històric datat del s.XIX, i l'edifici de la residència nova (també anomenat *Ladran*) que es troben localitzats en el bell mig del Parc del Garraf. La seva localització específica fa que se'ls pugui considerar com a edificacions rurals, lluny de grans nuclis urbans i on la despesa per a fer-hi arribar infraestructures i serveis és molt més elevada que en una zona urbana de mitjanes dimensions. A més, s'hi afegeix l'al·licient de la morfologia del terreny, que en el cas del Garraf és un terreny càrstic, i per tant, la poca retenció d'aigua per part del sòl, genera un important dèficit hídric a la zona lluny del que es pugui preveure si tan sols es té en compte el registre pluviomètric anual.

És per tant, amb aquesta doble motivació, que la finalitat del projecte sigui millorar l'eficiència del sistema ja sigui a través de millores en els sistemes de consum (banys, aixetes, vàters, entre d'altres) i també mitjançant la recomanació de la implementació de nous sistemes de captació d'aigua a partir de la recollida d'aigües pluvials i la classificació i ús que aquesta pot suplir en funció de la qualitat en la que es recull.

2. Antecedents

A continuació es mencionaran els antecedents que hi ha sobre la gestió del cicle de l'aigua en una instal·lació.

Primer de tot abordarem la problemàtica que hi ha respecte la correcta gestió de l'aigua, i les diferents mesures polítiques i socials que intenten millorar la conscienciació de la societat enfront el consum d'aigua.

En segon lloc, farem una revisió dels diferents projectes, treballs i plans que tracten sobre la gestió del cicle de l'aigua. Veurem com és un tema força recent, especialment en instal·lacions tan singulars com el monestir budista que tractem, i com la majoria de experiències prèvies es basen en indicadors més aviat econòmics i no pas ambientals.

Finalment valorarem l'estat actual envers els estudis del cicle de l'aigua, i les mancances que trobem en la informació i experiències actuals en aquest àmbit.

2.1. Antecedents generals

L'aigua sempre ha estat considerada molt important, un dels béns més preuats alhora de gaudir una bona qualitat de vida i un medi ambient saludable. Paradoxalment, ha sigut un dels recursos bàsics al que menys valor se li ha donat des de la societat moderna. Això és degut a que les grans potències mundials no han patit mai d'escassetat d'aigua i gràcies a la tecnologia i als seus progressos, han aconseguit que la oferta d'aigua fos sempre superior a la demanda, malgrat les reserves mundials d'aigua dolça son relativament petites.

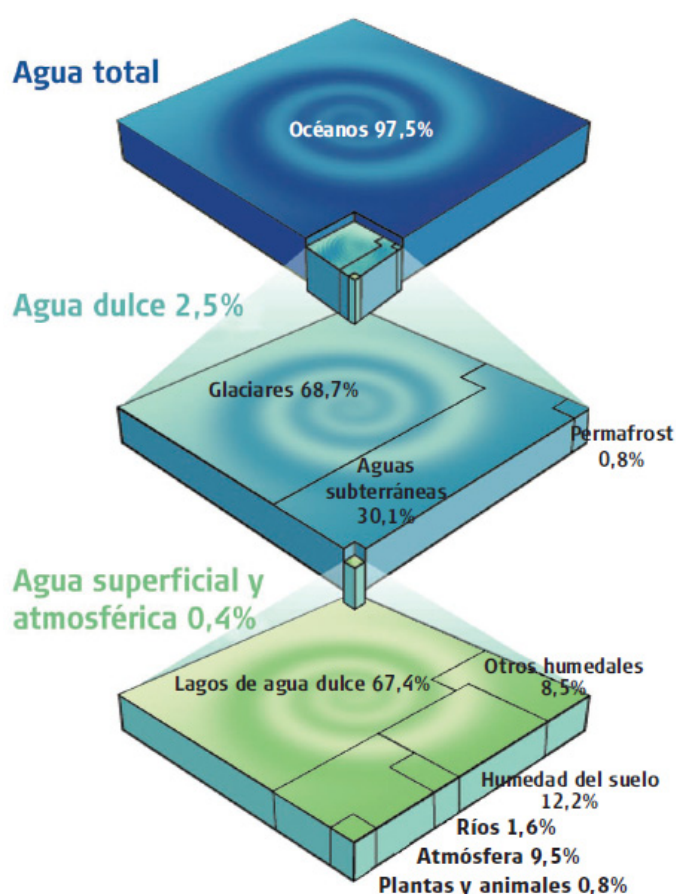


Figura 2.1: Distribució global de l'aigua al món. Font: Shiklomanov i Rodda (2003). Volum total d'aigua: 35,2 milions de quilòmetres cúbics (km³)

Aquí ens trobem amb un dels primers problemes de la societat moderna. El model capitalista ha prioritzat sempre el increment de la oferta d'un bé, l'explotació d'aquest sense tenir gaire en compte les reserves d'aquest i la possible escassetat en el futur.

Arrel d'això, podem observar com amb l'aigua ha passat el mateix. Des de les administracions, s'ha impulsat la creació de grans infraestructures que poguessin augmentar la oferta d'aigua disponible per als consumidors. La construcció de embasaments, aqüeductes, canals, transvasaments i desalinitzadores ha sigut (i encara és) una de les principals eines per mantenir l'oferta d'aigua en equilibri amb la demanda.

La demanda d'aigua en la segona meitat del segle XX s'ha triplicat¹. Si bé bona part d'aquest augment es degut a un increment de la població (de 2,5 a 6,45 milions de persones) també la millora de la qualitat de vida i una gestió deficient ha comportat un malbaratament d'aquesta aigua.

S'estima que actualment es consumeix a l'any el 54% de l'aigua dolça disponible. Es preveu que mitjans del segle XXI la població mundial arribarà als 12.000 milions d'habitants. Per llavors la demanda s'haurà duplicat i les reserves hídriques del nostre planeta arribaran al seu límit.

El consum d'aigua dels països industrialitzats arriba fins als 380 litres per dia i persona com als EE.UU² passant pel 171 litres per persona i dia a l'Estat Espanyol³ quan, segons l'ONU, els països en desenvolupament necessiten entre 20 i 30 litres per persona i dia per satisfer les necessitats bàsiques de consum i higiene.

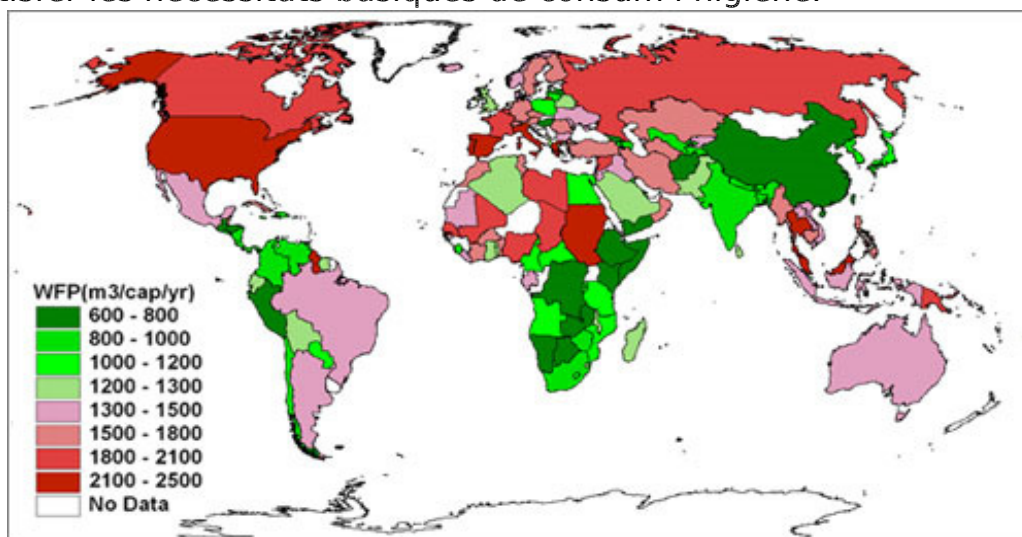


Figura2.2: Petjada ecològica de l'aigua del països.. *Font: Water footprints of nations, University of Twente, UNESCO-IHE, RIVM. 2007.*

¹ Estimacions de la UNESCO

² Dades del servei de prospecció geològica dels EE.UU, 2004

³ Dades de L'Institut Nacional d'Estadística

No obstant, a final del segle XX la societat occidental comença a prendre consciència sobre la necessitat de moderar els consums de recursos, per tal de trobar un camí sostenible que permeti a les generacions futures gaudir de les mateixes oportunitats que les actuals. En el cas de l'aigua, trobem una sèrie de convencions en la qual es tracta:

Període de Temps	Conferència o convenció o esdeveniment
1972	Conferència de les Nacions Unides sobre el Medi Humà. Estocolm
1977	Conferència de les Nacions Unides sobre l'Aigua, Mar del Plata
1981-1990	Decenni Internacional del Aigua potable i del sanejament Ambiental
1990-2000	Dècada Internacional per la Reducció de Desastres Naturals
1990	Cimera Mundial a favor de la Infància, Nova York
	Consulta Mundial sobre l'Aigua potable i el sanejament ambiental, Nova Delhi
1992	Conferència de les Nacions Unides sobre el Medi ambient i el Desenvolupament (Cimera de la Terra), Rio de Janeiro
	Conferència Internacional sobre l'Aigua i el Medi ambient, Dublín
1994	Conferència Internacional de les Nacions Unides sobre Població i Desenvolupament, El Cairo
	Conferència Ministerial sobre Abastament d'Aigua Potable i Sanejament Ambiental, Noordwijk
1995	Quarta conferència Mundial de les Nacions Unides sobre la Dona, Beijing
	Cimera Mundial sobre Desenvolupament Social, Copenhague
1996	Cimera Mundial sobre la alimentació, Roma
	Segona conferència de les Nacions Unides sobre els Assentament Humans (Habitat II), Estambul
1997	Primer Fòrum Mundial de l'Aigua, Marrakech
2000	Segon Fòrum Mundial sobre l'Aigua, La Haya
2001	Conferència Internacional sobre Aigua dolça (Dublín +10), Bonn
2002	Cimera Mundial sobre Desenvolupament Sostenible (Rio+10), Johannesburgo
2003	Tercer Fòrum Mundial de l'Aigua, Kioto
2005-2014	Decenni per la Educació amb visió al desenvolupament sostenible
2005-2015	Decenni Internacional per l'Acció "Aigua, font de vida"
2006	Quart Fòrum Mundial de l'aigua, Mèxic
2008	Expo internacional sobre l'Aigua, Saragossa

Taula 2.1: Cronologia de les conferències internacionals que tracten sobre l'estat dels recursos hídrics. *Font: Elaboració pròpia*

Malgrat els esforços internacionals per millorar la gestió eficient de l'aigua, 1200 milions de persones no tenen accés a l'aigua potable, i 2750 no tenen un sanejament adequat¹.

També hem de tenir en compte el canvi climàtic. Segons l'últim informe de l'IPCC (2008), la regió Mediterrània (on està situada la nostra zona d'estudi) no variarà gaire la precipitació anual. No obstant, aquesta precipitació serà irregular, i l'increment de temperatura augmentarà la evaporació de les reserves hídriques superficials.

A més, el increment de la població i les pressions migratòries incrementaran l'estrès hídric de la població i dels sistemes naturals.

Segons estimacions de la UNESCO, a l'any 2030 la demanda d'aigua potable superarà l'oferta, amb conseqüències desastroses.

2.2. Marc Legal

2.2.1. Escala europea

Directiva marc de l'aigua. Directiva 200/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'octubre de 2000.

La directiva marc queda transposada a la normativa estatal mitjançant la modificació de la Llei 46/1999, i el text refós de la Llei d'aigües 1/2001, de 20 de juliol. L'entrada en vigor d'aquesta llei suposa un canvi de mentalitat molt important, ja que no tan sols es considera l'aigua com a un recurs, sinó també com a un actiu ambiental, ja que l'aigua forma part dels ecosistemes, rius, mars... de manera que d'aquí a uns anys, tots els rius, mars i ecosistemes tindran una bona salut ambiental, per tant, també millorarà la nostra qualitat de vida perquè l'aigua estarà en millors condicions.

La directiva marc de l'aigua es basa en quatre grans principis:

- L'assoliment del bon estat ecològic de totes les masses d'aigua
- La participació ciutadana
- La internalització dels costos associats al cicle de l'aigua
- La gestió integral del recurs

Aplicar aquesta directiva farà possible disposar de més quantitat d'aigua perquè n'hi haurà amb més qualitat, tant per al medi com per a la resta d'usos.

¹ Informe de desenvolupament humà, PNUD, 2004

2.2.2. Escala Estatal

Constitució Espanyola

La protecció pel medi ambient i els seus recursos és un valor que ja en la Constitució Espanyola, de 27 de desembre de 1978 contempla en el seu articulat, concretament a través dels articles 45.1 i 45.2 es fa ressò de la importància que juga el paper del medi ambient i el deure de conservar-lo, així com la responsabilitat que tenen els poders públics per a vetllar per l'ús racional dels recursos.

“45.1. Todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.

45.2. Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.”

2.2.3 Escala Autonómica

Cànon de l'Aigua. Decret 304/2006 de 18 de juliol.

El cànon de l'aigua és un impost amb finalitat ambiental i que està vinculat a la recuperació dels costos dels serveis del cycle de l'aigua en l'àmbit català, que en els últims temps ha estat subjecte a successives reformes encaminades a implementar una nova política hídrica, basada, entre altres aspectes, a fomentar els usos sostenibles del recurs, tant pel que fa referència al consum com a la contaminació d'aquest.

A través del Decret 47/2005, de 22 de març, s'estableixen els diferents gravàmens i trams de consum de l'aigua pels diferents usos. En el cas del nostre estudi l'ús que es fa de l'aigua en el *Monestir Budista Sakya Tashi Ling* és el classificat com a ús domèstic, i en aquest cas s'estableixen tres trams de consum en funció del nombre d'habitants (empadronats) a la vivenda i el consum d'aigua seguint la següent taula:

Nombre habitants	1r tram	2n tram	3r tram
1 – 3 (aplicació genèrica)	$\leq 10 \text{ m}^3$	$> 10 \leq 18 \text{ m}^3$	$> 18 \text{ m}^3$
4	$\leq 13 \text{ m}^3$	$> 13 \leq 24 \text{ m}^3$	$> 24 \text{ m}^3$
5	$\leq 16 \text{ m}^3$	$> 16 \leq 30 \text{ m}^3$	$> 30 \text{ m}^3$
6	$\leq 19 \text{ m}^3$	$> 19 \leq 36 \text{ m}^3$	$> 36 \text{ m}^3$
7	$\leq 22 \text{ m}^3$	$> 22 \leq 42 \text{ m}^3$	$> 42 \text{ m}^3$
n persones	$\geq 3n+1 \text{ m}^3$	$> 3n+1 \leq 6n \text{ m}^3$	$> 6n \text{ m}^3$
<i>Tipus impositius</i>			
Base	0,3167 euros/m ³	0,3228 euros/m ³	0,3228 euros/m ³
Coeficient	1	2	4
A aplicar	0,3167 euros/m ³	0,6456 euros/m ³	1,2912 euros/m ³

Taula 2.2: Trams de consum en funció del nombre d'habitants per domicili. *Font:* Decret 47/2005, de 22 de març.

Text refós de la Llei d'Aigües de Catalunya 2003. Decret Legislatiu 3/2003, de 4 de novembre.

Donat que l'Estatut d'Autonomia de Catalunya atribueix a la Generalitat de Catalunya competències en matèria d'aigües, obres hidràuliques i protecció del medi ambient, aquesta ha hagut de desenvolupar una normativa pròpia.

La llei té per objectiu ordenar les competències de la Generalitat i dels ens locals en matèria d'aigües i obres hidràuliques, regular en l'àmbit d'aquestes competències, la organització i el funcionament de l'Administració hidràulica a Catalunya mitjançant una actuació descentralitzadora coordinada i integrada que ha de comprendre la preservació, la protecció i la millora del medi i establir un nou règim de planificació econòmico-finançer del cicle hidrològic.

L'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) és l'autoritat que exerceix les competències de la Generalitat en matèria d'aigua i obres hidràuliques. Les competències d'aquesta són totals en les anomenades "conques internes", que són totes aquelles que transcorren en la seva totalitat en territori català (Muga, Fluvià, Ter, Daró, Tordera, Besòs, Llobregat, Foix, Gaia, Francolí, Riudecanyes, i totes les rieres costaneres entre la frontera amb França i la

desembocadura del riu Sènia), les conques intercomunitàries per tant es gestionaran per la confederació hidrogràfica d'aquella conca (Ebre, el Garona i Xúquer).

Normes de Tractament d'aigües Residuals Urbanes. Real Decret-Ilei 11/1995, de 28 de desembre

Estableix els terminis perquè les diferents *aglomeracions urbanes* disposin de sistemes col·lectors per a aigües residuals urbanes. Actualment totes aquelles que tinguin entre més de 2.000 *habitants-equivalents* (1 h-e: la càrrega orgànica biodegradable amb una DBO₅ de 60gO/dia) tot i que les Comunitats Autònomes tenen potestat per a establir quines aglomeracions urbanes podran usar sistemes individuals ja sigui per motius de cost com per motius ambientals.

També estableix que a partir de l'any 2006, tots els municipis majors de 2.000 habitants-equivalents hauran de fer un tractament secundari de les seves aigües. Les Comunitats Autònomes podran establir tractaments menys rigorosos per a aquells municipis d'alta muntanya on el tractament biològic perdi eficiència degut a les baixes temperatures.

2.3 Antecedents en la gestió del cicle de l'aigua en una instal·lació.

Trobar informació prèvia respecte estudis sobre la gestió del sistema hídric d'una instal·lació no ha estat fàcil. El fet que l'escassetat d'aigua en les nostres latituds sigui un problema recent, i la manca de conscienciació ambiental per part de la societat i bona part de la comunitat científica, provoca una manca d'estudis fiables sobre aquest tema.

La majoria d'aquest estudien només l'última part del cicle de l'aigua (els fluxos de sortida, veure figura 2.1), especialment el tractament de les aigües residuals.

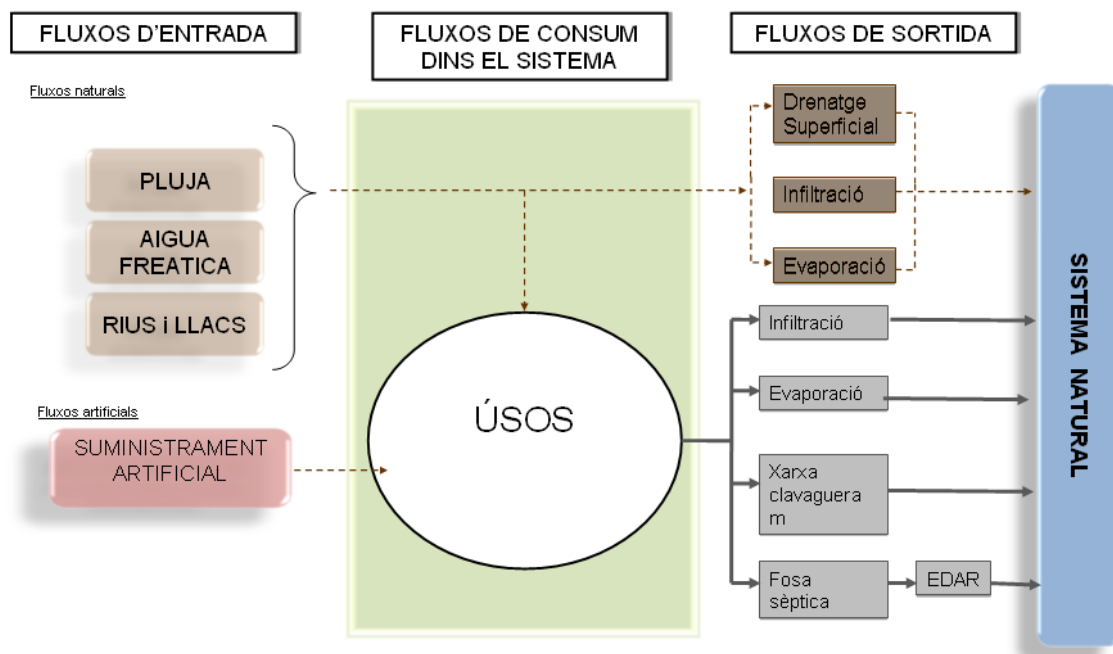


Figura 2.3. Esquema general del cicle de l'aigua en una instal·lació. *Font: Elaboració pròpia*

No obstant, al darrer decenni es comencen a implementar sistemes d'estalvi d'aigua, captació d'aigües pluvials, reutilització d'aigües grises, que complementen en part els estudis anteriors.

2.3.1 Polítiques d'aprofitament de pluvials i marc legal

Des de la perspectiva internacional és la Unió Europea qui més esforços fa en regular la gestió de l'aigua. Mitjançant la *Directiva Marc d'Aigua (Directiva 2000/60/CE)* es dona suport a la gestió i aplicació d'una nova política d'aigües enfocada cap a la preservació del medi i l'aproximació de la societat urbana a la sostenibilitat. Ha estat transposada a l'Estat Espanyol de forma obligada mitjançant la transmissió de competències als àmbits municipals (*Llei estatal 7/1985, de 2 d'abril*), coordinats per les respectives Comunitats Autònomes. Alhora, la *Constitució Espanyola* reconeix el dret de disposar d'un medi adequat, i l'obligació dels poders públics i ens locals de defensar-lo (Article 46)

A nivell regional aquesta potestat és reconeguda en la Llei municipal i de règim local de Catalunya (*Text refós aprovat pel Decret legislatiu 2/2003, de 28 d'abril, arts. 8.1a i 66.3.f*). Més recentment podem fer referència a l'*Ordenança Tipus sobre l'Estalvi d'Aigua de la Diputació de Barcelona* que per irradiació i efecte dels tractats establerts per la Unió Europea, i en conseqüència de l'Estat Espanyol i Comunitat Autònoma de Catalunya, ha estat redactada i està sent implementada.

En ella es presenta la necessitat d'aquest estalvi d'aigua i del seu ús i consum raonable en la província així com la proposta d'instal·lacions i equipaments dissenyats per a l'aprofitament d'aigua de pluja, entre d'altres propostes (com la reutilització d'aigües grises i les procedents de piscines). A efectes, dicta la obligació dels municipis d'adoptar per edifici un sistema d'emmagatzematge d'aigües pluvials recollides de cobertes no transitades i destinades a un dipòsit per al seu posterior ús en inodors, complement d'aigües grises, reg, neteja d'exterior, i/o d'altres adients. Cada ajuntament té la possibilitat d'adoptar aquestes mesures parcial o totalment en funció de les seves característiques, però el seu incompliment donarà lloc a les sancions pertinents descrites en l'ordenança (Diputació de Barcelona, 2005).

2.3.2 Beneficis de la captació d'aigua pluvial

Podem veure com als darrers anys s'incrementa l'aportació científica en temes de recollida d'aigües pluvials.

Experiències prèvies sobre la recollida d'aigües en edificis i superfícies asfaltades, com les proves per part de l'ICTA (Institut de Ciències i Tecnologia Ambiental, UAB) en recollir aigua pluvial en diverses instal·lacions de la UAB, projectes de final de carrera de companys nostres sobre aprofitament d'aigües pluvials en barris urbans¹, i obres finalitzades per aprofitar aigües de superfícies asfaltades², ens donen idea de com s'està avançant en aquest aspecte.

