

DISCIPLINARE PER LA TUTELA DEL MARCHIO  
COLLETTIVO D'ORIGINE DEL FANGO DEL BACINO  
TERMALE EUGANEO

D.G.R. N. 857 DEL 15 MARZO 2010

D.D. N.7 DEL 3 FEBBRAIO 2011

*Le numerose ricerche scientifiche hanno da tempo confermato le proprietà antinfiammatorie del fango termale maturo utilizzato nel distretto euganeo, che sono esenti dagli effetti collaterali dei farmaci tradizionali.*

*Il fango termale è infatti un prodotto di origine naturale strettamente legato al territorio, così come naturale è l'acqua termale estratta dal bacino idrotermale euganeo mediante la quale avviene il complesso processo di maturazione del fango stesso, senza il quale non è possibile garantire le famose proprietà terapeutiche della cura termale caratteristica di questo distretto.*

*E' quindi necessario supportare l'importanza di queste risorse con adeguati protocolli operativi che possano tradurre, in modo formale, le consuetudini, di origine millenaria, adottate nella cura fangoterapica praticata nel distretto euganeo. Per garantire l'efficacia della cura e la rintracciabilità delle risorse si deve rispettare, infatti, un controllo di qualità specifico a partire dalle fasi di estrazione, a quelle di maturazione e di rigenerazione.*

*La Regione Veneto, con D.G.R. n° 857 del 15 marzo 2010, recependo le esigenze territoriali, ha pertanto istituito il marchio collettivo di origine "Fango del Bacino termale Euganeo", modificato successivamente in "Fango D.O.C. - Thermae Abano Montegrotto – Regione Veneto", nominando il comitato di tutela dello stesso. Il comitato ha quindi provveduto a redigere il presente disciplinare al fine di formalizzare un idoneo protocollo operativo che possa garantire le condizioni ideali per la produzione e rigenerazione di un fango ricco di qualità curative, tutelando la risorsa in modo da renderla inscindibile dal territorio di origine..*

*All'interno del documento sono stati inseriti i contenuti secondo il seguente ordine:*

- Informazioni sulla qualità del fango vergine e la sua tracciabilità, in modo da certificare la relazione con le risorse naturali presenti nel distretto euganeo;*
- Procedure per la gestione corretta della maturazione del fango termale all'interno dello stabilimento di cura, al fine di garantire le massime condizioni igienico sanitarie e il potere curativo della fangoterapia, strettamente correlato, secondo i recenti esiti della ricerca scientifica, alla proliferazione di cianofitocoe e microalghe che si sviluppano durante la maturazione stessa.*
- Modalità di controllo e definizione dei parametri identificativi la qualità del processo.*

*Si evidenzia, infine, come l'applicazione, anche formale, delle tecniche di miglioramento della qualità possa fornire ai responsabili degli stabilimenti termali un importante strumento di promozione, oltre che di tutela a fronte di possibili imitazioni o tentativi di riproduzione di "prodotti termali" di origine non controllata.*

*Per tutto il distretto termale euganeo è necessario oggi perseguire continuamente il miglioramento della qualità dei servizi offerti all'interno dei luoghi di cura, tenendo conto del principio guida di tutte le attività orientate al benessere e alla salute: oltre "il fare" è importante "dare visibilità e trasparenza a ciò che si sta facendo".*

# L'identificazione, la rintracciabilità e la qualità del fango termale maturo euganeo.

## Introduzione

Il distretto del termalismo della zona dei Colli Euganei realizza una condizione significativa ed estremamente peculiare rispetto alla nozione generale di distretto produttivo. La funzione economica e sociale delle imprese in esso coinvolte risulta infatti strettamente correlata alla natura e conformazione stesse del territorio, da cui trae origine la materia prima per lo sviluppo delle proprie attività.

Un'analisi della qualità terapeutica delle cure termali non può prescindere dall'analisi delle sue componenti. Di seguito si vogliono descrivere brevemente le origini delle componenti fisiche più importanti del fango curativo del distretto euganeo: l'acqua termale, il fango vergine e il fango maturo. Si illustreranno poi i meccanismi di tipo chimico-fisico-biologico che costituiscono la cosiddetta *maturazione* del fango, attraverso l'arricchimento della matrice tramite lo sviluppo dei microorganismi produttori dei principi attivi antinfiammatori, la cui identificazione è stata promossa dal Centro Studi Termali Pietro d'Abano in collaborazione con diverse istituzioni accademiche.