Una de les principals deficiències en la gestió de l'aigua del nostre monestir es el desaprovechament d'aquestes aigües pluvials, malgrat els beneficis que comporta com veiem en la figura 2.3:

¹ Angrill S. (2009). Aprofitament de pluvial al barril La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda. Cerdanyola

² Per exemple, el parking del mercat de la flor a Vilassar de Dalt

BENEFICI	TIPOLOGIA
Alternativa a la utilització d'aigua potable per a determinats usos	Econòmica
Reducció d'infraestructures	Econòmica
Millora de la gestió separativa de la xarxa d'aigües en sistemes urbans	Econòmica
Augment de la independència de la resta de la xarxa	Econòmica
Major control del cicle hídric en entorns urbans	Econòmica
Minimització de la desertització i l'escassetat d'aigua a la regió	Ecològica
Utilització del potencial proporcionat per un recurs natural	Ecològica i econòmica
Prevenició d'inundacions i altres fenòmens	Ecològica i econòmica
Creixement de l'educació vers la nova cultura de l'aigua	Social
Actuació a favor del desenvolupament sostenible	Ecològica, Econòmica i Social

Figura 2.3: Beneficis de la recollida d'aigua pluvial. *Font: "Aprofitament de pluvials al barri La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda", Angrill, S., 2009*

2.3.3 Politiques d'estalvi d'aigües.

És el consumidor d'aigua qui té capacitat de modificar els usos que fa d'aquesta i les seves pautes de comportament davant la despesa d'aigua. Aquí es on les administracions han fet més èmfasi i trobem moltes campanyes publicitàries, a nivell global i local, que pretenen conscienciar al consumidor per tal que estalvi l'aigua.

Una de les lleis més famoses dins d'aquest àmbit es el Decret Legislatiu 3/2003, on s'aprova el text refós sobre lleis en matèria d'aigües a Catalunya, i on s'estableixen els costos econòmics de l'aigua segons el s trams de consum.

Davant d'aquesta situació, moltes empreses també s'han aprofitat, traient al mercat dispositius d'estalvi d'aigua, com els perlitzadors, patent de l'empresa RST.

A més, la majoria d'aixetes dels fabricats, ja incorporen sistemes d'estalvis, conscients de que el consumidor ho tindrà en compte.

2.4 Estudis sobre el monestir budista Sakya Tashi Ling.

Respecte el nostre sistema d'estudi, només trobem un pla de gestió de l'entorn del monestir Sakya Tashi Ling, promogut per la Fundació Caixa Catalunya i redactat per "X3 Estudis ambientals". Malgrat fa una bona descripció de l'entorn, no concreta temes respecte el cicle del aigua en el monestir.

3. Marc d'estudi

El marc d'estudi abordarà els aspectes físics, legals, administratius i figures de protecció de la zona estudiada, es a dir, del monestir budista Sakya Tashi Ling

3.1. Localització del Monestir Budista Sakya Tashi Ling

El monestir budista Sakya Tashi Ling es troba situat a la comarca del Garraf, província de Barcelona. En concret està situat a la Plana Novella, lloc de pas dels sistemes viaris d'ample recorregut del massís del Garraf. (Veure la figura 3.1 en el qual es pot observar la delimitació territorial de l'àmbit del pla de gestió).

La Plana Novella es troba en una elevació central del massís, a la cota topogràfica 276 i en una posició intermèdia entre les serres del Morsell i de les Llenties i la riera de Jafre.

L'espai està repartit entre els municipis d'Olivella i Begues on el percentatge d'ocupació és de 84% i 16% respectivament.

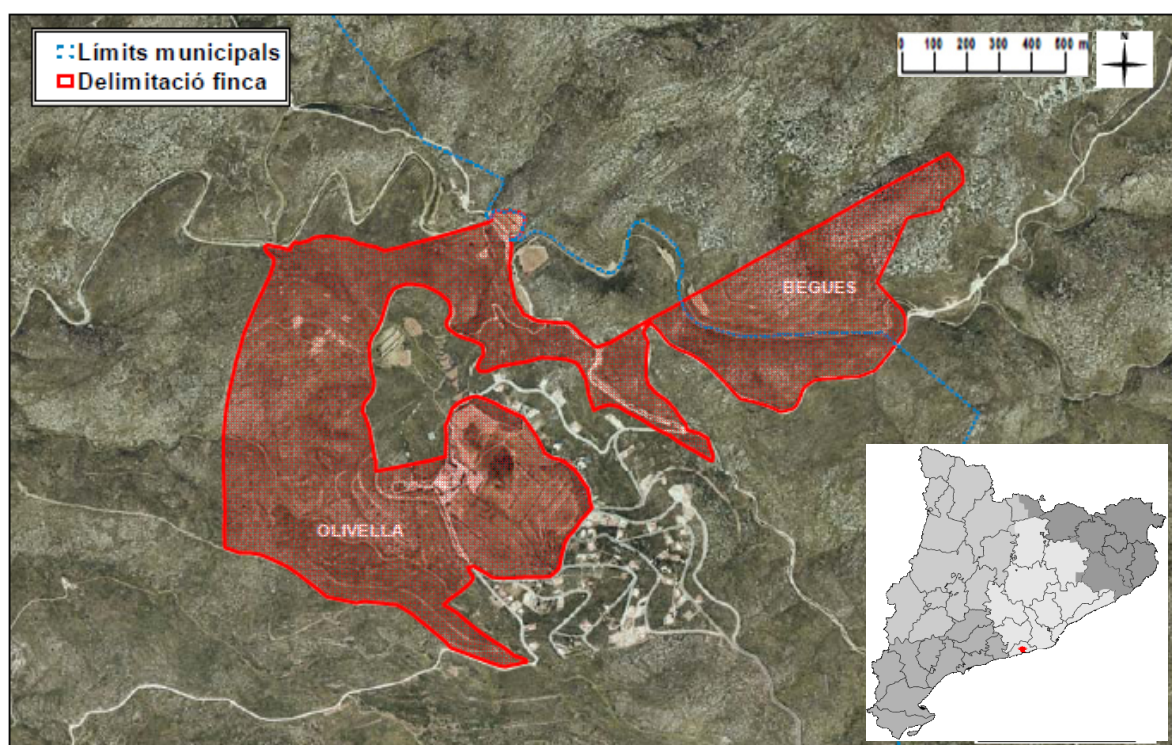


Figura 3.1: Localització i delimitació de la finca respecte als termes municipals. *Font: Pla de Gestió de l'entorn del Monestir Sakya Tashi Ling, (2008).*

La nostra àrea d'estudi queda delimitada per tres finques que corresponen a la Comunitat Sakya Tashi Ling. Aquesta té una superfície total de 136 ha les quals estan repartides com hem esmentat abans entre els municipis de Begues (22 ha) i Olivella (114 ha).

Limita també amb la riera de Jafre al nord, amb la cadena formada per les serres del Morsell i de les Llenties al sud, amb el fondo de Vallgrassa i els forests comunals de Begues a l'est, amb el fondo de la Cova Fumada a l'oest i amb la urbanització de la Plana Novella al sud-est. (Veure figura 3.2 on es pot observar una visió general de la delimitació de la zona del monestir budista).

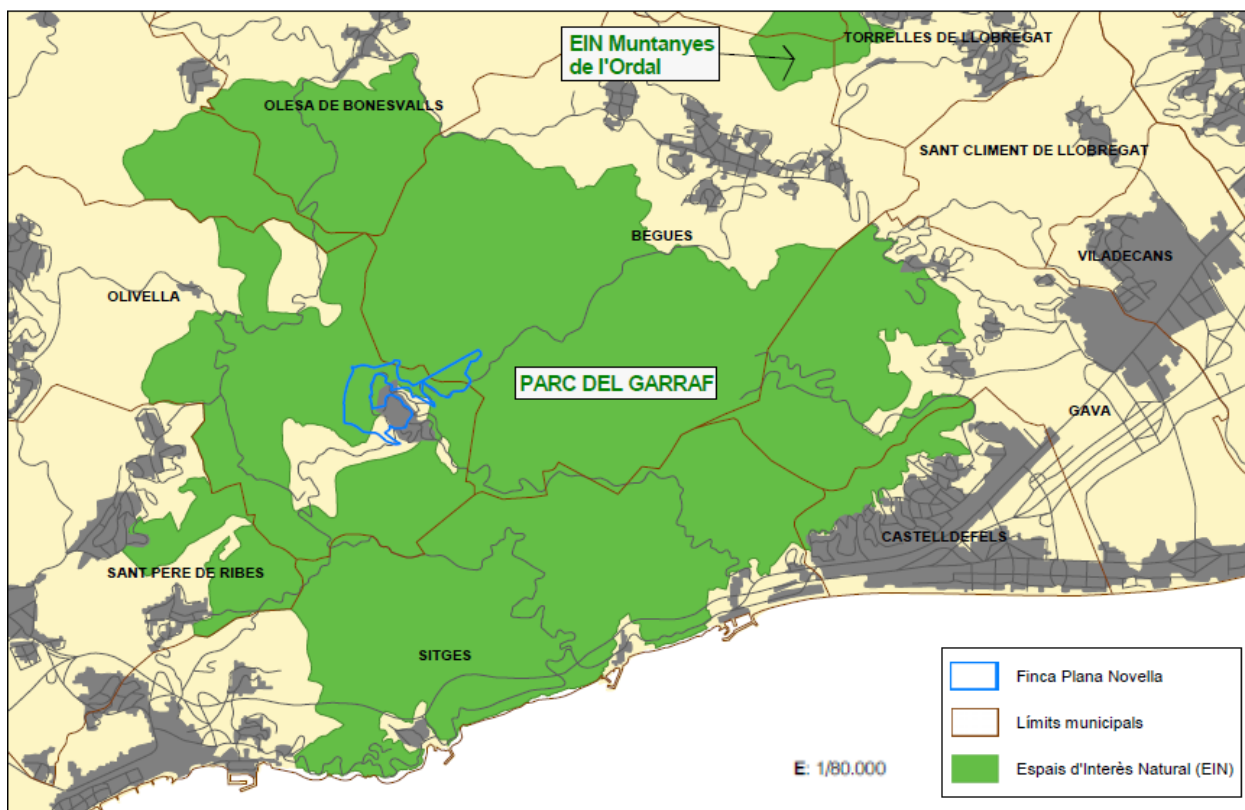


Figura 3.2: Situació general delimitació del monestir Sakya Tashi Ling. *Font: Pla de gestió de l'entorn del Monestir Sakya Tashi Ling (2008).*

El fet que el monestir Sakya Tashi Ling estigui situat dins del Parc del Garraf fa que aquest espai estigui ben comunicat amb els seus voltants com són Castelldefels, Begues, Olivella, Sitges, Sant Pere de Ribes i Olesa de Bonesvalls a través de carreteres asfaltades i pistes forestals.

La finca en general que pertany al monestir la divideixen segons els seus usos de sòl i les seves costums en dues zones.

La **zona núm. 1** pertany al monestir budista i als seus entorns més propers. Antigament el seu ús era el conreu d'arbres fruiters, però actualment el seu ús és principalment espiritual i recreatiu.

Incloem l'edifici del Palau Novella, l'àrea destinada als jardins del palau i elements vuitcentistes.

Aquesta zona es troba en el Pla especial urbanístic de regulació d'usos en el sector de Plana Novella i està classificat com a zona

agrícola pel Pla Especial de Protecció del Medi Físic i del Paisatge de l'Espai Natural del Garraf. (Veure figura 3.3 d'usos actuals del sòl).

La **zona núm. 2** correspon a l'Àrea de prats i matollars mediterranis. En aquesta antigament hi havia plantacions de vinyes i blat. Actualment simplement és una àrea de prats abandonats i matollars mediterranis.

Està classificada també com a zona d'interès natural pel Pla Especial de Protecció del Medi Físic i del Paisatge de l'Espai Natural del Garraf. (Veure figura 3.3 d'usos actuals del sòl).

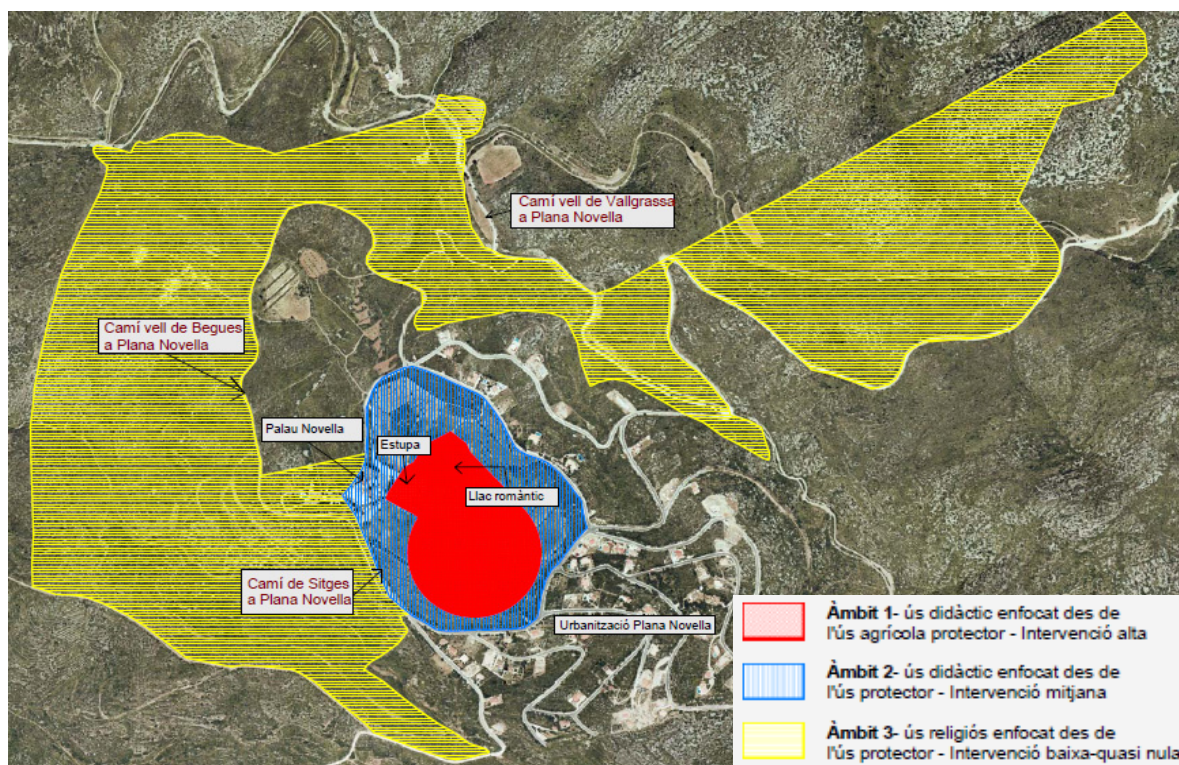


Figura 3.3: Zonificació segons usos. *Font: Pla de gestió de l'entorn del Monestir Sakya Tashi Ling (2008).*

3.2. Aspectes físics

3.2.1. Climatologia i meteorologia

El monestir budista Sakya Tashi Ling es troba situat molt a prop de la zona costanera

El clima del Garraf és típicament mediterrani de plana i muntanya baixa amb influències marines, presenta una forta irregularitat tèrmica amb estius calorosos i eixuts i hiverns suaus i temperats. La pluviometria, vindrà caracteritzada per pluges escasses però torrencials a la primavera i a la tardor i per un règim pluviomètric mínim a l'estiu i a l'hivern.

Com que no es disposa de dades meteorològiques específiques de la Plana Novella s'han pres les dades de les estacions properes a la Plana Novella, com Begues, Gavà i Sant Pere de Ribes.

En el cas de Begues, la mitjana de precipitacions anuals és de 778.8 mm (veure Taula 3.4); dada elevada comparant amb altres dades d'altres estacions on situen la mitjana de precipitacions anuals entre 500 i 600 mm.

En el cas de Gavà la mitjana anual és de 643.6 mm i en el cas de Sant Pere de Ribes presenta un valor més baix, on creiem que indica una tendència de les precipitacions a disminuir cap al sud.

Dades mitjanes (unitats)	Begues
Temperatura mitjana (°C)	14,0
Precipitació (l/m ²)	778,8
Mitjana de les temperatures màximes (°C)	17,6
Mitjana de les temperatures mínimes (°C)	11,3
Temperatura màxima absoluta (°C)	32,0
Temperatura mínima absoluta (°C)	-1,1
Velocitat mitjana del vent (m/s)	3,2
Humitat relativa mitjana (%)	81,7
Irradiació global mitjana diària (MJ/m ²)	17,2

Taula 3.4: Resum dades meteorològiques de l'estació Begues – Parc del Garraf (1991 – 2003). Font: Servei Meteorològic de Catalunya (<http://www.meteocat.org>) (2005)

Veient aquestes dades i sabent que la Plana Novella es troba situada entre Sant Pere de Ribes i Begues – Gavà extrapolarem i estimarem unes característiques semblants.

La humitat atmosfèrica de la comarca del Garraf és elevat degut a la proximitat amb el mar.

A continuació es presenta un diagrama ombrotèrmic (Figura 3.5) de Begues amb la qual es pot fer una aproximació al balanç hídric de la Plana Novella, on s'observa un declivi important d'aigua localitzada de manera principal en els mesos d'estiu.

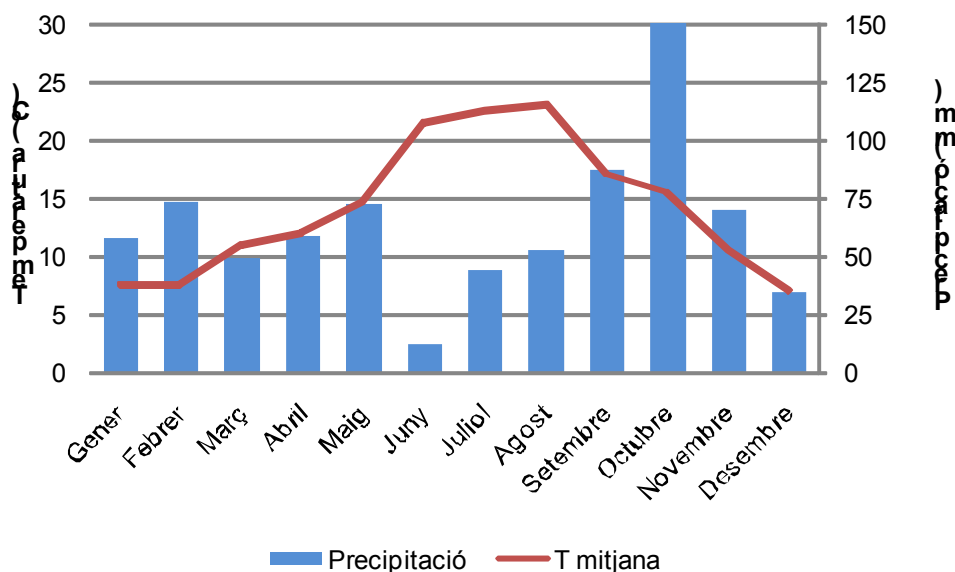


Figura 3.5: Diagrama ombrotèrmic de Begues. Període 2001 - 2003. Font: Servei Meteorològic de Catalunya (www.meteo.cat)

I per últim en aquest apartat es mostra un atlas climàtic corresponent a la pluviometria del Garraf. (Figura 3.6)

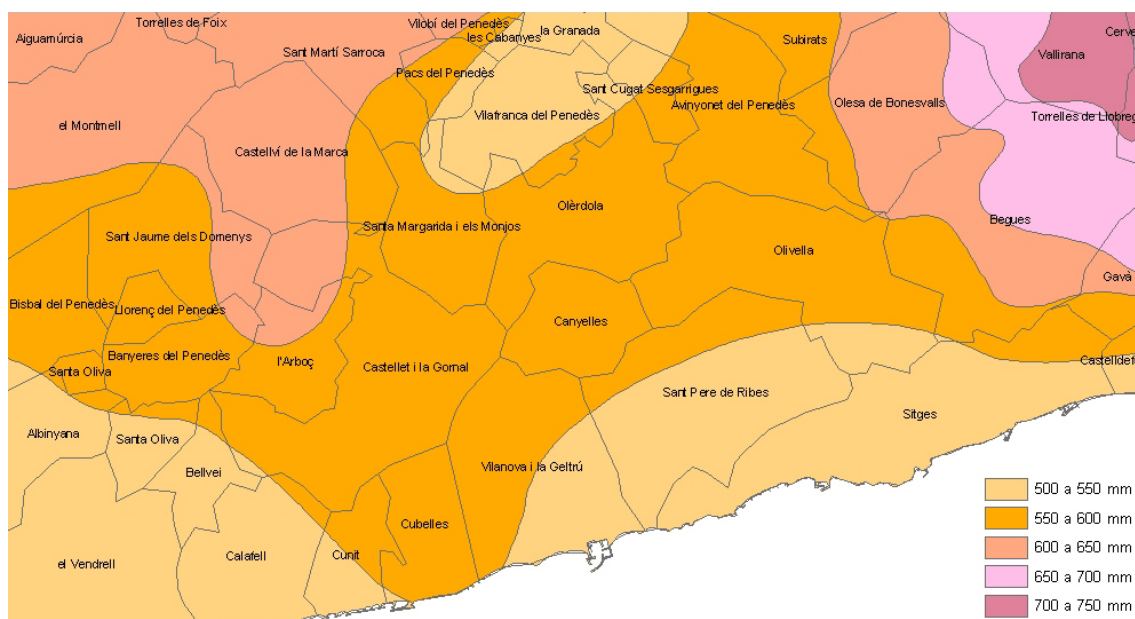


Figura 3.6: Atlas climàtic. Pluviometria del Garraf. (Font: Informe Ambiental del Pla Parcial Urbanístic de La Plana Oest - Sta. Bàrbara - Vallpineda al municipi de Sitges. Mileto Consultors i Urbanistas, S.L.)

3.2.2. Geologia i geomorfologia

La Plana Novella es troba al massís del Garraf, que presenta una unitat orogràfica definida. Presenta uns relleus baixos i arrodonits amb valls profundes i vessants escarpats que tot en conjunt acaben formant un paratge abrupte.

Un dels materials que caracteritza el paisatge del Garraf són les calcàries. La presència i predomini d'aquests materials calcaris ha afavorit durant molts anys el procés de carstificació on es poden veure rasclers, dolines o rius subterranis com és el cas de la Falconera. (Figura 3.7)



Figura 3.7: Visió muntanyes del Massís del Garraf. *Font: elaboració pròpia*

3.2.3. Hidrologia

En hidrologia es farà un estudi tant a nivell superficial com a nivell subterrani.

Hidrologia a nivell superficial

Aquest espai destaca per no tenir cap curs fluvial important, tot i que sí hi ha alguns torrents prop del Palau Novella amb funcionaments esporàdics, és a dir, només en moments de pluges torrencials. Cal destacar la riera de Jafre, que és el col·lector principal del sistema, i la riera del Carxol.

Esmentar també l'existència d'una bassa "naturalitzada" anomenada llac romàntic, (Figura 3.8) situat dins de la finca.

En principi hi ha una dependència quasi exclusiva de les aigües subterrànies. Es diu quasi perquè existeix un dipòsit on es recullen les aigües pluvials que s'usen en casos d'emergències contra incendis.



Figura 3.8: Fotografia del llac romàntic. *Font: elaboració pròpia*

Hidrologia a nivell subterrani

Hi ha definides dues conques subterrànies: el domini de Castelldefels i el domini de la Falconera. La Plana Novella es situa en el segon cas.

En aquests ambients càrstics es pot dir que la qualitat de les aigües subterrànies és relativament baixa, degut això a la salinització dels aquífers per sobreexplotació d'aquests, la qual cosa crea un desequilibri entre aigua dolça i aigua salada. També, aquesta baixa qualitat de l'aigua és deguda a la contaminació per indústries i urbanitzacions, accentuats per la ràpida circulació hídrica i la baixa capacitat de depuració que tenen aquests aquífers.

3.3. Aspectes legals, administratius i figures de protecció

L'espai és de propietat de la Comunitat Sakya Tashi Ling i està compostat per tres finques.

El massís del Garraf pertany a l'àmbit metropolità de Barcelona. Actualment s'està elaborant la redacció del Pla Territorial Metropolità de Barcelona per part de la Direcció General de Política Territorial del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.

En quant al Planejament Urbanístic part de la superfície de la finca que es troba al terme municipal d'Olivella, les Normes Subsidiàries de Planejament d'aquest municipi qualifica aquesta part com a No Urbanitzable en les categories d'interès natural i d'ús agrícola..

D'altra banda, la part restant que correspon al terme municipal de Begues està regulat per les Normes Subsidiàries de Planejament de Begues.

Fent referència a les figures de protecció podem dir que la gran part de la propietat de la Plana Novella es troba dins de l'Espai d'Interès Natural del Massís del Garraf, per tant està regulat pel PEIN (Pla Espais Interès Natural), que és un instrument de planificació territorial amb categoria de Pla Territorial Sectorial aprovat pel Decret 328/92.

En aquesta finca també, el 76% de l'espai està inclòs dins del Parc del Garraf, el qual queda regulat pel Pla especial de protecció del medi físic i del paisatge de l'espai natural del Garraf, promogut i gestionat per la Diputació de Barcelona.

I per últim, dins de les figures de protecció, la finca Plana Novella va ser declarada Refugi de Fauna Salvatge, on està totalment prohibida la cacera a tota la finca.

4. Justificació

L'exercici del budisme té en un dels seus principals dogmes el intentar conviure amb la naturalesa de forma que aquesta no rebi cap perjudici utilitzant els recursos que t'ofereix naturalment. Segons això sembla convenient intentar fer del Monestir budista Sakya Tashi Ling un espai autosuficient amb els recursos endògens locals dels que disposa.

Deixant de banda temes espirituals, la demanda d'aigua mundial cada cop augmenta més i ja ens països desenvolupats es comença a patir estres hídric tal i com es mencionava en l'apartat d'antecedents. Sembla evident la necessitat d'establir sistemes que permetin la màxima autosuficiència per evitar problemes de subministrament en un futur.

Els arguments anteriors han motivat el fet d'intervenir des d'un punt de vista interdisciplinar per tal de millorar la eficiència del cicle de l'aigua del nostre sistema d'estudi. Els estudis que es cursen en la llicenciatura de Ciències Ambientals permet fer un bon anàlisi des de varis punts de vista (ambiental, social, econòmic i tecnològic) que seran necessaris alhora de trobar l'equilibri òptim entre medi ambient i societat.

Es podrà analitzar diferents subsistemes en els qual es podran implementar des de infraestructures capaces de captar aigua pluvial o bé s'intentarà modificar el comportament de la gent a favor d'un consum responsable.

Resumint es creu necessari el implementar sistemes que permetin l'autosuficiència hídrica del monestir, la qual cosa el dotaria d'una millor gestió i control dels seus recursos, sense necessitat d'aportacions externes al sistema i on gràcies al caire turístic del que també disposa, faria una educació a favor l'estalvi dels recursos i guanyaria prestigi a nivell social i ambiental.

5. Objectius

L'objectiu del nostre projecte és analitzar la situació actual del cicle del aigua al monestir budista Sakya Tashi Ling per tal d'implementar estratègies que facin possible una futura autosuficiència hídrica del sistema.

5.1 Objectius generals

- Analitzar els fluxos d'entrada i sortida d'aigua dins el nostre sistema.
- Establir la eficiència hídrica del sistema i els usos que se'n fa de l'aigua.
- Quantificar i qualificar l'aigua pluvial aprofitable dins la nostra zona d'estudi.
- Plantejar estratègies d'estalvi d'aigua dins el nostre sistema.
- Plantejar un sistema de recollida d'aigües pluvials capaç de suplir la majoria d'aportacions exteriors d'aigua al sistema.

5.2 Objectius específics

- Diagnosticar l'estat actual en que es troba el monestir en matèria de consum i estalvi d'aigua.
- Analitzar les infraestructures de consum d'aigua i determinar la seva eficiència.
- Realitzar una proposta de millora dels punt de consum que sigui viable i tingui un període d'amortiment assequible pel monestir.
- Planificar la instal·lació de dipòsits de recollida d'aigua pluvial.
- Avaluar el potencial d'autosuficiència hídrica del nostre sistema segons diferents escenaris de precipitació.
- Implementar estratègies per de conscienciar als visitants de la necessitat d'estalviar recursos.

6. Metodologia

La realització d'aquest estudi s'ha basat en la utilització de dades procedents tant de la recerca bibliogràfica com del treball de camp.

Per tal d'aconseguir els objectius citats anteriorment, s'han necessitat dades de disciplines molt diverses. Entre aquestes han estat necessàries dades econòmiques, climàtiques, territorials, ambientals i tecnològiques entre d'altres.

Base Documental

En un primer moment, la recerca de projectes, llibres, guies, pàgines web i altres documents (veure apartat de bibliografia) va ser necessària per obtenir una base documental amb la qual poder enfocar el projecte de forma adequada i poder fer front als diferents reptes que anirien sorgint a mesura que s'avançava.

Aquesta part va permetre estalviar molt de temps i visites ja que amb informació disponible, l'eficiència del treball de camp augmentava.

Treball de camp

Amb les diverses visites que es van realitzar al sistema d'estudi, es va valorar *in situ* la situació d'aquest. Es van realitzar:

- Entrevistes als responsables del sistema d'estudi
- Estudi de les infraestructures del consum d'aigües: lavabos (piques, WC, dutxes), cuines, fonts artificials...
- Estudi de les infraestructures d'estalvi d'aigües comptabilitzant airejadors i altres mesures estalviadores.
- Estudi de sistemes de captació d'aigües pluvials i grises.
- Estudi de les possibles infraestructures depuradores d'aigües, tant de grises, com de pluja com de les residuals.
- Estudi de les factures de consum d'aigües.

6.1 Fluxos d'entrada

Per tal de poder analitzar el potencial d'autosuficiència hídrica del sistema, ha calgut establir els fluxos hídrics del nostre sistema, fent èmfasis ens els fluxos d'entrada.

- Càlcul del balanç hídric total:

$$\text{BHS} = (\text{P} + \text{AB} + \text{AF}) - (\text{I} + \text{ES} + \text{EVT} + \text{C})$$

BHS: Balanç Hídric del Sistema

P: Precipitació

AB: Abastament

AF: Aigües freàtiques (pous, fonts naturals)

I: Infiltració

ES: Escolament Superficial

EVT: Evapotranspiració

C: Clavegueram

Després d'una primera visita de situació i un pre-anàlisi del nostre sistema d'estudi es va optar per fer una entrevista al gestor del sistema per tal d'obtenir dades sobre la quantitat d'aigua que venia de fora del nostre sistema, el que serien els fluxos d'entrada d'aigua no naturals.

Amb l'aportació de factures per part del gestor, vam tenir dades sobre el volum d'aigua no natural que va rebre el sistema durant un període de temps superior a l'any.

En quant als recursos endògens locals d'aigua, va caldre calcular la quantitat d'aigua que rebia el sistema en forma de precipitació, calculant la superfície del sistema amb ajuda d'eines d'informació geogràfica, i basant-nos en 3 escenaris de precipitació:

- Escenari 1: Mitjana precipitació entre 1972 i 2004
- Escenari 2: Màxima precipitació darrers 10 anys.
- Escenari 3: Mínima precipitació darrers 10 anys.

Les dades de precipitació es van obtenir de l'estació meteorològica de Begues. Els motius d'aquesta elecció foren:

- L'altitud: El monestir, a 290msnm, té una alçada propera a Begues (399msnm)
- Proximitat: Part del monestir(22ha) es troba dins del terme municipal de Begues
- Orografia: El relleu del monestir és semblant al municipi de Begues
- Quantitat d'informació. L'estació de Begues té registres pluviomètrics des de fa més temps que altres estacions pròximes.

6.1.1 Estimació de superfícies amb capacitat de recollida d'aigües pluvials

Per calcular el potencial de superfícies amb capacitat de recollida d'aigües pluvials, es va estimar la quantitat de superfície amb un grau d'impermeabilitat suficient per tal que l'aigua no s'infiltrés i pogués córrer superficialment.

Per aconseguir-ho, es va realitzar una visita a la zona d'estudi per tal de determinar les superfícies adients, i analitzar el grau d'impermeabilitat d'aquestes en funció de la següent fórmula.

Índex d'impermeabilització = Superfície pavimentada / Superfície total

Un cop establert aquest càlcul, es va poder determinar el coeficient d'escorrentia segons la següent fórmula

RC = Volum d'aigua captat / Volum d'aigua incident

No obstant, es va optar per extrapolar dades d'estudis previs per tal de reduir el cost final del projecte i millorar l'eficiència d'aquest.

Amb aquestes dades vam poder fer una separació de cobertes segons la seva capacitat de captar aigua:

- o Coberta 1: Superfície pavimentada en alçada (teulades i terrasses) amb facilitat per a la captació pluvial d'elevada qualitat
- o Coberta 2: Superfície pavimentada amb elevat potencial per a realitzar captació pluvial
- o Coberta 3: Superfície pavimentada amb baix potencial per a realitzar captació pluvial

Mitjançant sistemes d'informació geogràfic es van obtenir les dades sobre l'àrea de les superfícies analitzades per tal de calcular el potencial de captació d'aigua pluvial.

6.1.2 Estimació del potencial de captació d'aigua pluvial

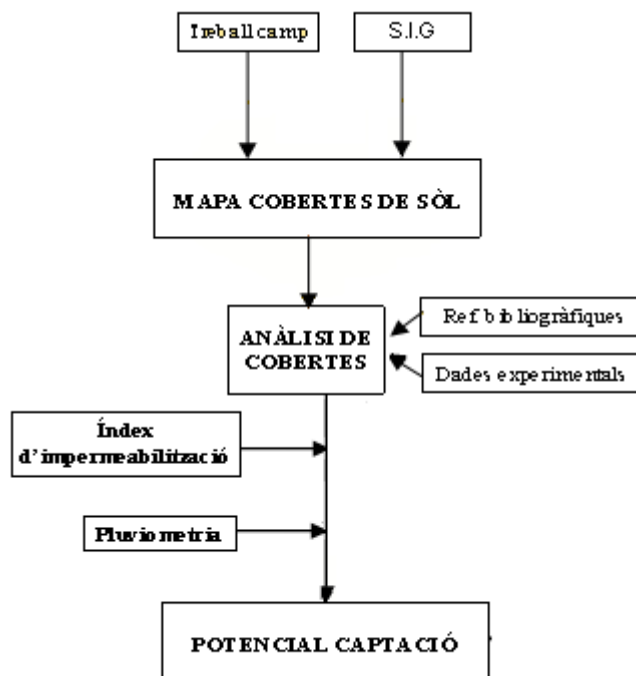


Figura 6.1 Diagrama metodològic per mesurar potencial de captació de pluvials.
Font: Elaboració pròpia

Amb les superfícies ja calculades així com el coeficient d'escorrentia, es van agafar les dades de pluviometria (segons els escenaris explicats anteriorment) per poder calcular el potencial de captació de pluvials del sistema.

Aquest potencial ve determinat per la següent fórmula

$$\text{Captació potencial (m}^3\text{/any)} = \frac{\text{Superfície} \times \text{RC} \times \text{Pluviometria}}{1000}$$

6.1.3 Estimació de la qualitat d'aigua pluvial captada

La qualitat de l'aigua potencialment captable determina l'ús que se li pot donar. Mitjançant recerca bibliogràfica vam estimar que la qualitat d'aigua captada al nostre sistema era d'elevada qualitat en qualsevol de les cobertes, sempre i quan les primeres aigües capturades no es recollissin, ja que arrossegaven la brutícia sedimentada a la superfície. Existeix tecnologia suficient per aconseguir aquest propòsit.

6.2 Estimació del consum d'aigua potable

Un dels punts importants a l'hora de mesurar el potencial d'autosuficiència d'un sistema, és conèixer els consums que té.

Per calcula-ho, es va demanar al responsable del monestir les factures d'aigua dels darrers anys.

Amb factures sobre la xarxa de subministrament d'aigua potable, i aigua envasada que compra el monestir, ja teníem els consums d'aigua potable del món gris.

No obstant, degut a avisos redactats a les pròpies factures d'una incorrecta lectura dels comptadors, es va creure millor estimar dades de consum d'aigua en base a la mitjana del consum de Sitges, per als residents del monestir, i el consum dels visitants segons dades de consum d'altres instal·lacions socio-culturals.

6.2.1 Punts de consum d'aigua

Un cop conegudes dades de consum, es va optar per inventariar tots els punts de consum d'aigua. Així doncs, es va separar el mon gris en categories on es trobaven aquests punts de consum.

- Lavabos
- Cuines
- Jardí

Es van analitzar les característiques de tots el dispositius per poder mes tard establir una proposta de millora d'aquests i calcular l'estalvi potencial que se'n podia fer.

Gràcies a unes bosses calibrades, es va poder mesurar el cabal de les aixetes i dutxes per tal de comparar posteriorment aquests consums amb els consums obtinguts amb la instal·lació de dispositius estalviadors.

6.3 Estimació de l'estalvi potencial amb dispositius estalviadors.

Un cop coneguts els consums del sistema, es va optar per estudiar els possibles dispositius capaços d'estalviar aigua en el nostre sistema, i que la seva implantació fos viable pels recursos del monestir.

L'empresa escollida va ser "VM Sistemas ahorro de agua"¹ la qual ens va facilitar dispositius per tal de fer una primera estimació sobre estalvi. Els dispositius van ser:

- Perlitzadors de lavabo (VM150)
- Perlitzadors de cuina(VM151)
- Reductors de cabal per a dutxes (VM- LTC)

En una nova visita al sistema, es van instal·lar aquests dispositius i es va calcular l'estalvi potencial.

$$\text{Estalvi (\%)} = \frac{\text{consum amb dispositiu}}{\text{consum sense dispositiu}} \times 100$$

Amb aquestes dades es van poder fer propostes de millora i calcular el període d'amortització dels dispositius, un cop obtingut el pressupost d'aquests.

6.4 Estimació de l'autosuficiència hídrica del sistema

Amb la combinació dels resultats obtinguts en quant a l'oferta d'aigua que rep el sistema de forma natural i els consums d'aquests, és possible determinar el grau d'autosuficiència hídrica del monestir.

A més permet mesurar la potencial sostenibilitat del sistema i la independència que pot tenir respecte els recursos hídrics exteriors.

El càlcul es realitza mitjançant els valors obtinguts del volum de captació i el consum d'aigua de la següent forma:

$$\text{Índex d'Autosuficiència Hídrica (IAH)} = \frac{\text{Potencial de recollida de pluvials}}{\text{Consum d'aigua}}$$

A títol recordatori, cadascuna de les variables ve definida segons els següents paràmetres estimats prèviament:

Potencial de recollida de pluvials = Precipitació x Àrea de captació x Coef. escorrentia

$$\text{Consum d'aigua} = \sum (\text{Consumidors} \times \text{Consum específic})$$

¹ C/ Paris, 42 - 08029 – Barcelona || www.ahorroagua.es

Com a conseqüència dels diferents escenaris plantejats, aquesta autosuficiència variarà segons les variables com el grau de precipitació, o els sistemes d'estalvi implementats.

6.5 Redacció de les propostes de millora

A l'hora d'implementar propostes de millora per tal d'aconseguir l'autosuficiència hídrica del monestir i una millor gestió de l'aigua en aquest, s'ha utilitzat una fitxa estandaritzada de l'Agenda 21 de la ciutat de Barcelona, la qual permet una breu i concisa explicació d'aquestes en el mínim espai.

7. INVENTARI

Aquest punt del projecte fa un recull dels diferents fluxos d'aigua que tenen lloc en el sistema estudiat. Val a dir, però, que es tracta d'un sistema obert, de manera que tard o d'hora, l'aigua que hi entra acaba retornant al medi.

7.1. Superfície contemplada

El Monestir Budista Sakya Tashi Ling té en possessió una finca amb un total de 136ha, 22 de les quals formen part del terme municipal de Begues i les 114ha restants formen part del terme municipal d'Olivella.

En aquest estudi, s'ha acotat l'àrea de treball a les 22ha¹ que conformen l'espai on s'hi desenvolupen pròpiament les activitats que el monestir du a terme, juntament amb l'espai natural més proper.



Mapa 7.1: Àrea de mostreig del nostre sistema d'estudi. Finca Plana Novella (22ha). Escala 1:10.000 (Font: *X3 Estudis Ambientals*, 2008. *Pla de Gestió de l'entorn del monestir Sakya Tashi Ling*)

Un cop acotada i definida l'àrea d'estudi i treball, es procedeix a realitzar el càlcul de la superfície per a cada un dels sistemes i subsistemes que en formen part. Aquest càlcul serà molt útil en el

¹ López Vales, J.A,(2009) *GEOMIN*,

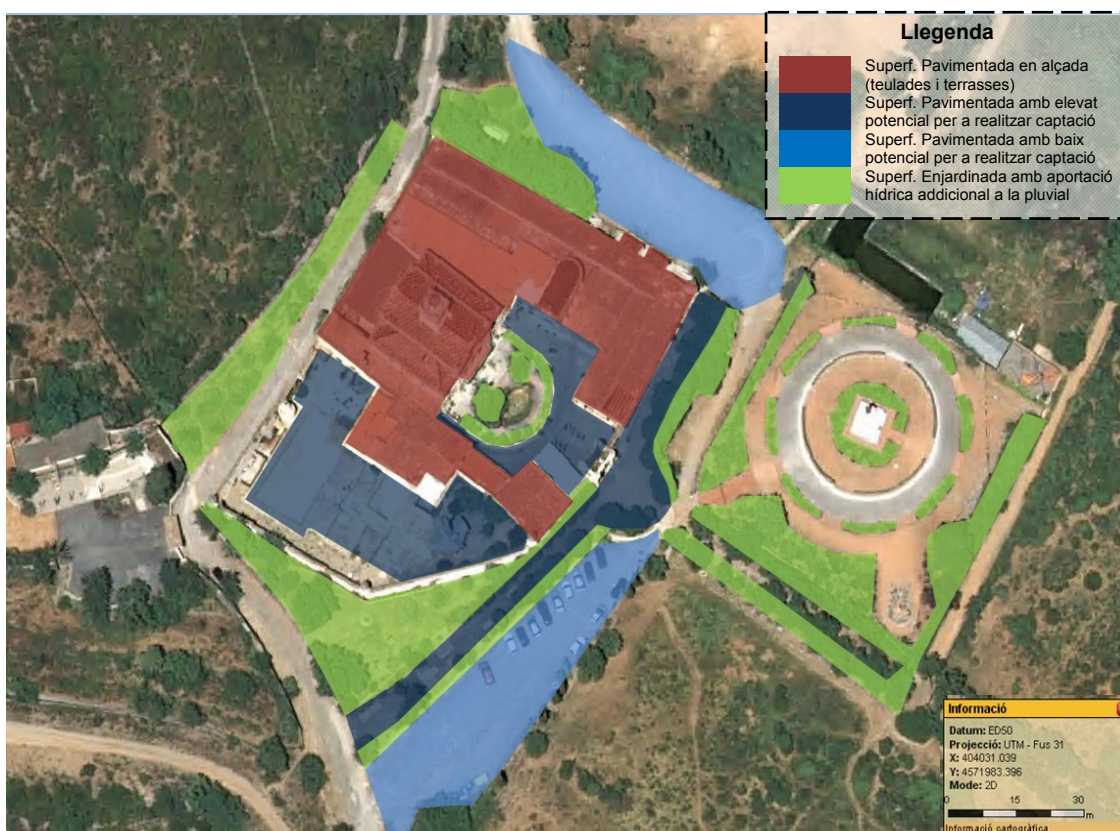
moment de poder definir la qualitat de l'aigua pluvial que pot retenir cada zona i per a quin ús és viable destinar-la.

Observant la taula 7.1 se'ns mostra la superfície amb la que compta cada un dels subsistemes de l'estudi. Com s'hi pot observar, el món gris, format per dos subsistemes (monjos i visitants), compten amb una superfície aproximada de 5.590m², aquesta dada tan elevada pel que fa a superfície pavimentada, fa que l'estudi de captació d'aigua de pluvials per a usos del monestir es centri únicament en aprofitar la que cau en aquestes superfícies i evitar així crear noves infraestructures de captació en la superfície del Sistema natural o verd.

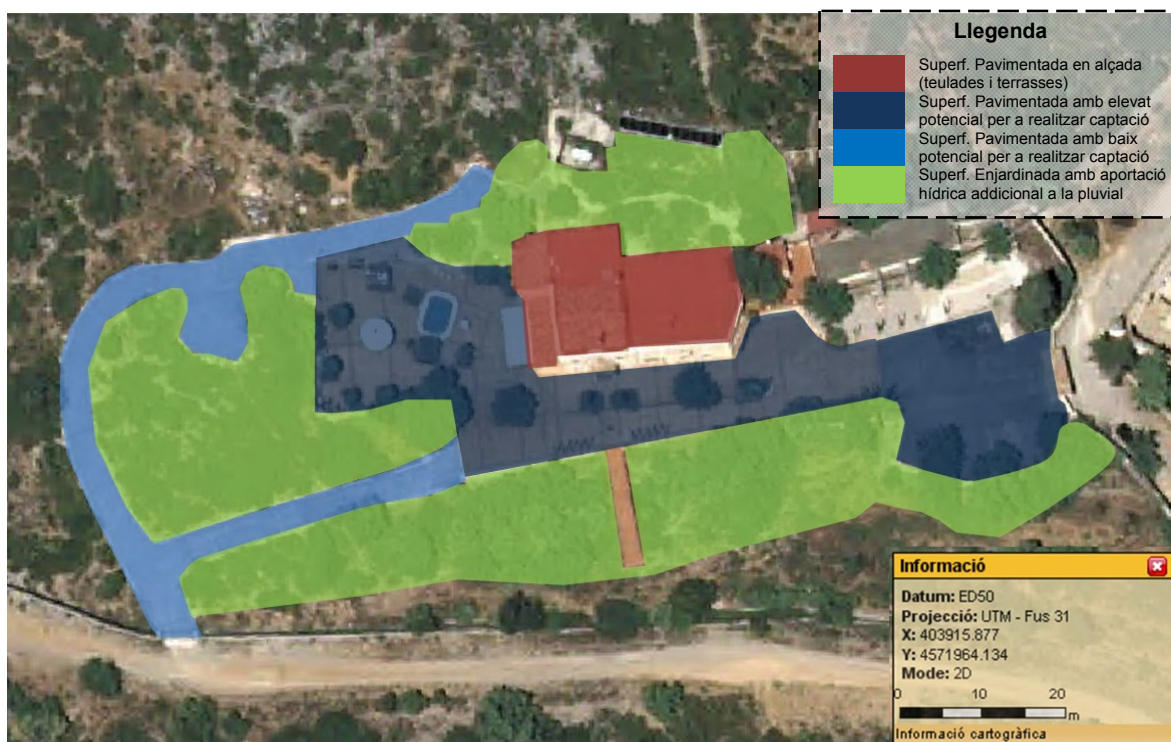
Sistema	Subsistema	Superfície m ²
Natural o verd	Entorn	≈2.100.000
	Jardí	5.465
Artificial o gris	Monjos	5.590
	Visitants	

Taula 7.1: Superfície que ocupa cada subsistema del monestir dins les 22ha estudiades, mitjançant l'eina ortoXpress de l'ICC.





Tot seguit es mostra una estimació de les superfícies que cal considerar a l'hora d'elaborar un projecte per a l'aprofitament dels pluvials tant de l'edifici del Palau Novella (Monestir i residència vella) com en l'edifici adjunt també anomenat *Ladran* (residència nova).



Mapa 7.2. Superfície adient per la captació d'aigua pluvial al Palau Novella i residència antiga (Font: Elaboració pròpia en base imatges aèries de l'ICC).



Mapa 7.3: Superfície adient per la captació d'aigua pluvial a la residència nova. (Font: Elaboració pròpia en base imatges aèries de l'ICC).