## 1. Cenni all'origine dell'acqua e del fango vergine euganeo.

### 1.1 L'acqua termale

L'origine delle acque termo-minerali euganee è stata a lungo fonte di dibattiti. Studi recenti hanno appurato un modello di circuito di tipo esclusivamente geotermale, indipendente dal vulcanismo che ha creato i colli, troppo antico per generare una sorgente attiva di calore. La presenza di acque termo-minerali nella zona euganea viene attribuita all'ostacolo creato in profondità dalle masse laviche e da una serie di fratture che favoriscono la risalita delle acque, sospinte dalla pressione idraulica dell'intero bacino sottostante.

Misurazioni con materiali radioattivi indicano in almeno 50 anni il tempo necessario alle acque per percorrere il tragitto dalla zona di caduta a quella euganea. Quando arrivano in superficie il loro contenuto salino è direttamente proporzionale alla temperatura, che nei pozzi più caldi arriva fino a 87°C.

L'acqua è tutelata all'origine attraverso il cosiddetto Bacino Idrominerario Omogeneo dei Colli Euganei, identificato con l'acronimo B.I.O.C.E., costituito, nell'ambito della Provincia di Padova, dal territorio dei Comuni di Abano Terme, Arquà Petrarca, Baone, Battaglia Terme, Due Carrare, Galzignano Terme, Monselice, Montegrotto Terme, Teolo e Torreglia e risulta essere riconosciuto come bacino indifferenziato, caratterizzato dall'avere caratteristiche chimiche uniformi dell'acqua.

Le normative fondamentali di riferimento possono essere sintetizzate nel Regio Decreto 1443/1927, nella Legge Regionale 40/89 e, nello specifico per il Bacino Termale Euganeo, nel Piano di Utilizzazione della Risorsa Termale (P.U.R.T.), oltre alle specifiche norme che regolamentano la sicurezza mineraria.

I fluidi termali euganei, secondo la più comune e immediata definizione basata sulla variabile temperatura, sono definibili come ipertermali ( $T > 40^{\circ}\text{C}$ ), possedendo un *range* di temperatura compreso tra  $60^{\circ}\text{C}$  e  $86^{\circ}\text{C}$  e trovano sede in un substrato roccioso fessurato e in alcuni orizzonti sabbiosi della copertura quaternaria, possedendo un elevato grado di mineralizzazione con prevalenza di alcuni composti tali da renderli farmacologicamente attivi. Sulla base di analisi geochimiche e geochimico-isotopiche è stato possibile ipotizzare l'esistenza di un sistema geotermico regionale e perenne avente origine unica che, per le particolari condizioni geologico-strutturali, dà origine al ricco bacino euganeo.

I fluidi termali euganei, utilizzando criteri prettamente idrogeochimici, possono essere definiti come clorurato-alcasini, e in particolare clorurato sodici, benché di norma, e per le proprie peculiari caratteristiche curativo-terapeutiche, si impieghi la classica nomenclatura, basata sulla classificazione di Marotta e Sica (1933) ed utilizzata in ambito medico, per la quale le acque termali euganee sono definibili come salso-bromo-iodiche. In riferimento alle caratteristiche delle acque termali del Bacino Euganeo, l'Unità Socio Sanitaria n. 21 di Padova con nota prot. N. 90/587/15/3 del 10.07.1990, ha rilevato, sulla base di analisi effettuate su 278 campioni nell'arco di dieci anni (1981-1990) che l'acqua del bacino termale Euganeo presenta le seguenti caratteristiche: "ipertermale, ipertonica, salsoiodica, protetta da inquinamenti di origine superficiale".