Color en el mapa	Motiu per a la captació de pluvials	Superfície (m ²)
	Superfície pavimentada en alçada (teulades i terrasses) amb facilitat de captació degut al gradient.	2.231
	Superfície pavimentada a planta baixa, amb elevat potencial degut a la bona impermeabilització de l'espai.	1.543
	Superfície pavimentada amb baix potencial per a la captació degut als pendents i l'estat del paviment, que es troba bastant degradat.	1.816
	Superfície enjardinada amb necessitat d'aportació hídrica addicional a la que es rep en la precipitació.	5.465

Taula 7.2: Superfície total per a cada tipus de captació de pluvials. (Font: Elaboració pròpia a partir dels càlculs realitzats mitjançant l'eina ortoXpress de l'ICC).

7.2. Fluxos d'entrada

Les dues edificacions del Monestir es troben connectades a la xarxa de distribució d'aigua potable gestionada per l'empresa SOREA (Sociedad Regional de Abastecimiento de Aguas, S.A.) a l'hora, el Monestir també fa la compra d'aigua envasada per al consum del refectori. Amb aquesta informació podem afirmar que el sistema d'estudi té dos vectors pel que fa a l'entrada d'aigua al sistema: la pluja i l'aigua subministrada tant envasada com per la xarxa.

7.2.1. Flux natural pluja

Degut a la inexistència d'una estació pluviomètrica dintre del nostre sistema d'estudi, es va optar per a cercar les tres estacions pluviomètriques del Servei Meteorològic de Catalunya més properes al nostre lloc d'estudi per a triar-ne la més adient. Aquestes tres es troben en els municipis de Begues, Gavà i Sitges.

Els criteris que tot seguit es detallen van acabar definint a l'estació localitzada a **Begues** com la més representativa del nostre sistema d'estudi pels següents motius:

- L'altitud. El Monestir es troba a 290msnm¹, pel que es pot associar fàcilment amb l'estació de Begues que es troba a 399msnm, en canvi les estacions de Gavà i Sitges es troben a 9 i 10msnm respectivament.
- La proximitat. Una extensió de 22ha de les 136ha de la finca es troben en terme municipal de Begues.
- La orografia. El relleu de la zona estudiada del monestir és més semblant a la que s'hi pot trobar a un municipi de mitja muntanya com Begues que no pas costaner com són Gavà i Sitges.
- Disponibilitat de dades. L'estació de Begues té a disposició dels usuaris a Internet, els registres pluviomètrics des de fa més temps que les altres dues estacions.

Un cop definida l'estació de Begues com a referència per a fer les estimacions de precipitació que rep el conjunt del sistema, es pot observar que és una estació amb uns registres pluviomètrics elevats en relació a la resta d'estacions que es troben en una situació geogràfica semblant (Contallops, Canyelles, Cubelles, Foix, Gavà, Sitges, Vilafranca i Vallgrassa), per aquest motiu s'han estimat tres diferents escenaris de precipitació, d'aquesta manera cada un dels escenaris representarà unes condicions pluviomètriques anuals concretes i servirà per a poder fer estimacions més precises a l'hora de treballar amb les dades per a calcular el pic de precipitació anual que rep el sistema, així com la capacitat d'emmagatzematge que han de tenir els dipòsits d'aigua.

Escenari 1. Mitjana precipitació anual entre els anys 1978 i 2004.

En aquest escenari es pren com a dada de pluja anual la mitjana des de l'any 1978 fins l'any 2004, que és el total de registres pluviomètrics que es disposa de l'estació meteorològica de referència, localitzada a Begues.

¹ msnm: metres sobre el nivell del mar

Tot seguit es fa el càlcul de la precipitació que rep el sistema (22ha) en el període d'un any.

$$\text{Precipitació} = \text{Superfície (m}^2\text{)} \cdot \text{Precipitació (l/m}^2\text{)}$$

$$220.000\text{m}^2 \cdot 669 \text{ l/m}^2 = 147.180.000 \text{ l/any} \rightarrow \mathbf{147.180 \text{ m}^3}$$

Escenari 2. Màxima precipitació anual de la darrera dècada.

En aquest escenari agafem la màxima precipitació anual registrada a la darrera dècada en la nostra estació meteorològica de referència, Begues. Va ser l'any 2002 amb una precipitació total de 1.070 l/m².

$$\text{Precipitació} = \text{Superfície (m}^2\text{)} \cdot \text{Precipitació (l/m}^2\text{)}$$

$$220.000\text{m}^2 \cdot 1.070 \text{ l/m}^2 = 235.400.000 \text{ l/any} \rightarrow \mathbf{235.400 \text{ m}^3}$$

Escenari 3. Míxima precipitació anual de la darrera dècada.

En aquest tercer escenari agafem la mínima precipitació anual registrada la darrera dècada a l'estació meteorològica de Begues. Va ser l'any 2001, amb una precipitació total de 542 l/m².

$$\text{Precipitació} = \text{Superfície (m}^2\text{)} \cdot \text{Precipitació (l/m}^2\text{)}$$

$$220.000\text{m}^2 \cdot 542 \text{ l/m}^2 = 119.240.000 \text{ l/any} \rightarrow \mathbf{119.240 \text{ m}^3}$$

Per mitjà de la figura 7.1 es mostra la distribució a partir de la mitja de les dades pluviomètriques dels anys compresos entre el 1974 i 2004 (escenari 1) en funció de l'estació de l'any en que s'han produït a Begues. Es pot observar com l'època més plujosa és la tardor (37%) seguit de la primavera (25%) i l'hivern (23%) i l'època d'estiu és la més seca (15%).

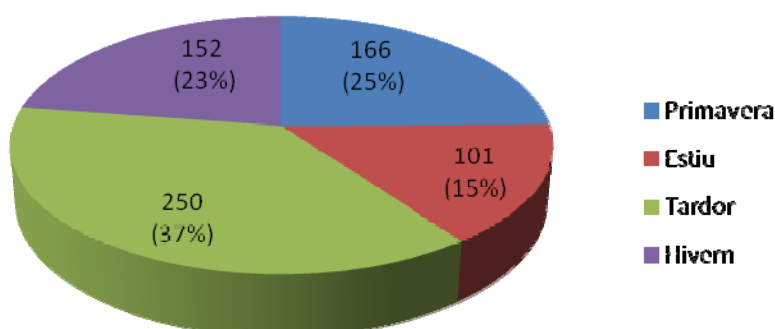


Figura 7.1. Variabilitat estacional pluviomètrica mitjana de la població de Begues (en l/m²). Anys compresos entre 1974 i 2004. Font: Elaboració pròpia en base a dades de Mazón, J. 2008. Anàlisi pluviomètrica del massís del Garraf.

7.2.2. Subsistema artificial subministrament aigua potable

El subministrament d'aigua canalitzada realitzat en baixa és gestionat per l'empresa SOREA, que extreu l'aigua d'un pou situat a la mateixa finca de la Plana Novella.

Atenent les dades facilitades per l'administració del Monestir, cal destacar que el consum d'aigua queda distribuït en dos comptadors. El sumatori del consum total en el període comprés entre abril de 2008 i abril de 2009 d'ambdós comptadors és de **509 m³**.

Important: Segons les nostres estimacions sobre el consum d'aigua potable canalitzada del Monestir (atenent les dimensions de la infraestructura, nombre de visites i monjos residents) tenim sospites de la veracitat i rigor de la xifra total de consum anual del sistema. A més, ens consta l'existència de nombrosos avisos emesos per SOREA pel que fa a la impossibilitat d'accedir a la lectura del comptador localitzat en el monestir, de manera que molt sovint, les lectures bimensuals que realitza SOREA no poden reflectir el consum que s'ha donat en aquell període i únicament s'hi mostren estimacions de consum.

A més a més, en l'apartat *7.5.2 Consums*, es fa una estimació del que hauria de ser el consum real del sistema i es demostra com les quantitats facturades són bastant inferiors a aquesta dada.

7.3. Subsistemes de consum

L'aigua és un recurs tant versàtil que permet fer-ne diferents usos, en el moment que aquesta arriba al Monestir, es distribueix en diferents espais. Per a simplificar l'explicació s'ha dividit el monestir en subsistemes que son prou diferents entre si per tal de diferenciar el tipus d'aigua i nivell de qualitat d'aquesta respecte els altres.

7.3.1. Món verd

Subsistema natural entorn. Bosc i Màquia.

Descripció: Aquest subsistema contempla el consum d'aigua de l'entorn natural del monestir. Es troba localitzat pràcticament en la seva totalitat fora de l'espai urbanitzat de la finca, de manera que ocupa la major part de la superfície d'aquesta (unes 21 ha front les 22 ha totals). Val a dir però que no s'ha considerat dins d'aquest subsistema natural entorn l'espai físic ocupat pel *Llac Romàntic* que si bé l'ús del llac i les seves funcions és per part dels organismes que formen part de l'ecosistema pròpiament dit, és un llac totalment artificial, que rep aportacions puntuals d'aigua de xarxa.

Consum: Aquest subsistema únicament rep com a únic flux d'entrada l'aigua pluvial en el moment que es dona el fenomen de la precipitació (no rep una quantitat regularment).

Servei: Es un sistema que aporta un valor afegit al conjunt d'usuaris del Monestir, i és el de disposar d'un entorn i paisatge natural a l'abast. Actualment el monestir no disposa d'una zona agrícola determinada. No obstant, s'hi desenvolupen activitats de ramaderia de baixa intensitat tenint un total de 14 ovelles que s'alimenten d'herba de l'entorn del monestir, així com nombrosos arbres fruiters dels que el monestir n'extreu profit.

Qualitat: Aquest subsistema no requereix aigua potable de xarxa per a mantenir la seva funcionalitat.

Subsistema natural jardí.

Descripció: Aquest subsistema contempla el consum d'aigua del conjunt de jardins i zones enjardinades que són regades pels monjos i col·laboradors. La seva superfície està estimada en 5.465m². Val a dir, però que sí que hi ha una part d'aquest subsistema que no forma part dels jardins i zones enjardinades del Monestir, però que a l'hora rep aportacions puntuals d'aigua potable provinent de la xarxa, es tracta del *Llac Romàntic* que es reomple –segons se'ns ha explicat des del Monestir- en èpoques que degut a la pluviometria el nivell de l'aigua es troba baix.

Consum: Aquest subsistema es proveeix de l'aigua de pluja que cau en aquella superfície a l'hora que rep aportacions extres d'aigua provinent de la xarxa de subministrament, ja que la vegetació és més exigent pel que fa a aquest recurs.

Servei: Aquest subsistema té una funció merament estètica.

Qualitat: No requereix aigua potable

7.3.2. Món gris

Subsistema artificial edifici monjos i col·laboradors.

Descripció: Aquest subsistema contempla el consum d'aigua dels monjos residents del Monestir, així com els col·laboradors que hi passen una part del dia o alguna pernoctació mensual. S'hi inclou el consum d'aigua directe (beure, cuinar, higiene) com l'indirecte (neteja, rituals budistes...).

S'estima que el nombre de residents al monestir és de 20 persones (sumant els 17 monjos residents amb el promig del que suposa

l'estància mitjana de cada un dels col·laboradors que s'estima en una carrega pel sistema de 3 monjos més).

Consum: Rep aigua potable provinent de la xarxa de subministrament.

Qualitat: Aquest subsistema requereix aigua potable pels consums directes, però no en requereix per als consums indirectes.

Subsistema artificial edifici monjos i col·laboradors.

Descripció: Aquest subsistema contempla el consum d'aigua per part dels visitants del monestir. Bàsicament es tracta del consum derivat de l'ús de lavabos i del consum del refectori.

És molt important poder tenir una dada precisa pel que fa al nombre de visitants que visiten el monestir anualment per a poder fer una bona estimació de quina fracció de l'aigua que consumeix el monestir és consumida per els visitants. Segons fonts del Monestir, s'estima que el nombre de visitants anuals voreja les 90.000 persones. No obstant això, un estudi del 2008¹ estima que el nombre de visitants anuals voreja els 40.000.

Consum: Aquest subsistema únicament consumeix aigua envasada i aigua provinent de la xarxa de subministrament. Degut a la poca presència al territori de monestirs budistes (aquest és l'únic a Catalunya), va ser impossible trobar un estudi de consum per visitant en una infraestructura idèntica, de manera que per a poder estimar el nombre de litres promig que consumeix un visitant en una infraestructura d'aquestes característiques es va usar com a referència un estudi que calculava el consum per visitant en el parc de Montjuïc². Prenent com a referència les dades mostrades en aquest estudi, hem pres com a referència un consum de 17,27 l/visitant, que és el consum promig que s'estableix per a un visitant d'un museu.

Per a evitar biaixos en les dades, s'han creat tres escenaris pel que fa a nombre de visites anuals que rep el Monestir, d'una banda la dada facilitada pels Monjos, de l'altra, la facilitada per l'estudi de Rodríguez, J.A. 2008¹ i finalment la mitjana entre les dues dades:

- Escenari 1: 90.000 visitants
- Escenari 2: 40.000 visitants
- Escenari 3: 65.000 visitants

¹ Rodríguez, J.A. 2008. *Monjes budistas del Garraf: una sociedad abierta. Resultados iniciales del Estudio Sociológico*

² Núñez, M., Oliver-Solà, J., Rieradevall, J., Gabarrel, X. (2008). *Water Management in Integrated Service Systems: Accounting for Water Flows in Urban Areas*.

Qualitat: Aquest subsistema necessita aigua potable, excepte en els sanitaris, on l'aigua, per la funció que hi desenvolupa no té perquè ser potable, es pot usar aigua provinent de la captació pluvial o de la depuració de les aigües grises.

7.4. Fluxos de sortida

Un cop l'aigua ha fet el seu curs pel sistema principal, aquesta retorna al medi, ja sigui per la via natural o per la via artificial, tot i que per aquesta segona via l'aigua sol retornar al medi en una qualitat bastant més baixa de la que en va entrar.

7.4.1. Món verd.

Aquest subsistema retorna l'aigua al medi natural mitjançant els propis sistemes de transport naturals dels que se'n fa una breu descripció tot seguit:

- Evaporació: Degut al terreny calcari on es situa el nostre sistema, l'evaporació representa una proporció petita davant la resta de sortides d'aigua. Està influenciada per la temperatura i humitat de l'ambient, per tant presenta molta variabilitat. En zones pavimentades, on la infiltració és pràcticament nul·la els seus valors són més elevats.
- Captació-transpiració: Aquesta via de sortida es basa en l'aigua que capten els éssers vius del sistema, i després la transpiren o transloquen fora.
- Escolament superficial: En un sistema amb el terreny molt porós, com és l'estudiat, l'escolament superficial és força reduït. No obstant, en els terrenys pavimentats, els valors poden ser elevats.
- Infiltració: És la principal sortida d'aigua en el terreny no pavimentat dins del sistema.

Per a aquest subsistema de sortida natural no es pot parlar d'aigües residuals, ja que la seva qualitat ha sigut modificada molt lleugerament. Degut a la morfologia càrstica del sòl, es pot considerar que tota l'aigua pluvial s'infiltra.

7.4.2. Món gris.

En aquest punt trobem l'aigua que ha patit grans modificacions pel que fa referència a la seva qualitat un cop ha estat usada. Per a evitar

la contaminació del medi natural, l'aigua residual es recull mitjançant una xarxa de clavegueram que envia aquesta aigua a 2 fosses sèptiques, que més tard seran buidades i dutes a una estació de tractament del tipus EDAR del municipi de Sitges per a que se les tracti.

D'altra banda, l'aigua residual provinent de la residència nova és tractada per a una depuradora biològica del propi monestir.

7.5. Fluxos del sistema

En aquest apartat mostrem els diferents fluxos que interactuen en el nostre sistema.

A l'hora de calcular els fluxos on hi ha varis escenaris, ens basarem en l'escenari 1 del sistema natural pluja, i l'escenari 3 en el cas del subsistema de consum ja que aquests representen la mitjana dins les seves respectives variables.

7.5.1. Fluxos de entrada

En el nostre sistema tenim 3 entrades d'aigua.

Aportació Subsistema natural Precipitació:

$$669 \text{ l/m}^2 \cdot \text{any} \times 220.000 \text{ m}^2 = 147.180.000 \text{ l} \rightarrow \mathbf{147.180 \text{ m}^3 / \text{any}}$$

Aportació Subsistema Artificial Subministrament aigua potable SOREA: 509 m³ any

Aigua envasada: **33m³ any**

TOTAL ENTRADA AIGUA: 147.722 m³/ any

7.5.2. Consums

En el nostre sistema tenim 4 subsistemes de consum d'aigua

Consum Subsistema Natural Entorn: Bosc i Màquia

Amb una superfície de 21 ha, representa el 95% del àrea del nostre sistema. Només rep aigua de pluja, per tant el 95% de la pluja que cau, va a parar a aquest subsistema

$$\text{El } 95\% \text{ de } 147.180 \text{ m}^3 \rightarrow \mathbf{139.821 \text{ m}^3 / \text{any}}$$

Consum Subsistema Natural Jardí

El sistema rep aigua de la pluja, i del subministrament d'aigua potable. En el cas de la pluja, el jardí rep l'aigua directament de la pluja, o a través de canalitzacions de zones asfaltades, que en total representen el 5% de la superfície del sistema.

$$\text{El 5\% de } 147.180 \rightarrow 7.350\text{m}^3/\text{any}$$

En el cas de l'aportació de la xarxa de subministrament, aquesta representa el 30% de l'aigua de consum domèstic per part dels monjos¹.

$$\text{Consum domèstic monjos: } 130 \text{ l/pers. dia} \times 20 \text{ pers} \times 365 \text{ dies} = 949\text{m}^3/\text{any}$$

$$\text{El 30\% de } 949\text{m}^3 \rightarrow 285\text{m}^3/\text{any}$$

$$\text{Total: } 7.635\text{m}^3/\text{any}$$

Consum Subsistema Artificial Edifici Monjos i Col·laboradors

Aquest sistema rep aigua de la xarxa de subministrament d'aigua potable. Agafem la mitjana de consum domèstic al municipi de Sitges (130l/pers.dia) i calculem en base 20 residents entre monjos i col·laboradors. A més, cal restar-li el 30% que capta el jardí.

$$(1-0.3) \times (20 \text{ pers.} \times 130 \text{ l/pers. dia} \times 365 \text{ dies}) = 664\text{m}^3/\text{any}$$

Com podem observar, es el consum es superior al subministrament per part de SOREA. Segurament hi ha error de dades. No obstant, podem ser una proporció segons consum dels subsistema espai visitants i subsistema jardí. Aquesta resulta d'un 32%.

Consum Subsistema Artificial Espai Visitants

Aquest sistema rep aigua de la xarxa de subministrament d'aigua potable i de l'aigua envasada. Agafem dades segons un estudi previ⁴ La proporció del consum dels visitants respecte els residents i el jardí, es d'un 56%.

$$65.000 \text{ visit.} \times 17.27^2 \text{ l/visit} \rightarrow 1.122.550 \text{ l/any} \rightarrow 1.123\text{m}^3/\text{any}$$

¹ Domene, E. · Sauri, D. · Martí, X. · Molina, J. · Huelin, S. 2004 *Tipologies de vivienda y consumo de agua en la RMB.*

² Núñez, M, Oliver-Solà, J, Rieradevall, J, Gabarrel, X. (2008). *Water Management in Integrated Service Systems: Accounting for Water Flows in Urban Areas.*

7.5.3. Fluxos de sortida

Sortida Subsistema Natural

Rep l'aigua dels Subsistemes naturals, la qual comporta la gran majoria d'aigua del nostre sistema.

Rep el 100% de la precipitació (147.180m^3) i el 14% de l'aigua potable que s'usa per regar (Que es el 30% del consum domèstic dels monjos, 285m^3)

Total evacuació Sistema Natural $147.180 + 285 = 147.465 \text{ m}^3/\text{any}$

Sortida Subsistema Artificial

Rep l'aigua dels subsistemes artificials (664m^3 per part dels monjos i 1.123m^3 per part dels visitants)

$$664\text{m}^3 + 1123\text{m}^3 = 1.787 \text{ m}^3/\text{any}$$

7.6. Punts de consum

7.6.1. Lavabos

L'espai dels lavabos és una de les zones del subsistema artificial on es realitza un major consum d'aigua, a més aquesta aigua no és necessari que sigui potable, com més endavant es proposa, seria molt interessant realitzar un

Situació	Presència de sistemes d'estalvi								Consum actual			
	Aixetes monocomandament (perlitadors)		Sanitaris (doble descàrrega)		Urinaris (polsador individual)		Dutxes (reductor volumètric de cabal)		Aixetes (l/min)	Sanitaris (l/ús)	Urinaris (l/ús)	Dutxes (l/min)
	Amb sistema d'estalvi	Sense sistema d'estalvi	Amb sistema d'estalvi*	Sense sistema d'estalvi	Amb sistema d'estalvi	Sense sistema d'estalvi	Amb sistema d'estalvi	Sense sistema d'estalvi				
Refectori ♂	2	0	2	0	0	5	-	-	11	6 o 8	10**	-
Refectori ♀	2	0	3	0	-	-	-	-	12	6 o 8	-	-
Refectori Minusvàlids	0	1***	1	0	-	-	-	-	18	-	-	-
Residència antiga públic ♂	0	3	3	0	2	0	0	4	15	6 o 8	1.5	14
Residència antiga públic ♀	3	2	5	0	-	-	0	4	8 i 14	6 o 8	-	13
Residència antiga privats	2	0	2	0	-	-	0	2	12	6 o 8	-	13
Palau Planta Baixa (oficines)	2	0	4	0	-	-	0	-	12	6 o 8	-	-
Palau 2ª planta banys monjos	0	2	3	0	-	-	0	2	14	6 o 8	-	13
Residència nova	9	0	9	0	-	-	0	9	12	6 o 8	-	13
Altres	3	0	3	0	-	-	0	3	12	6 o 8	-	13
TOTALS	23	8	35	0	2	5	0	22				

Llegenda colors: Verd: Correcte; Taronja: Pot millorar-se; Vermell: S'ha de millorar.

* Tot i que compten amb un sistema d'estalvi de doble descàrrega en tots ells no està ben configurada la descàrrega petita i aquesta és pràcticament igual a una descàrrega general.

**El consum dels urinaris públics del refectori és elevat degut a que un únic polsador acciona el sistema de buidatge de les cisternes per als cinc urinaris a l'hora.

*** L'aixeta és de rosca convencional.

Taula 7.3. Dispositius de consum d'aigua als lavabos del sistema.

sistema de doble canalització per a usar l'aigua obtinguda en la captació de pluvials per a tot el lavabo.

7.6.2. Cuina

En aquesta secció es tracta tant la part que fa referència al refectori que (inclou una barra de bar i la cuina) i també la cuina d'ús privat per al personal resident del Monestir. Com es pot observar, la infraestructura del refectori compta no només amb un seguit d'aixetes sinó amb electrodomèstics de tipus industrial per facilitar la feina de neteja dels utensilis de cuina. Tot seguit se'n detalla el consum:

Situació	Presència de sistemes d'estalvi								Consum actual			
	Aixetes rosca (perlitzadors)		Aixetes monocomandament (perlitzadors)		Aixetes amb pulsació continuada (perlitzadors)		Rentaplats* (programa econòmic)		Aixetes rosca (l/min)	Aixetes monocom. (l/min)	Aixetes puls. Cont. (l/min)	Rentaplats (l/cicle**)
	Amb sistema d'estalvi	Sense sistema d'estalvi	Amb sistema d'estalvi	Sense sistema d'estalvi	Amb sistema d'estalvi	Sense sistema d'estalvi	Amb sistema d'estalvi	Sense sistema d'estalvi				
Cuina i barra de bar de l'espai Refectori	0	1	0	4	2	0	0	3*	15	18	9	2,5 ⁽ⁱ⁾ 3,0 ⁽ⁱⁱ⁾ 3,0 ⁽ⁱⁱⁱ⁾
Cuina personal residents Monestir	-	-	0	1	-	-	-	-	-	15	-	-
TOTALS	0	1	0	5	2	0	0	3				

Llegenda colors: Verd: Correcte; Vermell: S'ha de millorar.

* Els rentaplats corresponen a les marques i models: ⁽ⁱ⁾Krupps Koral 600; ⁽ⁱⁱ⁾Sammic SL 350; ⁽ⁱⁱⁱ⁾Sammic E-1000. Tots tres amb capacitat per a 18 plats.

** 1 cicle de rentat equival a 120-140segons.

Taula 7.4. Dispositius de consum d'aigua a les cuines del sistema.

7.6.3. Jardins

L'espai verd que rep aportació addicional d'aigua en el sistema ocupa una superfície de 5.465 m². Compta amb un seguit d'aixetes i fonts que es detallen a la taula 7.5.

Situació	Presència de sistemes d'estalvi					
	Fonts rosca (perlitzadors)		Fonts (amb recirculació d'aigua)		Aixetes mànegues (amb capçal regulador de pressió)	
	Amb sistema d'estalvi	Sense sistema d'estalvi	Amb sistema d'estalvi	Sense sistema d'estalvi	Amb sistema d'estalvi	Sense sistema d'estalvi
Jardins	0	4	3	0	0	2
TOTALS	0	4	3	0	0	2

Consum actual		
Fonts rosca (l/min)	Fonts amb recirculació d'aigua (l/min)	Aixetes mànegues (l/min)
21	?	21

Llegenda colors: Verd: Correcte; Vermell: S'ha de millorar.

Taula 7.5. Dispositius de consum d'aigua al jardí del sistema.

8. Diagnosi

Un cop s'ha analitzat el sistema d'estudi, s'han interpretat els diferents resultats i informacions obtingudes per tal d'elaborar una diagnosi sobre l'estat actual del sistema.

8.1 Sistema

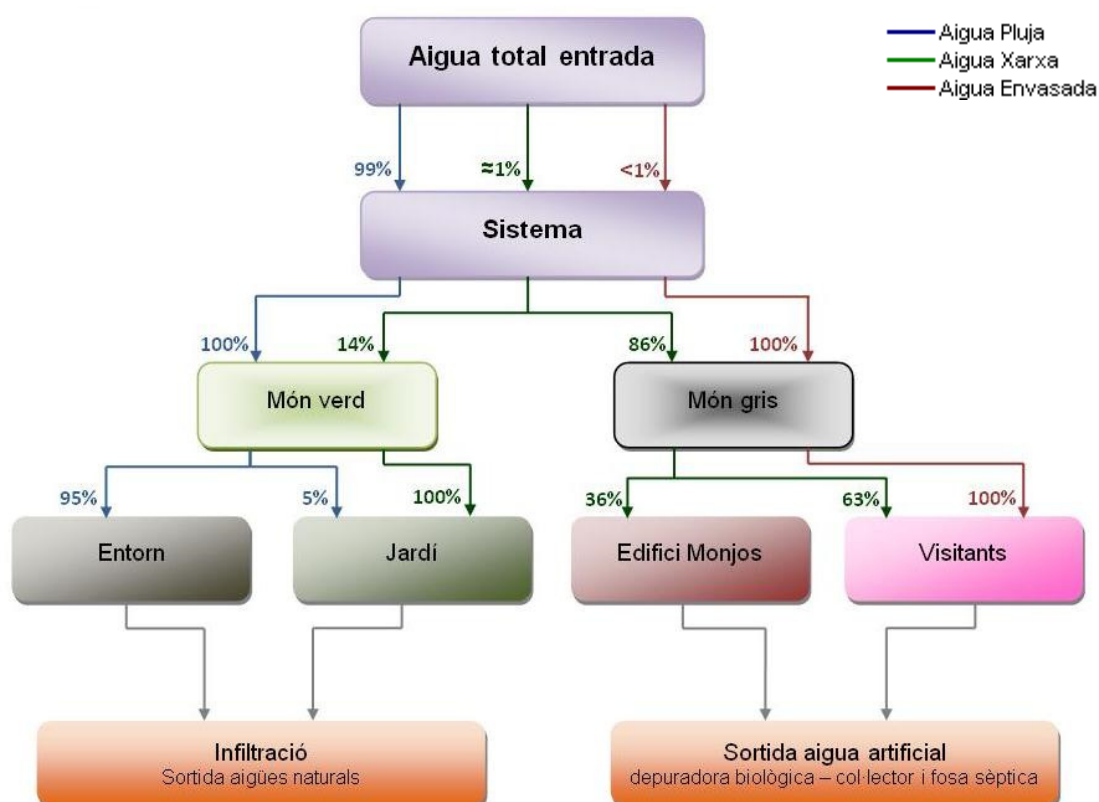


Figura 8.1 Diagrama sobre distribució de l'aigua segons font d'entrada al sistema.
Font: Elaboració pròpia

- Té 3 entrades d'aigua. Una entrada és natural i correspon a l'aigua de pluja. Les altres dues corresponen a la xarxa de subministrament d'aigua potable i la compra d'aigua envasada.
- El 99% de les aportacions d'aigua al sistema provenen de la pluja.
- Del total de l'aigua ploguda, el 95% va a parar a l'entorn natural, fent el cicle natural de l'aigua.
- El 5 % de l'aigua ploguda cau sobre el món gris, on no es recull i va a parar al jardí.

8.2 Món Verd

- Representa el 95% de la superfície del sistema.
- Tota la superfície del món verd és permeable.

8.2.1 Subsistema Entorn

- Tota l'aigua que rep prové de la pluja.
- Aquesta aigua realitza el seu cicle natural, permetent una qualitat ambiental de l'entorn acceptable.
- L'entorn es troba situat sobre terreny calcari, fet que dificulta l'acumulació d'aquesta aigua degut a l'elevada infiltració d'aquesta.
- Aquest subsistema no requereix d'aigua potable. La qualitat de l'aigua que rep és correcte per mantenir les seves funcions.

8.2.2 Subsistema Jardí

- Té dues entrades d'aigua.
- Rep el 5% de l'aigua de pluja que cau al sistema, i el 14% d'aigua potable de la xarxa de subministrament.
- Existeixen dos mètodes de reg. Al jardí del Palau es fa una regada a manta (per inundació). Al jardí del Ladrán.
- L'aigua manté el jardí en bon estat i millora la qualitat visual del lloc.
- El jardí no requereix aigua potable per mantenir la seva funcionalitat.
- Les espècies de plantes al jardí són adequades pel clima.

8.3 Món Gris

- Representa el 5% de la superfície del sistema
- Tota la superfície és impermeable.
- Les lectures dels comptadors, o no es fan o són errònies.
- No existeix cap aprofitament de l'aigua pluvial caiguda al món gris.
- Disposa de 3.774 metres quadrats de superfície apte per la captació d'aigua de pluja d'elevada qualitat

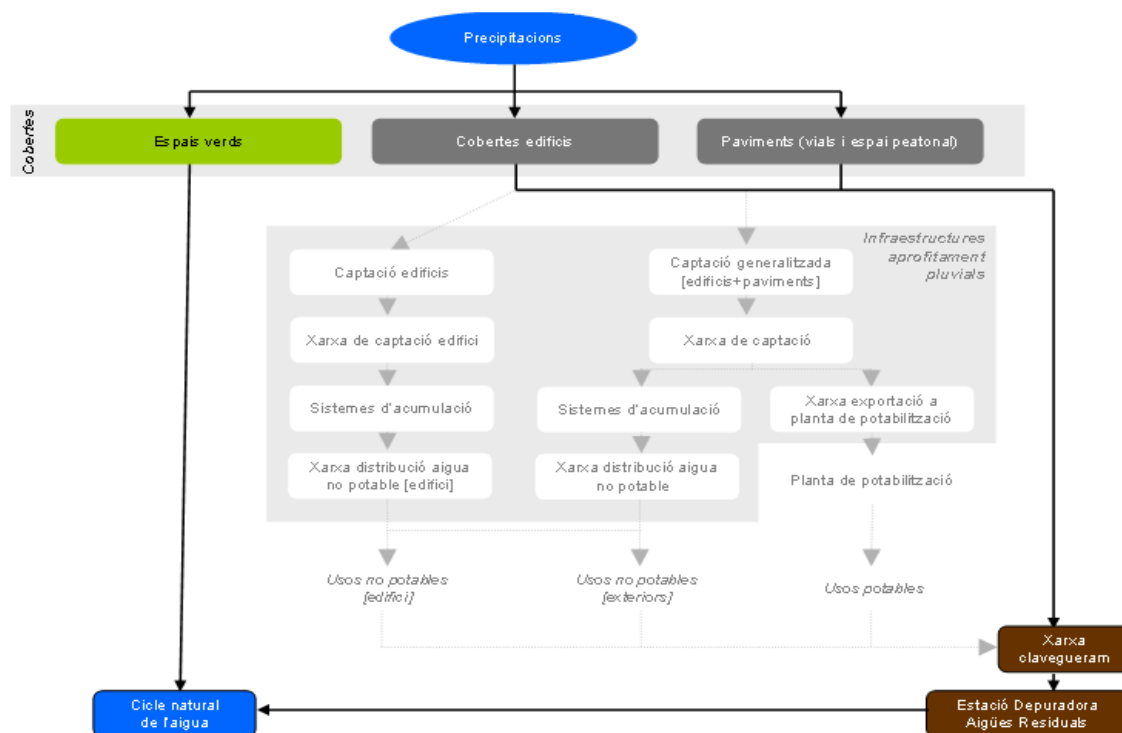


Figura8.2 Diagrama sobre estat actual d'aprofitament d'aigües pluvials. *Font: Elaboració pròpia a partir de "Estratègies de sostenibilitat prioritàries" X.Gabarrell, J. Rieradevall. 2009*

8.3.1 Subsistema Edificis Monjos

- Tota l'aigua que consumeix prové de la xarxa de subministrament i representa el 36% del total que rep el món gris.
- Consum de 130 lpd¹.

¹ Vidal, M. (2007) *Urbanització dispersa i nous usos de l'aigua: el cas de les piscines de la RMB*.

- Només el 15% d'aquest consum requereix que l'aigua sigui potable¹.
- Els consums d'aigua que no requereix una qualitat potable, tenen un marge d'estalvi del 40% amb l'aplicació de dispositius estalviadors.

8.3.2 Subsistema Espai Visitants

- Consumeixen tota l'aigua envasada que rep el sistema i el 63% de l'aigua de la xarxa de subministrament que arriba al món gris.
- Només l'aigua envasada la dediquen al consum.
- El 100 % de l'aigua que consumeixen de la xarxa de subministrament no cal que sigui potable.
- Els consums d'aigua que no requereixen una qualitat potable, tenen un marge d'estalvi del 40% amb l'aplicació de dispositius estalviadors

8.4 Fluxos

8.4.1 Flux endogen local pluja

- Es la principal aportació d'aigua al nostre macrosistema. Aporta el 99%.
- Degut a ser un flux no modificable per l'ésser humà, presenta molta variabilitat i irregularitat en les seves aportacions, fet que comporta un difícil aprofitament de tota l'aigua que incorpora al sistema
- La qualitat d'aquesta aigua la podem definir com a aigua de pluja d'elevada qualitat.²

8.4.2 Flux xarxa de subministrament

- Representa quasi l'1% restant de l'aigua total que rep el sistema. És un flux important degut a la qualitat potable de la seva aigua. D'aquest flux és d'on s'alimenta la majoria d'activitats i instal·lacions humanes.

¹ Segons l'OMS, només calen 20 lpd d'aigua potable

² Estimacions en base a Göbel et al., 2006.

- Segons els nostres càlculs, la quantitat que SOREA aporta al sistema segons les factures, és insuficient per mantenir el nivell de consum del monestir. Sospitem que existeix una lectura incorrecta dels comptadors d'aigua, ja que les factures es fan en base a estimacions, i SOREA ha avisat en nombroses ocasions de la impossibilitat de llegir els comptadors dins del monestir.

8.4.3 Flux aigua envasada

- Aquest flux és molt reduït, ja que només aporta el consum d'aigua potable que serà venuda al refectori als visitants del monestir.

8.5 Potencial d'autosuficiència hídrica

Aquest indicador mostra la capacitat del sistema de ser autosuficient amb els recursos hídrics endògens locals dels que disposa, que en el nostre cas es tracta només de la pluja caiguda.

Calcularem el PAH del sistema, en base a la capacitat de captació del sistema artificial edifici monjos, ja que és el que es troba pavimentat i té més facilitat a l'hora d'implementar sistemes de captació pluvial. A més, els sistemes naturals els considerem de per sí autosuficients ja que no han rebut l'impacte humà i el cicle hidrològic natural els regula.

Establirem el PAH en base els escenaris calculats a l'inventari.

Total consum Sistema artificial 2072m³

Total superfície captació pluvials d'elevada qualitat 3774m².

Coefficient d'escolament en aquesta superfície s'estima de 0,85¹ (RC típic de teules d'argila i paviments enrajolats amb pendent).

	Escenari 1 (669mm)	Escenari 2 (1070mm)	Escenari 3 (542mm)
Aigua pluvial d'elevada qualitat potencialment captable (m3)	2.146	3.432	1.739
PAH (%)	104	166	84

Taula 8.1. Potencial recollida d'aigua i índex d'autosuficiència assimilable pel sistema. *Font: Elaboració pròpia*

¹ OMS. (2001). *Guía de diseño para captación del agua de lluvia.*

Escenari 1.

$$[(0.669 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 0.85 \times 3774 \text{ m}^2) / 2072] \times 100 = 104 \%$$

Escenari 2.

$$[(1.07 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 0.85 \times 3774 \text{ m}^2) / 2072] \times 100 = 166 \%$$

Escenari 3.

$$[(0.542 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 0.85 \times 3774 \text{ m}^2) / 2072] \times 100 = 84 \%$$

Tal i com es pot observar, el nostre macrosistema és autosuficient hídricament ja que dona valors superior al 100% en qualsevol escenari, excepte en l'escenari de pluja escassa, on només ho seria el 84%.

No obstant, el principal problema que ens trobem és la variabilitat de les precipitacions al clima mediterrani, fet que fa poc viable poder captar tota l'aigua que plou i mantenir-la en bones condicions.

A més malgrat que hem agafat superfícies que són capaces de captar aigua d'elevada qualitat, aquesta no és apte per al consum humà.

Estudis previs declaren que l'aigua de pluja (excepte les dels primers litres que netegen la superfície) és usable per a qualsevol ús que no sigui consum i cuina.

En el sistema es pot arribar a estalviar molta aigua, ja que el consum directe (beure i cuinar) representa només el 15% del total.

9. Conclusions

Mitjançant els resultats i dades obtinguts en els apartats anteriors, s'ha pogut constatar l'estat actual de la gestió del cicle de l'aigua en el monestir budista Sakya Tashi Ling.

El fet que el sistema estudiat sigui un monestir budista amb una filosofia encarada al respecte de la natura, afavoreix la implementació de mesures que condueixin cap a la sostenibilitat hídrica.

No obstant, segons la situació actual en quant la gestió de l'aigua al monestir, no és possible assolir l'autosuficiència hídrica total.

Aquesta situació ve condicionada per un conjunt de factors mencionats a continuació.

Consum

Els sistemes de registre del consum d'aigua al monestir (comptadors d'aigua) no funcionen bé i/o presenten error en la seva lectura de dades. Aquest fet provoca problemes en la quantificació d'aigua consumida i és necessari basar-se en estimacions.

Per relacionar millor el consum d'aigua amb els visitants del monestir, caldria millorar els registres d'aquests, mitjançant un control de visites o algun sistema per comptar visitants.

El consum total d'aigua potable del sistema s'estima en 2.072m³/any, del qual el 54% (1123m³) pertany als visitants i el 46% (949m³) als residents. Aquest consum es fa al mon gris, excepte el 30% del consum dels residents (285m³) que s'usa per regar el jardí.

No s'ha detectat cap política o estratègia destinada a reduir els consums actuals d'aigua

El 55% del consum d'aigua dels residents pertany als lavabos, el 30% al reg, i el 15% restant a la neteja i consum directe.

El 95% del consum d'aigua dels visitants es fa als lavabos. La resta es per consum propi.

De totes les aixetes del sistema, el 54% porten perlitzadors poc eficients i el 46% restant no porten cap sistema d'estalvi.

Amb la substitució i instal·lació de nous perlitzadors, s'estalviaria un 30% i un 50% respectivament en el consum d'aigua de les aixetes.

Cap dutxa del sistema porta incorporat sistemes d'estalvi. Amb la instal·lació de reductors de cabal, s'estalviaria un 30% d'aigua a les dutxes

Tots els sanitaris del sistema son de doble descarrega però estan mal configurats. Una bona configuració de les descarregues que fa cada botó pot estalviar un 40% de l'aigua als sanitaris

El reg es fa per inundació en el 80% de la superfície enjardinada. Al 20% restant s'usa un sistema gota a gota. Amb la instal·lació d'un sistema de reg gota a gota a tot el jardí s'estalviaria un 60% (171m³) respecte el consum actual

Recursos pluvials endògens

Del total de la superfície que representa el nostre sistema, s'ha calculat que el 95% (21ha) correspon al entorn natural, on el seu sòl calcari no permet una acumulació superficial de l'aigua caiguda degut a l'elevada taxa d'infiltració d'aquesta terreny.

A més considerem que en aquest subsistema, l'aigua ja realitza funcions naturals com el manteniment de la vegetació i fauna, així com la recarrega d'aqüífers. Es per això que no es recomana cap actuació en aquest medi.

Del 5% restant de la superfície total, la meitat pertany al jardí i l'altre meitat al món gris.

Amb una superfície de 5590m², el món gris presenta superfícies pavimentades aptes per la captació d'aigua pluvial.

El urbanisme que presenta el mon gris permet que el 68% de la seva superfície (uns 3374m²) presenti unes característiques adients per captar aigua pluvial de qualitat.

En un escenari de precipitació mitja, la captació de pluvials en aquesta superfície es capaç de satisfer en quantitat tota l'aigua que es consumeix actualment al monestir.

No obstant, degut a que la qualitat d'aigua de pluja no es apte per a certs consums, es podria satisfer el 90% de l'aigua consumida.

Mitjançant la instal·lació d'una petita planta potabilitzadora d'aigua pluvial, el monestir budista seria totalment autosuficient amb els recursos hídrics.

Malgrat això, recomanem no eliminar la xarxa d'aigua potable externa per si es dona situacions d'escassetat de pluja o avaries en el sistema potabilitzador.

A més, el mon gris disposa de 1.816m² més de superfície parcialment pavimentada (formada sobretot per pàrkings i camins), la qual podria captar aigua pluvial de menor qualitat però apte per a certs usos com reg, neteja i agricultura entre d'altres.

Educació ambiental

No s'ha detectat cap programa d'educació ambiental ni per a monjos ni pels visitants

No hi cap tipus de senyalització respecte el millor ús d'aigua. Als sanitaris, no s'indica quin polsador fa la descarrega gran i quin la petita.

Degut als consums totals molt semblants entre residents i visitants, cal implementar programes i seminaris d'educació al consum responsable als residents, i instal·lar senyalització per als visitants.

10. Propostes de millora

10.1 Metodologia del projecte i seguiment.

A mesura que s'ha avançat en la realització del projecte, s'han anat constatant quins mètodes de treball han sigut adients i quins no. A continuació es proposa un conjunt d'accions que recomanem aplicar per tal de millorar futurs projectes o treballs de temàtica similar a la d'aquest.

Tecnològiques

- Major control i seguiment dels comptadors d'aigua, fet que permetria realitzar càlculs amb dades reals i no amb estimacions.
- Implementar un sistema fiable que permeti calcular el nombre de visitants.
- Realitzar mesures piezomètriques per tal d'establir els aquífers de la zona i la viabilitat de la seva explotació sostenible.

Socials

- Realitzar enquestes sobre la percepció de la gestió de l'aigua per part dels visitants.
- Realitzar mesures directes sobre visitants i residents per calcular els seus consums d'aigua i obtenir un període d'amortització de la implementació de sistemes d'estalvi més precís.

10.2 Millora en la gestió del sistema

Instal·lar dispositius amb major eficiència hídrica.

L'estat actual de monestir permet un ampli marge de millora en els punts de consum d'aigua.

En el mercat existeixen diferents tipus d'aixetes i sanitaris que segons els usos que tinguin poden ser més eficients o no (veure taula 10.1). A més també existeixen dispositius estalviadors instal·lables que permeten obtenir un estalvi d'aigua més o menys gran segons on s'instal·la.

Tipus d'aixetes

De Rosca



És l'aixeta menys eficient ja que són sistemes que molt sovint queden mal tancats i fan gotejar l'aixeta, comportant una pèrdua d'aigua de fins a 7 litres diaris. A més, les que compten amb doble rosca per a graduar la temperatura fan que el procés sigui lent i s'hi perdi una quantitat considerable d'aigua. Aquest tipus d'aixeta, però, compta amb un preu molt atractiu (poden arribar a preus inferiors als 10€), de tota manera, tan sols pot ser aconsellable instal·lar-les en llocs on el seu ús sigui molt esporàdic.

Monocomandament



És un sistema molt recomanat per a instal·lar-lo en cuines i dutxes, on interessa poder graduar la temperatura de l'aigua de manera ràpida i pràctica per a evitar al màxim les pèrdues d'aigua a l'hora d'obtenir la temperatura adequada per a l'aigua. El principal inconvenient que presenten és que si s'obre la sortida d'aigua quan el comandament està en mig (posició habitual ja que estèticament queda millor), s'obren els cabals d'aigua calenta i freda alhora en moments que pot ser, no sigui necessari l'ús d'aigua calenta. D'altra banda, tant l'obertura com el tancament funcionen de manera manual, fer que no són gens recomanables per a lavabos per a l'ús de públic. El PVP és molt divers, però sol rondar els 40€.

Electrònics



Són els dispositius més innovadors en aquest camp, tan sols fan fluir l'aigua en el moment que l'usuari es disposa a usar-la, ja que compten amb un sensor d'infraroig que detecta la presència d'algun objecte a la zona de rentat. És l'aixeta que permet obtenir major estalvi ja que només funciona quan es necessita: quan l'usuari deixa de rentar-se les mans, automàticament deixen de subministrar aigua. El principal inconvenient que presenten és l'elevat preu de compra (poden costar més de 180€) i el cost del seu manteniment també és considerable.

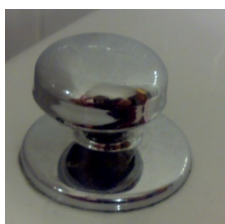
De pulsació



És la millor opció per a una infraestructura de lliure accés per al públic, ja que aquestes aixetes tenen programat un temps estàndard de rentat i s'aturen passats uns segons. L'atractiu preu que presenten fan que sigui una bona opció a considerar PVP: 45€

Tipus de cisternes

Convencional



Són les cadenes clàssiques, amb un únic polsador (que es prem o s'estira en funció del model) i genera una descàrrega sencera de tota l'aigua que conté la cisterna del vàter (entre 8 i 12 litres). Són sistemes poc eficients que a mesura del possible s'han d'anar substituint pels nous mecanismes que surten al mercat.

De flux interrompible



Aquests mecanismes permeten interrompre la sortida d'aigua a través d'una segona pulsació, de manera que poden ser els més eficients.

El principal problema que tenen aquests aparells és el desconeixement de si aquest sistema es troba instal·lat en el vàter. A més, la poca conscienciació fa que encara que es sàpiga que està instal·lada, per mandra l'usuari només el sol pulsar un cop i s'usen com si fossin pulsadors de descàrrega completa.

De descàrrega doble



Aquest sistema té programades dues descàrregues, en funció de l'aigua que es vulgui alliberar de la cisterna. Una descàrrega senzilla i una completa de la cisterna. El seu funcionament sol ser l'òptim en espais públics, però cal calibrar bé les descàrregues i informar quin botó és la descàrrega gran i quin la petita. És un sistema que té un cost molt similar als convencionals, tot i que l'estalvi d'aigua és considerable, el podem trobar al mercat al voltant de 35€.

Altres mecanismes d'estalvi d'aigua

Perlitzador o airejador



Es tracta d'un dispositiu molt econòmic, se'l pot trobar a les ferreteries a preus inferiors als 1,50€ i permet fer un estalvi d'aigua de fins al 50% respecte els mecanismes convencionals. S'instal·la a la boca de sortida de l'aigua en les aixetes i el seu funcionament consisteix en fer una barreja d'aire amb l'aigua que raja l'aixeta, fent d'aquesta manera que no hi hagi una pèrdua de pressió, però sí una important reducció en el consum de l'aigua. Quanta més pressió de sortida tingui l'aigua de l'aixeta, major estalvi.

Reductor volumètric de cabal



Aquests dispositius equivalen al sistema perlitzador però adaptat a les dutxes. S'instal·la entre l'aixeta i el dispositiu de sortida de l'aigua. El seu funcionament consisteix en la reducció del volum de pas de l'aigua, fent així augmentar la velocitat de pas i evitant una pèrdua de pressió. El preu també sol ser força competitiu, ja que el seu preu és inferior a 3€ en les ferreteries.

De capacitat reduïda



Tot i l'existència al mercat, de cisternes de capacitat reduïda (d'uns 6 litres de capacitat), també existeixen sistemes per a reduir considerablement la quantitat d'aigua de les descàrregues sense haver d'invertir amb nous sistemes de descàrrega. El sistema és ben senzill, s'adapta a la part inferior de la cisterna, retenint una part considerable del seu volum (35% d'estalvi d'aigua) sense fer perdre pressió a l'aigua de descàrrega.

Taula 10.1. Diferents tipus d'aixetes, vàters i dispositius estalviadors. *Font: Elaboració pròpia.*

Substitució d'aixetes.

En els lavabos públics estan instal·lades 12 aixetes monocomandament. Aquestes haurien de ser substituïdes per aixetes de pulsació, amb un temps de funcionament per pulsació de 15 segons.

Aparell	Quantitat	Cost unitari(€)	Cost total(€)	Estalvi respecte sistema actual	Amortització
Aixeta de pulsació	12	40	480	15%	Llarg Termini

Taula 10.2. Cost i amortització de la instal·lació d'aixetes de pulsació. *Font: Elaboració Pròpia.*

Dispositius d'estalvi

En el nostre sistema la instal·lació de perlitzadors, reductors de cabal i de cisterna età molt recomanat degut al seu baix cost i al potencial d'estalvi que presenten

En el cas dels reductors de cisterna, només caldria instal·lar-los si no es pogués calibrar bé els polsadors de doble descarrega dels sanitaris.

Aparell	Quantitat	Cost unitari(€)	Cost total(€)	Estalvi respecte sistema actual (%)	Amortització
Perlitzador cuina	8	1.05	8.40	50	Curt termini
Perlitzadors lavabo	31	1.05	32.55	50	Curt termini
Reductors Dutxes	24	2.90	69.60	30	Curt termini
Reductors cisterna	35	5.22	182.70	35	Mig termini

Taula 10.3. Cost i amortització de la instal·lació de dispositius d'estalvi. *Font: Elaboració Pròpia*

Millorar sistemes de reg

Actualment el jardí de la zona del Palau novella es rega a manta mitjançant manegues. S'exhauria d'implementar un sistema de reg per aspersió o gota a gota com es fa a la Residencia Nova, el qual es molt més eficient i permetria un estalvi del 60% en aigua de reg. No obstant, degut a la poca necessitat d'aigua dels jardins, es una mesura amb una amortització a llarg termini.

10.2.2 Captació aigües pluvials

El potencial de captació d'aigües pluvials del sistema estudiat es molt elevat i permetria arribar a nivells d'autosuficiència molt alt. No obstant, actualment aquest recurs està completament desaprofitat, per tant es necessari en un futur, implementar-ho:

Xarxa de captació

Tant en els apartats de inventari i de diagnosi, s'han plantejat superfícies les quals serien adients per captar aigua pluvial d'elevada qualitat. Aquestes superfícies ja presenten un grau d'inclinació i impermeabilitat adequat per collir aquestes aigües, per tant no requereixen cap inversió.

Només cal la instal·lació d'una xarxa de canaletes (en part ja feta en les teulades), que permetin fer arribar aquesta aigua als dipòsits d'aigua pluvials.

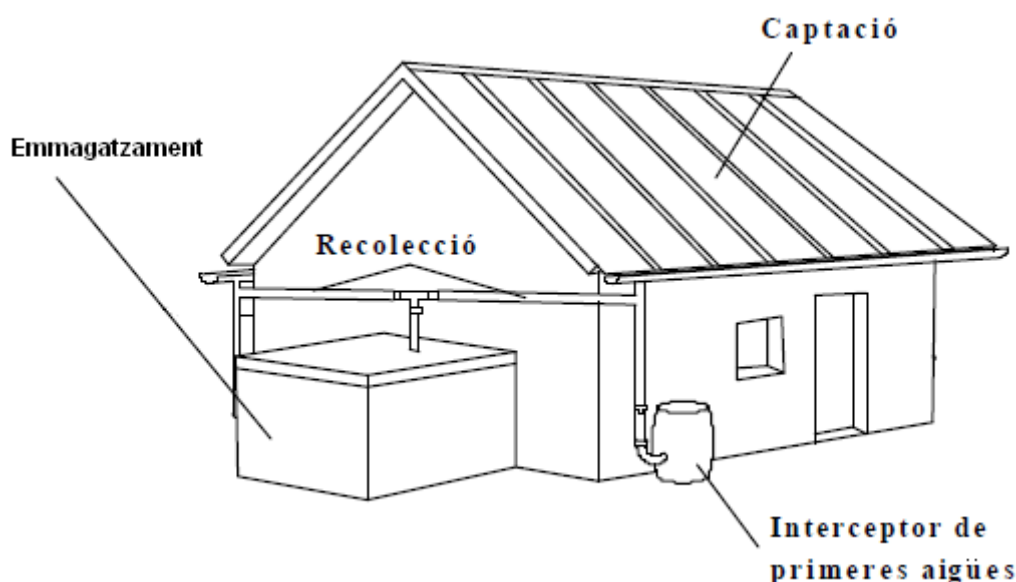


Figura 10.1 Dibuix esquemàtic sobre els processos de recollida d'aigua pluvial. *Font: elaboració pròpia en base a , OMS, 2001, Guía de diseño para captacion del agua de lluvia.*

Existeixen molts tipus de canaletes en el mercat. Aquestes han de ser lleugeres, resistents i impermeables, amb un diàmetre suficient per captar l'aigua de les teulades. Les més recomanables per resistència i manteniment són les metàl·liques. No obstant, les de PVC també tenen una durabilitat bona i són més econòmiques.



Figura 10.2 Fotografia canaleta de PVC. *Font: Elaboració pròpia*

Per tal d'eliminar les primeres aigües que solen ser de pitjor qualitat, existeixen mètodes molt simple per separar aquestes, tal i com es veu en la figura 10.3

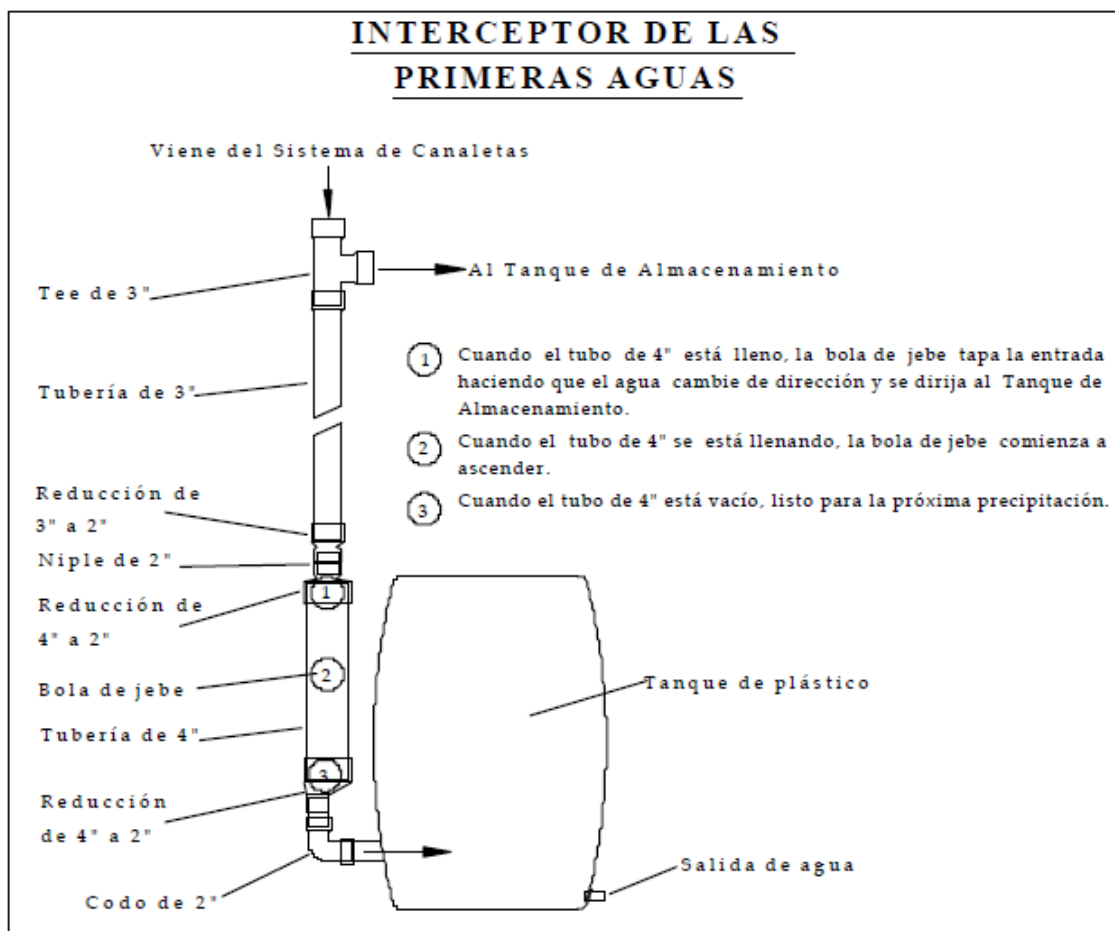


Figura 10.3. Mecanisme de recollició de les primeres aigües pluvials . Font: *GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACION DEL AGUA DE LLUVIA, OMS, 2001*

Dipòsits.

Alhora d'instal·lar dipòsits es va calcular els pics de pluja màxima mensual, per tal que es pogués recollir tota l'aigua d'aquests períodes. En la darrera dècada la mitjana de pics mensuals a l'estació de Begues fou de 194mm. Amb la superfície de captació del sistema, cal un dipòsit de 619m³ per captar aquesta quantitat d'aigua. No obstant, degut a que les primeres aigües es rebutgen, i que es suposa que no cau tota l'aigua en un dia i que aquesta es va consumint, s'ha estimat que amb un dipòsit de 500 m³ (o un conjunt d'ells que facin un volum de 500m³) es podria captar tota l'aigua que plou. Els preus d'aquest son molt elevats, de l'ordre de 30.000 euros, amb el que la inversió seria amortitzable a llarg termini.

Xarxa de distribució

Per tal de distribuir l'aigua pluvial emmagatzemada caldria implementar un sistema de distribució a tots els punts de consum d'aigua no potable. Es el procés més costós ja que al tractar-se d'un edifici ja construït, requereix fer obres.

A més també caldria instal·lar electrobombes per tal d'impulsar aquestes aigües recollides als magatzems, a punts de consum més alts.

10.2.3 Educació ambiental.

No menys important es intentar reduir el consum d'aigua al màxim. Es per això que cal implementar un conjunt d'estratègies per educar als visitants cap a un consum responsable, així com també conscienciar als propis residents sobre intentar obtenir el màxim estalvi, fet que facilitarà l'assoliment de l'autosuficiència hídrica del monestir.

Degut a que pràcticament es reparteix el consum a meitat i meitat entre visitants (54%) i residents (46%) es convenient l'aplicació d'un programa per tal d'educar als residents enfront al consum responsable, així com també fer una bona senyalització sobre els bons usos de l'aigua als visitants.

10.3. INDICADORS

Títol:

Consum diari d'aigua per resident

Definició:

Mesura de la quantitat d'aigua consumida diàriament, tant potable com no potable, de cada resident

Tendència desitjada:



Situació actual:

Consum d'aigua per resident.
130 l/dia

Estat:



Equació:

$$\frac{\text{Consum diari d'aigua dels residents}}{\text{Residents}}$$

Propostes de millora:

- *Control i seguiment dels comptadors d'aigua*
- *Instal·lació dispositius estalviadors d'aigua*
- *Educació als residents sobre consum responsable*
- *Millorar sistemes de reg*

Títol:

Consum d'aigua al món gris per visitant

Definició:

Mesura de la quantitat d'aigua consumida, tant potable com no potable, per part dels visitants durant la visita

Tendència desitjada:



Situació actual:

Consum d'aigua al món gris per visitant.
17.27 l/visita

Estat:



Equació:

$$\frac{\text{Consum d'aigua dels visitants}}{\text{Visitants}}$$

Propostes de millora:

- *Control i registre dels visitants*
- *Instal·lació dispositius estalviadors d'aigua*
- *Educació als visitants sobre consum responsable*

Títol:

Quantitat d'aigua pluvial usada al món gris respecte la capturada.

Definició:

Mesura de la quantitat d'aigua pluvial utilitzada dins dels consum del sistema artificial (mon gris), respecte la capturada i emmagatzemada.

Tendència desitjada:



Situació actual:

Quantitat d'aigua pluvial usada en el món gris:
0 m³

Estat:



Equació:

$$\frac{\text{Aigua pluvial capturada}}{\text{Aigua pluvial consumida}}$$

Propostes de millora:

- *Instal·lació d'una xarxa de captació d'aigua pluvial*
- *Instal·lació de dipòsits captadors d'aigua*
- *Instal·lació d'una xarxa de distribució d'aigua pluvial capturada*

Títol:

Autosuficiència hídrica

Definició:

Tracta la proporció de recursos hídrics endògens consumits en relació el consum d'aigua total consumida

Tendència desitjada:



Situació actual:

Actualment tot el consum d'aigua del mon gris prové de recursos hídrics externs.

Estat:



Equació:

$$\frac{\text{Recursos hídrics endògens consumits}}{\text{Consum total d'aigua}}$$

Propostes de millora:

- *Instal·lació dispositius estalviadors d'aigua*
- *Millorar sistemes de reg*
- *Captar i utilitzar l'aigua pluvial*
- *Educació als visitants i residents sobre consum responsable*
- *Instal·lar un sistema de captació emmagatzematge i distribució d'aigua pluvial en teulades i terrasses.*

Títol:

Percepció de l'eficiència en la gestió de l'aigua

Definició:

Mesurar la percepció dels visitants del monestir en quant a la gestió dels recursos hídrics d'aquest

Tendència desitjada



Situació actual:

No calculada

Estat:



Propostes de millora:

- *Realitzar enquestes semestrals al visitants per valorar la percepció*
- *Realitzar educació ambiental envers el consum responsable*
- *Mitjançant cartells i altres eines divulgatives, informar sobre els sistemes de estalvi que s'estan aplicant al monestir*

Títol:

Dispositius estalviadors instal·lats.

Definició:

Mesura de la quantitat de dispositius estalviadors instal·lats respecte el nombre total de punts de consum d'aigua on la seva instal·lació es adient.

Tendència desitjada:



Situació actual:

Dispositius estalviadors instal·lats respecte el total
Aixetes: 54% (poc eficients)
Sanitaris: 100% però mal configurats
Dutxes: 0%

Estat:



Equació:

$$\frac{\text{Dispositius estalviadors instal·lats}}{\text{Punts de consum}}$$

Propostes de millora:

- *Instal·lació de dispositius estalviadors als punts de consum on no hi ha.*
- *Substitució dels dispositius estalviadors actuals per uns més eficients*
- *Realitzar una bona configuració dels dispositius de doble descarrega dels sanitaris*

11. Bibliografia

Articles i publicacions

- Angrill, S. (2009) *Aprofitament de pluvials al barri La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda*.
- Diputació de Barcelona. Xarxa de municipis (2005) *Ordenança Tipus sobre l'Estalvi d'Aigua, Grup de Treball Nova Cultura de l'Aigua de la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat*. Barcelona.
- Domene, E. & Saurí, D. (2006) *Urbanisation and Water Consumption: Influencing Factors in the Metropolitan Region of Barcelona*.
- Farreny, R.; Rieradevall, J.; Barbassa, A.P.; Teixeira, B.; Gabarrell, X. (2008) *Water Intensity and Potential Water Self-Sufficiency Indicators Applied to the Retail Park Service Sector*.
- Fewkes, A. (2000) *Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalised approach*.
- X.Gabarrell, J. Rieradevall. 2009. *Estratègies de sostenibilitat prioritàries*
- Gabarrell, X.; Rieradevall, J.; Vicent, T.; Villalba, G.; Farreny, R.; Frankgou, M.; Oliver, J.; Sendra, C.; Borrós, M.; García, R. (2007) *Indicadores urbanos de autosuficiencia ambiental para agua, residuos, energía y materiales*.
- Göbel, P.; Dierkes, C.; Coldewey, W.G. (2006) *Storm water runoff concentration matrix for urban areas*.
- IPCC. (2008) *Document tècnic IV de l'IPCC. El canvi climàtic i l'aigua*.
- Kim, R.H.; Lee, S.; Lee, J. H.; Kim, Y.; Suh, J. Y. (2005) *Developing technologies for rainwater utilization in urbanized area*.

- López Vales, J.A, GEOMIN (2009). *Documents Monestir Budista Sakya Tashi Ling*
- Núñez, M.; Boada, M.; Rieradevall, J.; Gómez, F.J. (2004) *Diagnosi ambiental del Parc de Montjuïc*. Barcelona- UAB.
- Núñez, M.; Oliver-Solà, J.; Rieradevall, j.; Gabarrell, X. (2008). *Water Management in Integrated Service Systems: Accounting for Water Flows in Urban Areas*
- Nacions Unides (2009). *Framework Convention on Climate Change. Conference of the parties*.
- OMS. (2001). *Guia de diseño para captación del agua de lluvia*.
- Pachauri, R. K. (2008) *El cambio climático y el agua*. VIè Document tècnic VI de l'IPCC.
- PNUD. (2004) *Informe de desenvolupament humà*.
- Sauri, D. (2003) *Urbanismo y nueva cultura del agua: una relación necesaria*.
- Saurí, D. (2006) *Mirada local - Els usos de l'aigua a Catalunya*. Medi Ambient. La gestió integrada de l'aigua .
- Vidal, M. (2007) *Urbanització dispersa i nous usos de l'aigua: el cas de les piscines de la RMB*.
- X3 Estudis ambientals; Fundació Caixa Catalunya.(2008). *Pla de Gestió de l'entorn del Monestir Budista Sakya Tashi Ling*

Adreces d'Internet

Agència Catalana de l'Aigua

www.gencat.net/aca

Ajuntament de Sitges

www.sitges.cat

Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya

www.gencat.es/mediamb

Diputació de Barcelona

www.diba.es

Institut Cartogràfic de Catalunya

www.icc.cat

www.ortoxpres.cat

Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT)

www.idescat.cat

Institut Nacional d'Estadística

www.ine.es

Departament de Medi Ambient i Habitatge

<http://mediambient.gencat.cat>

Monestir Budista Sakya Tashi Ling

www.sakyatashiling.org/

Nacions Unides. Secció aigua

www.un.org/spanish/waterforlifedecade/unwater.html

Servei Meteorològic de Catalunya

www.metocat.cat

UNESCO. Secció Aigua

www.unesco.org/water/index_es.shtml

12. Pressupost

Hores personals:

Aquestes hores corresponen a la mà d'obra durant tot el projecte i cal multiplicar per tres ja que el grup està constituït per tres persones, per tant:

$$14 \text{ setmanes} \times 8 \text{ hores/setmana oficina} = 112 \text{ hores oficina}$$

$$112 \text{ hores oficina} \times 9 \text{ €/hora} = 1.008\text{€}$$

$$1.008\text{€} \times 3 \text{ persones} = \underline{\underline{3.024,00 \text{ €}}}$$

Hores treball de camp:

Aquestes hores corresponen a les hores que hem gastat visitant i treballant en el monestir Sakya Tashi Ling:

$$5 \text{ visites monestir} \times 5 \text{ hores/visita treball camp} = 25 \text{ hores treball camp.}$$

$$25 \text{ hores treball camp} \times 18 \text{ €/hora} = 450 \text{ €}$$

$$450 \text{ €} \times 3 \text{ persones} = \underline{\underline{1.350,00 \text{ €}}}$$

$$1 \text{ visita a empresa subministrament dispositius estalviadors} \times 2 \text{ hores} = 2 \text{ hores}$$

$$2 \text{ hores} \times 18 \text{ €/hora} = 36 \text{ €}$$

$$36 \text{ €} \times 2 \text{ personas} = \underline{\underline{72,00 \text{ €}}}$$

$$\text{Suma cost treball de camp} \rightarrow 1.350 \text{ €} + 72 \text{ €} = \underline{\underline{1.422,00 \text{ €}}}$$

Transport

En aquest punt calcularem el cost del quilometratge, considerant els desplaçaments (anada i tornada) tant al *Monestir* com a *VM sistemas de Ahorro de Agua*, fixant com a punt de sortida la UAB.

Per fer els càlculs cal tenir en compte que el transport s'ha realitzat en automòbil, concretament en cotxe (dièsel) degut a que la

localització del sistema d'estudi feia difícil compaginar-ho amb transport públic.

5 visites monestir x 100 km (anada i tornada) x 0,28 €/Km = **140,00 €**

1 visita a empresa subministrament dispositius estalviadors x 46 km
(anada i tornada) x 0,28 €/Km = **12,88 €**

Suma costos transport → 140€ + 12,88€ = 152,88 €

Material

I per últim en aquest apartat calcularem els diners que ens hem gastat en material pel projecte.

Paquet de 500 fulls de paper 100% reciclat → **4,00 €**

2 cartutxos de tinta negra HP21 → 26.80 € x 2 = **53,60 €**

1 cartutxo de tinta de color HP22 → 27.60 € x 1 = **27,60 €**

1 Paquet bolígrafs Bic → **2,50 €**

Suma costos material → 4,00€ + 53,60€ + 27,60€ + 2,50€ = 87,70 €

Recurs	Consum Total (€)
Hores Personals	3.024,00
Hores Treball de Camp	1.422,00
Transport	152,88
Material	87,70
Quota UAB (20%)	937,32
Total sense impostos	5.623,90
IVA (16%)	899,82
Total	6.523,72

ANNEX



París, 42
 08029 BARCELONA
 Tel. 93 322 36 70 – 93 444 21 20
 Fax: 93 321 15 94
 e-mail: vm@ahorroagua.es
 www.ahorroagua.es

Vicente Martínez Moliner NIF 37 156 910 L

PRESUPUESTO

<u>A/A</u>	Silvia/Arnau/Andres	<u>CLIENTE:</u> PROYECTE CIENCIAS AMBIENTALS			
TEL.					
e-mail	ambientologo87@gmail.com				
Nº presupuesto	3473	FECHA: 14/01/2010			
<u>CODIGO</u>	<u>DESCRIPCION ARTICULO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO U.</u>	<u>DTO. %</u>	€
	De 2000 a 5000 Unidades				
VM-150	ECO-Reductor de Grifo 22x1 7lt/min	32	0,90		28,80
VM-151	ECO-Reductor de grifo 24x1 7lt/min	8	0,90		7,20
VM-LTC	ECO-Regulador de ducha 1/2"x1/2"	24	2,50		60,00
VM-305	ECO-Regulador cisternas WC	35	4,50		157,50
				subtotal	253,50
				16%IVA	40,56
				TOTAL	294,06
Observaciones:					
<u>PLAZO DE ENTREGA</u>					
FORMA DE PAGO		CONTADO			
CUENTA					
PORTES PAGADOS					

L'aigua: estructura, propietats i cicle

L'aigua és un dels pilars bàsics sobre els que s'assenta tota possibilitat de vida, si més no de la vida tal i com nosaltres la coneixem. Aquest fet no ha passat desapercebut al llarg de la història, i ja des de la Grècia clàssica es va començar a creure en la importància d'aquest compost. Així, Tales de Milet (624 a.C.-548 a.C. aprox.), a qui es pot considerar el primer científic de la història, va formular la idea següent: *"No l'home sinó l'aigua, és la realitat de les coses"*, que si bé no es pot estendre a tots els camps, va ser el primer enunciat pròpiament científic que es va formular. Posteriorment Aristòtil (384 a.C.-322 a.C.), qui va ser l'iniciador de la biologia, va considerar l'aigua un dels cinc elements que componen l'Univers. Però no ha estat fins a l'aparició de la ciència moderna que s'ha pogut demostrar realment que l'aigua és important per a tots nosaltres i per al desenvolupament de la vida.

El diccionari¹ dóna, en la seva primera accepció, la següent definició d'aigua:

"Substància formada per la combinació d'un volum d'oxigen i dos d'hidrogen, líquida, inodora, insípida, en petites quantitats incolora. És el component més abundant de la superfície terrestre i més o menys pur, forma la pluja, les fonts, els rius i els mars: és part constituent de tots els organismes vius i apareix en compostos naturals".

En aquesta definició es fa referència a els aspectes estructurals de l'aigua, així com a la seva aparença, la importància que té per als éssers vius i a la seva disposició i moviment dintre del sistema Terra. Tots aquests aspectes seran explicats i ampliat a continuació.

El primer que cal tenir en compte és que l'aigua no és una biomolècula orgànica. En primer lloc, perquè no conté carboni, que és l'element comú en totes les molècules orgàniques (només el trobem en una biomolècula inorgànica en el cas del diòxid de carboni). En segon lloc, perquè així com l'existència de la vida depèn de l'aigua, l'existència de l'aigua no depèn de la vida, de manera que mai podrem trobar vida on no hi hagi aigua però sí que podrem trobar aigua on no hi hagi vida. Això demostra que l'aigua no és exclusiva dels éssers vius, i per tant no es pot considerar una biomolècula orgànica, sinó inorgànica.

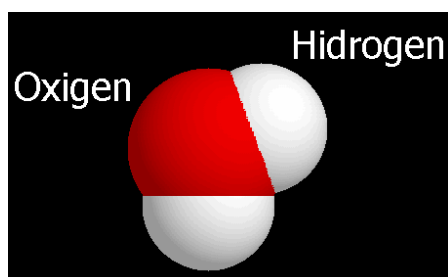
Centrem-nos ara en els motius pels quals l'aigua és tan imprescindible: per tots és sabut que els primers éssers vius van aparèixer precisament a l'aigua, un medi que, per les seves característiques, ofería més possibilitats de sobreviure que qualsevol altre. Posteriorment l'evolució es va encarregar de fer possible la subsistència en medis no aquàtics; malgrat això, no va treure a l'aigua la seva importància en els processos biològics. Només cal pensar que totes les reaccions químiques que tenen lloc als organismes, i que són la base de la vida, tenen lloc al si de l'aigua. Per això no és d'estranyar que nosaltres, els humans, que vam separar la nostra línia evolutiva de la dels éssers aquàtics en temps remots, estem constituïts per aigua en un 70%.

¹ Diccionario de la Real Academia Española (vigèsima segona edició)

Però, quines són les característiques de què gaudeix l'aigua per ser tan imprescindible per a la vida? Per respondre aquesta pregunta primer cal fixar-se en la seva estructura.

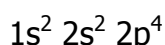
Estructura de l'aigua

L'aigua és un compost¹ format per hidrogen i oxigen en una proporció de 2:1, on 2 correspon als hidrògens i 1 a l'oxigen (imatge I).



Imatge I: Representació d'una molècula d'aigua

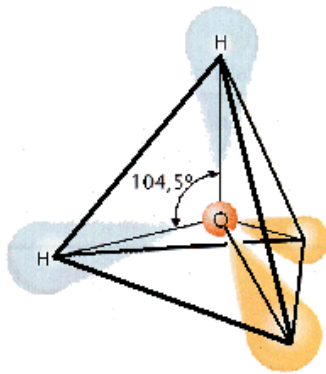
Això es deu a que la configuració electrònica de l'oxigen (de nombre atòmic $Z=8$) és la següent:



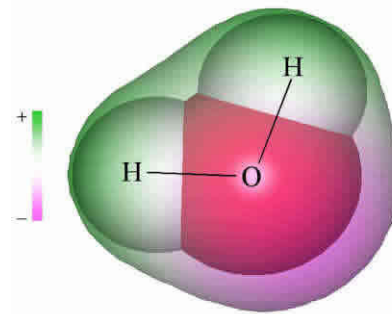
Segons aquesta configuració, l'oxigen té sis electrons al seu últim nivell (el nivell 2). Per aquest motiu tendeix a formar dos enllaços covalents simples (o un de doble) amb altres elements o amb un altre àtom d'oxigen per així aconseguir la configuració d'un gas noble ($s^2 p^6$ a l'últim nivell). En la molècula d'aigua es formen dos enllaços covalents simples amb àtoms d'hidrogen (que al tenir configuració electrònica $1s$ poden formar un enllaç covalent per adquirir la configuració de l'heli, gas noble). Així, l'oxigen comparteix amb l'hidrogen un parell d'electrons, mentre que els altres dos parells queden sense compartir. Aquest fet condiona la geometria de la molècula, ja que aquesta no és plana, sinó que es distribueix a l'espai. Els components de la molècula tendeixen a situar-se el més allunyats possible els uns dels altres, cosa que provoca que les molècules que formen enllaços amb àtoms del mateix element i no tenen electrons desaparellats es distribueixin en formes geomètriques perfectes. Així, el fluorur de bor (BF_3) o el clorur de bor (BCl_3) es disposen en forma triangular plana, el tetraclorur de carboni (CCl_4) o el metà (CH_4) ho fan en forma tetraèdrica, etc. En el cas de l'aigua això no és possible, ja que segons el model de les repulsions dels parells d'electrons de la capa de valència (RPECV) la força de repulsió que fan els parells d'electrons és diferent a la que fan els hidrògens. D'aquesta manera, els components de la molècula no es disposen a l'espai el més allunyats possible, formant un tetràedre, sinó que ho fan de forma irregular, formant una estructura piramidal, en la que l'angle H-O-H té un valor de $104,5^\circ$ (imatge II). Aquest fet determina una característica de la molècula d'aigua: la

¹ Per "compost" entenem una substància pura que està formada per components diferents. Així, avui sabem que els personatges històrics esmentats anteriorment (Tales de Milet i Aristòtil) cometien un error al qualificar l'aigua d' "element", que per definició és una substància pura formada per un únic component.

polaritat. A tota molècula (excepte a les que uneixen àtoms iguals) es produeix un moment dipolar entre dos elements enllaçats (hi ha una diferència en l'electronegativitat dels dos elements i això provoca que els electrons compartits siguin atrets amb més força cap al component més electronegatiu). Si la geometria de la molècula fa que aquests vectors s'anul·lin (com en el cas de les molècules lineals o tetraèdriques) no hi ha polaritat, i per tant la molècula no presenta dos pols elèctrics. En el cas de l'aigua, la seva geometria piramidal no anul·la els moments dipolars, de manera que presenta un pol lleugerament negatiu, corresponent a l'oxigen (més electronegatiu que l'hidrogen) i un pol lleugerament positiu, corresponent als hidrògens (imatge III). De totes maneres, la càrrega neta de la molècula és neutra.

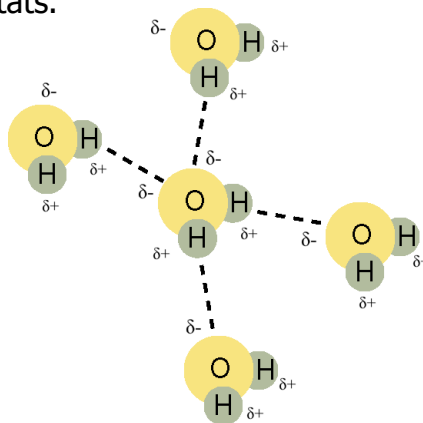


Imatge II: estructura piramidal de l'aigua, representades en blau les forces dels hidrògens i de groc les dels electrons



Imatge III: càrregues parcials de la molècula d'aigua

Al ser l'aigua una molècula polar (o dipolar) presenta un comportament especial quan es troben juntes una gran quantitat d'aquestes molècules (que és la majoria de vegades). Com ja hem dit, cada molècula consta d'un pol positiu i un de negatiu. Quan es troben varies molècules d'aigua, els pols oposats d'aquestes s'atreuen i els iguals es repel·leixen. L'atracció entre els hidrògens d'una molècula (positius) i l'oxigen d'una altra (negatiu) dona un enllaç de caràcter dèbil i, a temperatura ambient, de curtíssima duració: és l'anomenat pont d'hidrogen (imatge IV). En l'aigua líquida en tot moment es van establint i destruint punts d'hidrogen, de manera que es crea com una xarxa d'enllaços canviants que donen a l'aigua les seves propietats.



Imatge IV: molècules d'aigua unides per punts d'hidrogen

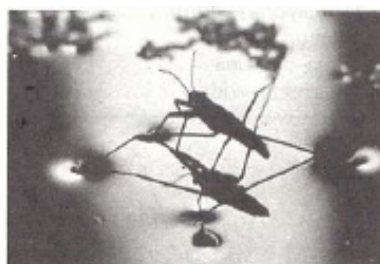
Propietats fisicoquímiques de l'aigua

- Elevada calor de vaporització: per passar d'estat líquid a gasós, l'aigua necessita una gran quantitat¹ d'energia (normalment en forma de calor). Això es deu que per passar a estat gasós l'energia cinètica que han d'adquirir les molècules ha de permetre trencar tots els ponts d'hidrogen (ja que l'estat gasós s'aconsegueix quan les molècules tenen certa llibertat de moviment). Així, la calor que cal per aconseguir la vaporització de l'aigua és més elevada que la necessària per passar a estat gasós altres substàncies no polars.

- Elevada calor específica: la calor específica es defineix com a la quantitat d'energia, expressada en Joules (J), necessària per incrementar en 1°C una unitat de massa de la substància (expressada en kg). La calor específica de l'aigua és de 4184 J/kg °C, i en comparació amb altres substàncies es pot considerar alta. La causa d'això és que els ponts d'hidrogen existents entre les molècules d'aigua alliberen energia quan es formen i n'absorbeixen quan es destrueixen, de manera que redueixen al mínim els canvis de temperatura en la massa general d'aigua. Això convertirà l'aigua, com veurem posteriorment, en un bon amortidor tèrmic.

- Elevat moment dipolar: el fet que el caràcter dipolar de la molècula sigui considerable la converteix en un dissolvent gairebé universal per a totes les substàncies que contenen enllaços iònics (explicat amb més detall a l'apartat següent).

- Elevada força de cohesió-adhesió: els ponts d'hidrogen, malgrat ser poc estables i trencar-se i formar-se contínuament, mantenen unides les molècules d'aigua. Això provoca que la seva superfície oposi molta resistència al trencament. És l'anomenada "tensió superficial", que dona a les gotes d'aigua la seva forma característica i permet a alguns animals aguantar-se a la seva superfície sense enfonsar-se (imatges V i VI). Això també converteix l'aigua en un líquid pràcticament incompressible, poc viscos i lubricant.



Imatges V i VI: diferents éssers vius (a l'esquerra el sabater, un insecte; a la dreta un vertebrat) aprofiten la tensió superficial de l'aigua per mantenir-se, i fins i tot córrer, sobre la seva superfície sense enfonsar-se.

- Baixa densitat en estat sòlid: al contrari que la majoria de compostos,

l'aigua en estat sòlid és menys densa que en estat líquid. Això es deu també a l'acció dels ponts d'hidrogen: en estat líquid aquests són molt variables i en tots

¹ Aquesta calor de vaporització correspon a 100°C (373 K), i podem qualificar-la d'*elevada* si la comparem amb la d'altres substàncies que podríem dir que són equivalents a l'aigua, com ara el sulfur d'hidrogen (H₂S).

moments es formen i es destrueixen. Però a mida que disminueix la temperatura, l'energia cinètica de les molècules d'aigua també disminueix. Això provoca que els ponts d'hidrogen s'estabilitzin, de manera que quan l'aigua es congela (a 0°C o 273 K) aquests enllaços són permanents. Això fa que es formi una xarxa estable, que ocupa més espai que la xarxa inestable d'enllaços d'hidrogen de l'aigua líquida. Si per a la mateixa massa el volum és superior, la densitat de l'aigua en estat líquid és menor que en estat sòlid. Aquest és el motiu pel qual el gel sura sobre l'aigua. Aquest fet proporciona grans avantatges als éssers vius que habiten zones aquàtiques on hi ha risc de baixes temperatures. Quan un llac, per exemple, es veu sotmès a temperatures sota zero, l'aigua es congela. Però aquest gel no s'enfonsa, sinó que sura i ocupa tota la superfície del llac. D'aquesta manera, la capa de gel actua com a aïllant, mantenint l'aigua de sota a una temperatura adient per a la supervivència dels organismes que hi viuen, que, d'altra manera, moririen congelats.

Funcions biològiques de l'aigua

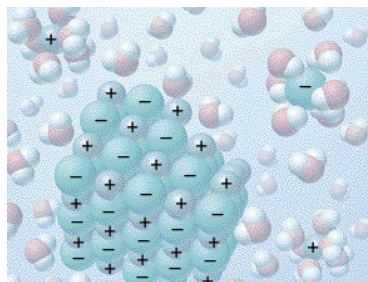
Les propietats esmentades anteriorment fan de l'aigua un component idoni per formar part dels éssers vius. Les funcions que té dintre d'aquests i en el seu ambient són les següents:

- **Funció termoreguladora:** d'una banda, l'elevada calor específica de l'aigua permet mantenir en els organismes un temperatura constant (ja hem dit que l'aigua és un bon amortidor tèrmic). Aquest fet és molt útil per als animals endotèrmics (els mamífers i les aus), ja que permet mantenir constant la seva temperatura corporal per així dur a terme correctament les seves funcions vitals. D'altra banda, l'alta calor de vaporització de l'aigua també té aquesta funció termoreguladora. Així, per exemple, permet que la suor refredi el cos quan s'evapora.

- **Funció dissolvent:** com hem comentat anteriorment, el fet que la molècula d'aigua sigui polar converteix aquest compost en un dissolvent quasi universal. És capaç de dissoldre substàncies iòniques, ja que aquestes són polars (es formen per la unió d'un element poc electronegatiu amb un de molt electronegatiu). Aquestes substàncies formen cristalls, com el clorur de sodi, molt solubles a l'aigua (imatge VII). Així mateix, l'aigua és capaç de dissoldre algunes substàncies no polars.

- **Funció estructural:** l'elevada força d'adhesió-cohesió de les molècules d'aigua permet mantenir la forma i el volum de les cèl·lules i regula els canvis i deformacions que pugui patir el citoplasma. Això permet, per exemple, l'ascens de saba pels vasos conductors dels vegetals.

- **Funció mecànica:** com que és un dissolvent quasi universal, l'aigua pot adquirir diferents graus de viscositat, tot depenent de la concentració de substàncies que tingui. Això li permet actuar com a lubricant i amortidor dels moviments bruscos que poden produir-se en articulacions, músculs i tendons. A més permet donar flexibilitat i elasticitat als organismes.



Imatge VII: es pot observar com els hidrògens de l'aigua atreuen els anions de la sal i els oxígens els cations, tot dissolent el cristall original. Aquesta propietat permet a l'aigua transportar substàncies dissoltes per l'interior dels organismes, ja siguin nutritives o de rebuig. A més permet que les reaccions metabòliques de les cèl·lules tinguin lloc en el seu si.

- **Funció química:** la dissociació iònica¹ de l'aigua li permet formar part de les reaccions químiques dels organismes, ja sigui aportant ions oxoni com hidroni. A més, l'aigua és l'aportadora d'hidrògens en els processos fotosintètics.

Finalment, la transparència de l'aigua permet la filtració de la llum a través seu, de manera que fa possible els processos fotosintètics (i per tant gran part de la vida), fins on la profunditat pren certs valors².

El cicle de l'aigua.

L'aigua és un recurs limitat, i diem limitat en lloc d'escàs perquè si utilitzem el terme "escàs" s'indueix al lector a pensar que és un recurs que s'acabarà i que per tant ha d'anar a proveir-se d'ell amb urgència. El terme "limitat", en canvi, és més adient per referir-nos a un recurs que es tracta a escala planetària.

L'aigua ocupada pels mars i oceans suposa el 71% de la superfície de la Terra.

Tot hi que el subministrament d'aigua s'ha mantingut constant durant milions d'anys, l'aigua és el material més actiu de la Terra. Es mou constantment degut a l'acció del Sol i a la forma de la Terra.

L'aigua es troba en diferents estats a tota la Terra i en les proporcions següents:

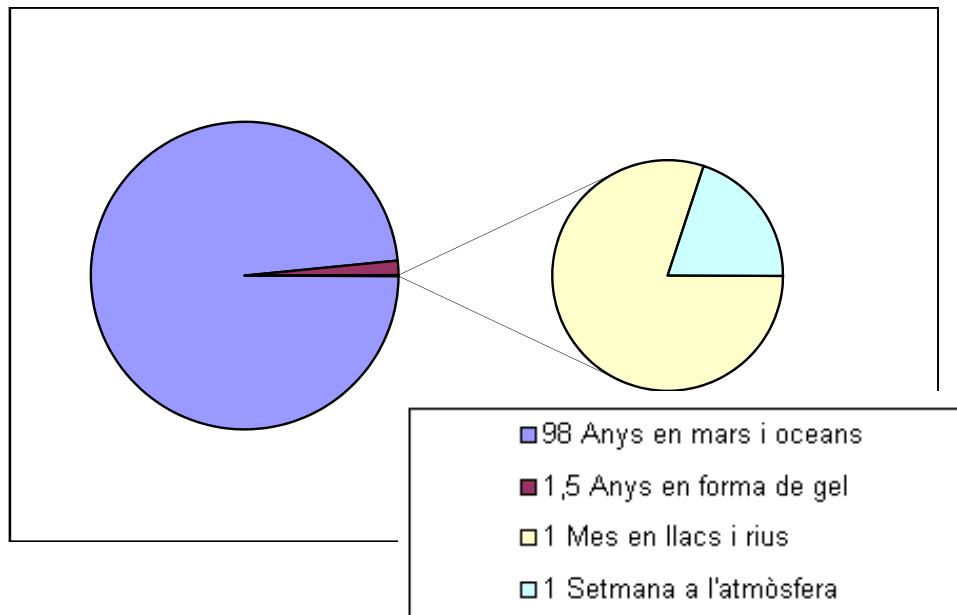
- El 97% de l'aigua es troba als oceans i és salada.
- El 3% d'aigua és dolça, importantíssima per a la nostra supervivència.
 - D'aquesta el 78% està emmagatzemada a l'Antàrtida i a Groenlàndia. Aproximadament el 21% de l'aigua dolça de la Terra és aigua emmagatzemada en sediments i roques sota la superfície de la Terra.
 - L'aigua dolça que veiem als rius i llacs forma part de menys de l'1% de l'aigua dolça i menys del 0,1% de la totalitat d'aigua de la Terra.
 - Encara una part més petita d'aigua és la que es troba a l'atmosfera i als éssers vius.

¹ La dissociació iònica és la possibilitat de l'aigua de tenir una concentració d'ions hidroni (H^+) i oxoni (OH^-), que provoquen en una dissolució un caràcter àcid i bàsic, respectivament.

² La llum penetra fins a una profunditat aproximada de 200 m (a les masses d'aigua oceànica). Aquesta zona, anomenada "fòtica", és la que presenta una major quantitat i varietat de vida.

L'aigua dels núvols retorna a la terra en forma de precipitacions (ja sigui en forma de pluja, granit o neu) i grans quantitats d'aigua retornen a l'atmosfera degut a evapotranspiració (suma dels processos d'evaporació i transpiració que aporta vapor d'aigua a l'atmosfera).

S'estima que en 100 anys, una sola molècula d'aigua (formada per una unitat d'oxigen i dues d'hidrogen) passa 98 anys a l'oceà, 1,5 anys en forma de gel (ja sigui en glaceres, casquets polars o en forma de neu), 1 mes en llacs i rius i menys d'una setmana a l'atmosfera (gràfic 2).



Gràfic 1: Gràfic del temps que passa una molècula d'aigua en els diferents estats.

La Terra es va formar fa 4.500 milions d'anys, i les altes temperatures van fer que tota l'aigua es trobés en forma de vapor, quan la Terra va refredar-se per sota del seu punt d'ebullició de l'aigua grans precipitacions van omplir d'aigua les parts més baixes de la superfície formant els oceans.

L'aigua es troba en constant moviment. Passa d'una reserva a una altra a través del procés d'evaporació, condensació i precipitació. La força motriu d'aquest cicle hidrològic és el Sol, que aporta l'energia necessària per a l'evaporació.

L'aigua canvia el seu estat i passa de líquid a gas quan s'evapora dels oceans, llacs, rius, i també dels éssers vius (mitjançant la transpiració) aspecte especialment important en àrees com les forestals. La gran majoria d'aigua s'evapora dels oceans, que són la major reserva d'aigua líquida. La quantitat d'aigua en forma de vapor que es troba a l'aire es coneix com a humitat.



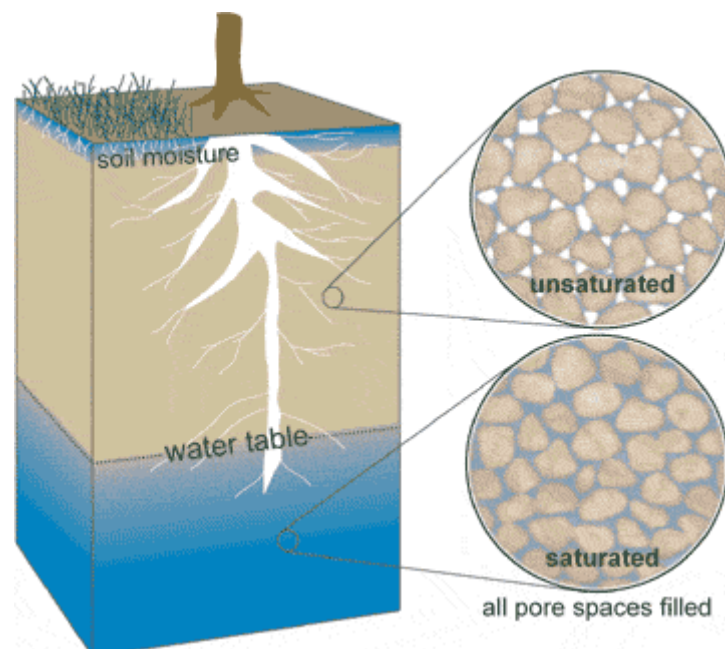
Imatge VIII: Esquema del cicle de l'aigua

Un cop l'aigua es troba a l'aire, circula per l'atmosfera. Quan un paquet d'aire s'eleva i es refreda, l'aigua en forma de vapor es condensa i es converteix en aigua líquida al voltant de partícules similars a la pols. Aquest tipus de condensació s'anomena "condensació nucleica".

Les gotes que se'n deriven són més petites que les gotes de pluja i, per tant, massa poc pesats per a formar precipitació. Aquestes petites gotes d'aigua creen els núvols, i a mida que aquestes circulen dins dels núvols i s'uneixen a altres gotes van augmentant el seu volum, fins que hi ha un moment en què són suficientment pesades com per a caure en forma de pluja, neu o gel. Tot hi que la quantitat de precipitacions varia en les diferents zones de la Terra, l'evaporació i la precipitació queden globalment contrarestades. Per aquest motiu, l'augment de la temperatura global de la Terra és un factor que podria causar un augment global en la quantitat d'aigua evaporada i per tant causaria una precipitació total major.

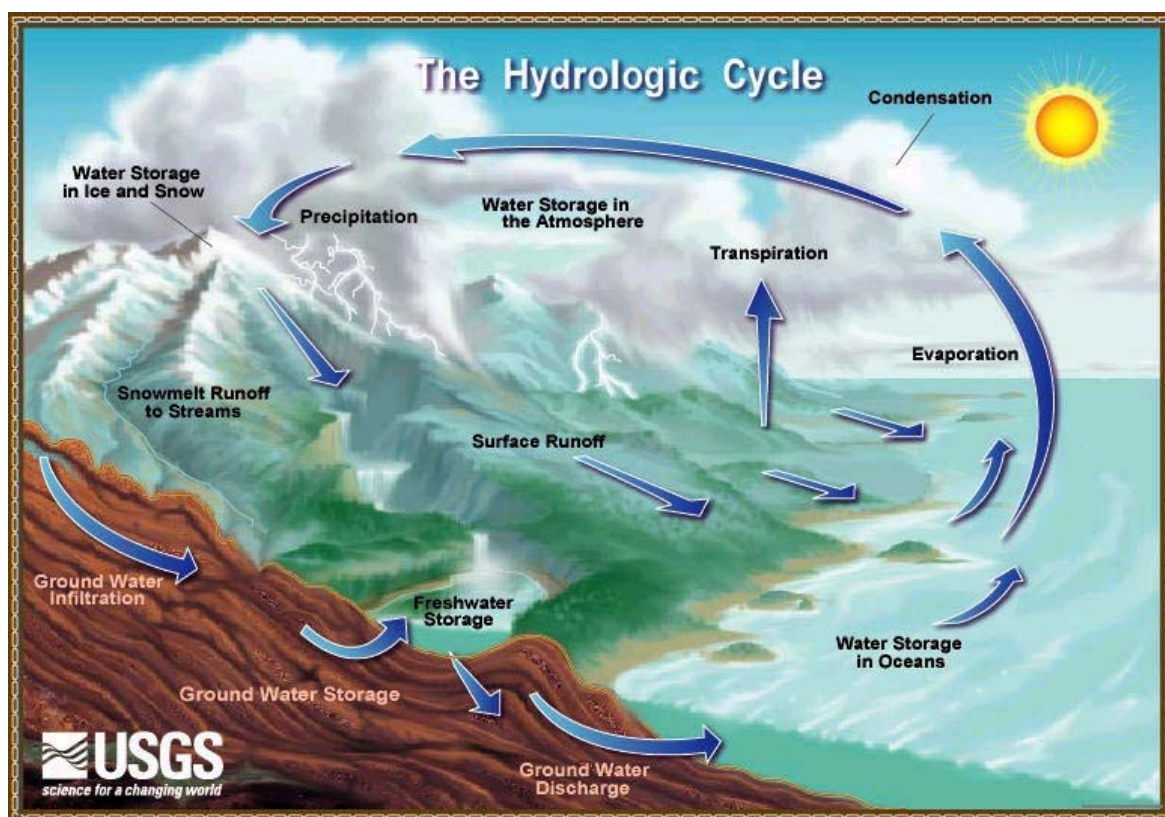
La major part de l'aigua que cau en les precipitacions ho fa als oceans, però també n'hi ha una part que ho fa al sòl, i és en aquest moment quan l'aigua emprèn un dels diversos camins del cicle hidrològic. Una part de l'aigua va cap al sòl i les plantes, una altra part va a parar als rius i llacs, una petita part es filtra a la reserva del subsòl terrestre, i una altra petita part cau a les glaçares i s'acumula en forma de gel.

La quantitat d'aigua que és absorvida pel sòl terrestre depèn de diversos factors: la quantitat i la intensitat de la precipitació, la condició anterior del sòl, la inclinació del paisatge i la presència de vegetació son alguns dels factors que intervenen a l'hora de realitzar-se la filtració de les aigües cap al subsòl. L'aigua que es troba al subsòl serveix d'abastament d'aigua als vegetals. Aquestes reserves d'aigua subterrànies s'anomenen aqüífers (imatge IX). L'aigua dels aqüífers viatja a través dels porus de les roques fins a arribar als rius, i aquests desemboquen l'aigua als oceans.



Imatge IX: Aqüífer. Es pot observar com l'aigua omple els espais porosos entre els sediments de les roques.

La part de l'aigua que precipita en forma de neu a les regions glacials pren un camí diferent al cicle de l'aigua i s'acumula a les glaceres. Aquesta aigua anirà relliscant a poc a poc fins arriba a les valls.



Imatge X: Esquema detallat del cicle de l'aigua.

A1. Principis espirituals de la Comunitat Sakya Tashi Ling

Principis i criteris del Budisme Vajrayana

El coneixement Budista es fonamenta en la fenomenologia de l'experiència en primera persona a través de la contemplació: el mètode de la contemplació és la pràctica empírica de la introspecció sostinguda per un entrenament tècnic i una posada a prova de la fiabilitat de les experiències. Quan les experiències meditatives són vàlides es consideren lleis universals.

A partir de l'experiència interna de l'individu es desenvolupen les principals teories filosòfiques del budisme, de les que es desprenen els principals valors:

- La teoria el buit: les coses i els esdeveniments són buits, no posseeixen una essència immutable, una realitat intrínseca o una existència absoluta que les confereixi independència. D'aquesta visió es deriven els ensenyaments del Tantra Guhyasamaja; si en el seu estat fonamental, la ment i la matèria no tenen distinció, quan un sistema còsmic assoleix l'existència es pot comprovar la indivisibilitat de la consciència i l'energia; és per això que es mostra una profunda relació mútua entre els nostres cossos i els elements del món exterior.
- La llei del Karma: és la relació causal que vincula les accions amb els seus efectes tal com els experimentem, fent referència als actes intencionats dels éssers sensibles. A través d'accions, paraules i pensaments les persones mobilitzem l'energia de l'univers, en que totes les circumstàncies que ens envolten són el nostre Karma, tot és Karma. En el tantra Kalachakra, així com en els ensenyaments denominats Abhidharma, s'assumeix que la formació de la Terra està íntimament lligada a les propensions kàrmiques dels éssers sensibles que en ell evolucionin.

La cosmologia Budista explica que la Terra es va desenvolupar de manera que pogués sostenir l'evolució d'éssers sensibles; amb aquest terme es designen a totes les diferents existències que apareixen en el planeta i els diversos éssers que ens agrupen, siguin visibles o invisibles als nostres ulls. Sis són els regnes d'existència que formen el cicle dels renaixements (principi transmigratori) i que comparteixen el mateix univers i, per tant, qualsevol espai de la Terra. Els sis regnes són els següents:

- En els tres dominis inferiors: el regne dels inferns, el dels esperits famèlics i el dels animals.
- En els tres dominis superiors: el regne dels deus, el dels semidéus i l'humà.

Els textos Kalachakra descriuen detalladament les estretes relacions que existeixen entre el cosmos i els cossos dels éssers sensibles que l'habiten; entre els elements naturals de l'univers físic extern i els elements interns dels éssers sensibles; entre les fases de l'evolució dels cossos celestials i els canvis en els cossos dels éssers sensibles, tal com s'aprenen en l'experiència de les criatures sensibles.

Un dels conceptes bàsics del Budisme és el de que tots els nivells d'existència condicionada comparteixen el sofriment, ja que tots, d'alguna manera, estan sotmesos a ell; a mode d'exemple: en el regne dels animals el sofriment gira al voltant de l'estupidesa i a la lluita per la supervivència, en el regne humà el sofriment depèn del naixement, l'envelliment, la malaltia i la mort, i sobretot, el desig i la desil·lusió per no aconseguir allò que es desitja. D'aquests sis regnes, només hi ha un, l'humà,

d'on es pot sortir de samsara, ja que és en l'únic en el que es pot practicar el Dharma (ensenyaments que diu Buda Shakyamuni i el resultat de la qual és alliberar-se dels lligams mentals a samsara i obtenir la Felicitat Última i completa, també anomenada Il·luminació. Per tant, la Terra es presenta com el lloc on els éssers sensibles poden aconseguir la il·luminació i sortir del sofriment, pel que aquest planeta ens ofereix l'entorn de pau i tranquil·litat i de salut, necessari per sostenir la vida en Samsara i aconseguir finalment el Nirvana. L'espai físic de la terra i la seva harmonia és l'entorn que actua com motor del desenvolupament per arribar a l'estat de Buda. La via a seguir per sortir del sofriment des de la perspectiva del Budisme Vajrayana es resumeix tot seguit.

El Budisme Vajrayana proposa una via espiritual en la que es prenen diferents objectes de refugi per ajudar al practicant a aconseguir la Il·luminació: el Buda (com a guia), el Dharma (com camí a la Il·luminació), la Shanga (com companys espirituals) i el Lama o Gurú on estan continguts els altres tres objectes de refugi. A més, existeixen altres refugis com són les deïtats meditatives, les deïtats protectores del Dharma o els Dakes i les Dakinis, tipus d'influències espirituals que també formen part del lama.

Per seguir aquest camí espiritual és necessari tant l'estudi com la pràctica d'allò estudiat. La pràctica Vajrayana fa ús d'una gran diversitat de tècniques d'autoconeixement i desenvolupament interior com la visualització, el control dels pensaments i les emocions i diverses pràctiques físiques i respiratòries per potenciar, mitjançant diferents modalitats de contemplació meditativa, les maneres de ser de les ments més sanes i transmutar les afliccions negatives de la mateixa.

El Budisme Vajrayana concep la vacuïtat (teoria del buit) com el camí cap a la Il·luminació, la inexistència de la independència entre l'ésser, la ment i l'entorn. La noció que hom té existència com entitat aïllada es considera una il·lusió, ja que totes les coses estan relacionades, nosaltres estem interconnectats i no tenim existència autònoma i independent. És en aquesta cosmovisió que s'introdueix el concepte de responsabilitat Universal, vers el planeta i tots els éssers vius que viuen en ell. La responsabilitat universal es desenvolupa amb l'ajuda dels vots del Bodhisatva, pel que el ser es compromet a aconseguir la Il·luminació per la via de la compassió i el saber, i pel bé de tots els éssers, amb l'objectiu d'ajudar-los a ser feliços i a treure'ls del seu sofriment, perquè aconseguixin la mateixa Il·luminació a la qual aspira ell mateix.

El cultiu de l'amor i la compassió verdaders cap als éssers sense cap excepció sorgeix de la consciència que la ignorància és la font primera causant de la idea d'un jo separat de tota la resta d'existència i d'allí sorgeixen el lligam, la dependència i l'enuig. Aquesta visió genera disharmonia i desconexió amb els altres éssers. El desenvolupament de l'amor i la compassió es veu refermat pel concepte de les connexions kàrmiques de les nostres accions i de les existències anteriors que ens lliguen a tots els éssers, de manera que es genera una consciència de la natura essencialment positiva i on les actituds bel·ligerants són il·lògiques i destructives per ells mateixos.

S'introdueix el concepte del renaixement (no de l'ego empíric, que es considera una mera il·lusió, sinó del continu mental) després de la mort que ocorre en cada un dels diferents regnes d'existència, els renaixements successius faciliten les diferents experiències de la ment. A la vegada, les diferents existències en cadascun dels regnes tenen la particularitat de ser inclusives, és a dir, cadascuna de les existències engloben en sí mateixa les altres. Si les tendències Kàrmiques de la vida han estat reforçades per accions positives, aquestes seran beneficioses per la ment en la seva existència actual i per a les seves experiències després de la mort. La única herència d'aquesta vida és kàrmica i aquesta decidirà si es reneix en un regne superior o inferior. Per tant, la renaixença en un o altre regne dependrà en gran mesura del karma que s'hagi generat durant la present existència terrenal.

Els humans tenen la singularitat de ser capaços de dur a terme un procés de selecció moral per evitar accions negatives i desenvolupar les positives i aconseguir així un karma de tendències

positives. Els humans tenim la capacitat potencial d'aconseguir la lluminació plena i contribuir així al benestar dels altres; totes les actituds que ens portin a aquest objectiu seran les actituds virtuoses. Qualsevol acció virtuosa generarà felicitat per aquesta vida i per les següents.

L'esforç personal de qualsevol practicant Vajrayana està destinat al desenvolupament d'un estil de vida que no afecti negativament els altres, pel que es defineixen cinc preceptes essencials que tindrà que adoptar qualsevol persona que s'iniciï en el Budisme: no matar, no mentir, no robar, no prendre substàncies tòxiques i no tenir relacions sexuals incorrectes.

Ciències Tibetanes

La situació geogràfica del Tibet l'ha relacionat amb l'Índia i amb la Xina des de temps immemorials. D'aquestes antiquíssimes cultures va rebre les ciències mèdiques i astrològiques que, adaptant-les a la seva cultura, han perdurat fins avui dia. Són ciències tradicionals d'una gran complexitat, que es lliguen perfectament en la filosofia budista, ja que és hereva directa d'elles. D'altra banda, la particularitat de les teories filosòfiques budistes és que deriven de l'experiència empírica en primera persona, no com el mètode científic occidental, que utilitza la tercera persona com a paradigma per l'adquisició de coneixement.

La medicina tibetana, l'astrologia, l'observació de la Terra i una certa variant del Feng-shui, són ciències que estudien la interrelació de l'home amb el medi, i que a partir d'una sèrie de principis diagnostiquen i proposen solucions que tenen en compte tots els paràmetres: el físic, l'emocional, el mental, l'espiritual i l'entorn, ja que no es concep a l'home de cap altra forma que no sigui en harmonia amb la natura. Per exemple, els textos descriuen com els eclipses solars i lunars poden afectar als cossos dels éssers sensibles amb l'alteració del seu ritme respiratori. Aquesta harmonia només és perceptible per individus que han aconseguit un cert nivell de desenvolupament espiritual o posseeixen de manera natural un grau més elevat de percepció. Degut a aquesta concepció, s'incideix en l'estudi dels cossos celestials i els seus moviments i és per això que totes les ciències tibetanes contenen un sistema d'astronomia molt elaborat.

A totes les ciències predictives que observen els canvis regulars de la vida, diürns, estacionals, climatològics, etològics i dels cossos divins, se les anomena "Ritsi" que significa càlcul. A partir del Ritsi es desenvolupa, per exemple, el calendari del budisme tibetà que dona informació, entre altres, de les principals festivitats budistes, els principals elements astrològics per cada dia, els dies en els que s'ha de fer cada una de les oracions, els dies de les ofrenes a les Nagues, així com el que es pot fer o s'ha d'evitar en cadascun dels 30 dies del cicle lunar, quant a viatges, negocis, construcció, agricultura, etc. Aquest calendari té àmplia difusió en qualsevol pràctica que es desenvolupi en les comunitats monàstiques.

Dintre del Ritsi, el feng-shui tibetà explica com l'ésser humà posseeix una freqüència vibratòria i com és necessari que aquesta s'integri amb la vibració multifreqüència de l'entorn en el que viu, cercant el seu equilibri intern. Aquest procés de manteniment de l'equilibri energètic intern pot estar facilitat pel contacte amb diverses fonts d'energia com les de la natura.

Per mantenir el nivell òptim i la freqüència de l'energia en el nostre organisme, en relació a l'espai en el que vivim, hem de considerar tant la qualitat vibratòria de l'energia de l'entorn, amb la seva manera de fluir. La qualitat de la vibració està influenciada per diversos aspectes, com les direccions, els colors, les formes, materials, plantes, flors, estacions i planetes: la forma de fluir de l'energia depèn de la disposició i de la forma de l'espai, dels elements arquitectònics, estructurals i ornamentals.

En el Budisme Vajrayana les vibracions energètiques tenen un paper molt important, ja que qualsevol de les seves pràctiques es pot visualitzar com un moviment d'energies; aquestes se centren en ajudar a generar energies positives que es manifestaran girant en sentit dextrogiro, per això, qualsevol de les activitats religioses que es desenvolupen (rituals, oracions, etc.) tenen, entre altres, un sentit de col·laborar en aquest canvi de sentit de les energies generant vibracions harmòniques amb l'entorn.

El valor sagrat de la Terra

El Budisme Vajrayana, conjuntament amb les ciències tradicionals tibetanes, generen una visió del món específica, molt diferent de la que proposen les ciències modernes (tot i que tenen certes analogies a les teories obtingudes per la física quàntica). La natura no pertany als éssers humans, si no que és compartida per molts tipus d'éssers diversos (la majoria d'ells invisibles, d'altres regnes), amb els que hem de conviure.

El planeta en sí mateix està viu. Existeix el Deva de la Terra i la Naga de la Terra. Les Nagues viuen a la natura i pertanyen a la part invisible del regne dels animals; tenen diferents tipologies i algunes d'elles estan associats a l'energia de l'aigua. Hi ha espais en els que són molt comuns com els rius, mares o llacs. Les Nagues no tenen consciència moral, els humans tenen que educar-les per conviure amb elles i així ensenyar-les quan tenen que actuar, també se'ls dona medicació, perquè sovint estan malaltes o malferides. Les Nagues pateixen a causa de les conductes irrespectuoses dels humans vers la natura, per això, poder prendre represàlies que es manifesten en forma de sequeres severes, inundacions, descens o pèrdues de les collites i, en els humans, solen manifestar-se a través de malalties de la pell.

A aquests éssers primaris se'ls ofereix ofrenes per mostrar-los respecte i consideració, acompanyades de peticions (curar malalties de la pell, infertilitats i qualsevol altra dolència o malestar, que s'hagi pogut contraure com a conseqüència de la falta de consideració cap a la natura i les seves manifestacions més primàries). Quan es troben en un espai on es cultiva el respecte per la natura i els seus cicles, i on es troben ben tractades, llavors concedeixen peticions com són: salut, aigua, pluja i riqueses.

La natura en les pràctiques de meditació: en el Vajrayana, la natura com a tal no és independent de com apareix per als éssers sensibles que la perceben, per tant, un no pot parlar directament del punt de vista dels Budistes Vajrayanes respecte a la natura, si no d'alguna de les formes en les que la natura apareix en funció de les facultats del meditador. Per qualsevol que hagi estat preparat a fons, el món dels fenòmens apareix com és ell mateix: un univers sagrat ple de manifestacions divines.

En la literatura Budista es considera el medi ambient com quelcom sagrat i l'harmonia del món natural inspira i beneeix les meditacions realitzades en la natura i aquest, a la seva vegada, és beneït per les pràctiques de desenvolupament espiritual que es porten a terme en ell. Tenir un medi natural en harmonia, net, bell i tractat amb cura, resulta primordial per estimular i beneficiar la meditació.

El planeta Terra com a espai per aconseguir la Il·luminació

La responsabilitat universal amb tots els éssers del planeta es deriva dels principis bàsics de compassió i d'amor universal. Per tant, la salut del planeta resulta imprescindible per obtenir la felicitat i es tracta d'una decisió a la que l'individu es compromet per obtenir aquesta finalitat.

Amb el vot del Bodhisatva el practicant budista es compromet a utilitzar les seves facultats i experiències per buscar només el bé dels altres de manera totalment desinteressada. Atès que la compassió és la base d'aquest vot, el compromís d'actuació podria resumir-se en:

- Ajudar sempre al més feble i necessitat: això té implicacions en la prioritat de protegir a qualsevol dels éssers vius de regnes inferiors com els animals i, especialment, aquells que estan més amenaçats o en perill.
- Actuar d'una forma reflexiva i conscient.

El meditador s'esforça en cultivar i oferir amor i compassió a tots els éssers de la natura, entenent la seva relació amb la resta d'éssers. En el cas dels animals, l'ésser humà té la possibilitat d'ajudar-los a aconseguir la felicitat fomentant actuacions que els ajudin a reencarnar-se en humans, a la vegada que qualsevol d'aquestes accions virtuoses repercutirà en la comunitat.

Entre les accions virtuoses cap als animals destacarien les següents:

- tenir-los a prop dels llocs sagrats (Estupes, Monestirs, etc.); això els proporciona mèrits per a les pròximes reencarnacions;
- tenir cura i donar de menjar als animals;
- recitar mantres.

Per contra, qualsevol violació dels principis bàsics generaria accions negatives que vindrien retornades d'immediat. El principi de no matar s'aplicaria a la natura de manera que qualsevol destrucció gratuïta d'un ésser viu tindria efectes negatius per a l'ésser humà. Per aquesta raó, per exemple, si s'ha de tallar un arbre, cal fer un ritual per demanar permís a l'"esperit propietari" i fer-se càrrec de l'evolució d'aquest ésser per tal que tingui més mèrits i poder així aconseguir una evolució més ràpida cap a un cos humà. D'aquesta manera, l'acció negativa es converteix en un acte d'amor i compassió.

Altres pràctiques que ajuden en el camí a l'alliberament són els rituals i ofrenes, que tenen per objecte potenciar els aspectes positius de les energies del planeta, i els éssers que l'habiten (aquests rituals seran 100 vegades més poderosos si es realitzen en els dies dels festivals Budistes). Entre els rituals més significatius destaquen els següents:

- Rituals de purificació a través d'encens: es cremen plantes amb diferents objectius, generalment, per atraure les energies positives, mantenir el clima de pau i expulsar als éssers negatius que són foragitats pels fums aromàtics.
- Ritual de purificació a través de l'aigua: diversos són els rituals en els que s'utilitza el simbolisme de la puresa de l'aigua per netejar i eliminar obstacles i interferències, un d'ells és el d'introduir en l'aigua el poder energètic del mantra, per a posteriorment llançar-la cap a l'exterior del monestir o de les cases particulars. Aquesta mateixa aigua preparada energèticament se llança cap l'interior amb els millors desitjos de prosperitat i desenvolupament espiritual per a positivitzar i harmonitzar l'entorn.
- Ritual de protectors del Dharma: són invocats per protegir-se de les influències negatives externes i dels propis verins mentals. Es realitzen tant a la Sala de Meditació (Gompa) com en la porta del monestir utilitzant els sons emesos a través d'uns instruments musicals anomenats Radons.
- Ritual de les Nagues: Es fan ofrenes a les nagues i a tots els éssers vius, que es porten a terme els dies que han estat determinats astrològicament (senyalats al diari budista tibetà) com dies efectius, i en els llocs precisos on elles es troben.

La formació impartida des del Budisme

La creació de Monestirs és una conseqüència directa dels ensenyaments de Buda Shakyamuni, que es dirigia inicialment a monjos. Considerava que el pensament és energia i que si aquesta és regulada a través d'exercicis i meditacions intenses i perseverants, es converteix en una força operant. Si un grup de persones congrega aquesta força operant i l'enfoca per a la consecució d'un objectiu comú, com és la Il·luminació, es podrà aconseguir amb major facilitat.

El tipus de formació desenvolupada des dels Monestirs se centra en dos nivells de formació:

1. El Coneixement Superficial. És aquell que no modifica l'actitud de l'individu fins la vida però que li dona formació per portar-la a terme, a través de l'obtenció de dades.
2. El Coneixement d'Essència. És aquell coneixement que exerceix una verdadera impregnació en la profunditat de la persona, modificant la seva conducta i la seva actitud enfront la vida.

Tot i que el Budisme es desenvolupa a través d'ensenyaments escrits, rituals i el llenguatge oral, el coneixement superficial no tindrà validesa fins que sigui experimentat i és aquesta experiència de contemplació la que s'imposarà sobre els altres tipus de coneixements.