Con nota prot. N.406/54.1.160 del 24.02.1993 la Direzione Generale Servizi Igiene Pubblica – Divisione IV del Ministero della Sanità ha stabilito, per quanto ai fluidi termali

presenti nell'ambito del BIOCE che, qualora "l'acqua di un nuovo pozzo abbia le stesse caratteristiche dell'acqua minerale di un altro pozzo, della quale siano state riconosciute le proprietà terapeutiche e le relative cure termali praticabili, della nuova acqua può essere autorizzato l'uso, per le stesse cure, senza il preventivo specifico riconoscimento ministeriale". Ai sensi della Legge Regionale 40/89 sono state eseguite da parte dell'ULSS competente, con cadenze distinte all'interno delle oltre 140 concessioni termali presenti nel BIOCE, e con decorrenza settennale, analisi batteriologiche e chimico-fisiche ai pozzi termali di emungimento ed è fatto obbligo di invio alla Regione del Veneto da parte del concessionario, di copia della richiesta di analisi, nonché del verbale di prelievo e dei certificati analitici.

L'acqua termale euganea è fondamentale per la maturazione del fango in apposite vasche, poiché la proliferazione delle particolari alghe microscopiche, che costituiscono un elemento curativo caratteristico del bacino termale, richiedono abbondanza di sali minerali. Si tratta quindi di un distretto le cui funzioni produttive e di servizio non sono delocalizzabili o trasferibili, in quanto risultano fruibili solo in loco nei limiti consentiti dalla loro organizzazione e distribuzione logistica e strutturale.

## 1.2 Il fango vergine e il fango termale maturo

La componente minerale o tellurica del fango termale, è legata in modo indissolubile alla territorialità del distretto euganeo essendo prelevata solo da siti qualificati del territorio dei colli Euganei.

Il fango vergine, dopo un prolungato contatto con l'acqua termale, in specifiche condizioni di temperatura e irraggiamento luminoso e dopo opportuno processo di maturazione assume le caratteristiche di fango termale maturo con le sue specificità curative.

Il marchio collettivo di origine denominato "*Fango D.O.C. - Thermae Abano Montegrotto – Regione Veneto*" è quindi attribuibile solo al fango maturo ottenuto da argille e limi grigio-azzurri pleistocenico-olocenici (Carta Geologica d'Italia, Foglio 147) prelevati da siti presenti all'interno dei territori dei comuni di Abano Terme, Arquà Petrarca, Baone, Battaglia Terme, Due Carrare, Galzignano Terme, Monselice, Montegrotto Terme, Teolo, Torreglia, che hanno la stessa genesi geologica dei materiali attualmente estratti dalla concessioni minerarie in essere.

Elementi indispensabili per l'ottenimento del fango termale maturo sono: la componente liquida costituita da un'acqua termo-minerale con particolari caratteristiche di temperatura e composizione chimica, la componente minerale della "matrice fango" caratterizzata da

una specifica composizione chimica e granulometrica, le caratteristiche biologiche dell'ecosistema entro cui avviene il processo di maturazione ed il processo di maturazione stesso. Per quanto già menzionato in merito agli elementi indispensabili per l'ottenimento del fango termale euganeo, e ai peculiari requisiti determinati dal processo di maturazione a diretto contatto con l'acqua termo-minerale, esso può essere assimilato ad ogni effetto come risorsa termale, la cui estrazione è regolamentata dalla Legge Regionale 40/89 e dal Piano di Utilizzazione della Risorsa Termale (P.U.R.T.).

I prelievi di fango vergine, che darà origine al fango termale maturo, sono autorizzati attualmente nell'ambito del B.I.O.C.E. all'interno di due concessioni termo-minerali rilasciate ai sensi della L.R. 40/89:

- concessione "LAGO DI LISPIDA" sita nei comuni di Battaglia T. e Monselice (PD);
- concessione "LAGO D'ARQUA" in località Arquà Petrarca (PD), presso il lago Costa d'Arquà.

Per quanto alla concessione "LAGO DI LISPIDA" ricadente nei comuni di Monselice e Battaglia Terme (PD) al suo interno esiste un laghetto dal fondo del quale scaturiscono diverse sorgenti d'acqua termale a temperatura variabile da 35 a 70°C. Dal letto del lago è possibile estrarre fango vergine utilizzabili per la produzione del fango termale maturo a fini curativo-terapeutici. L'estrazione è stata concessa con D.G.R. n.110 del 06.11.1997 e successivamente rinnovata con provvedimenti dell'Ente Parco Colli Euganei con più recente emesso in data 03.06.2005 prot. n.11388/05/87.

La concessione "LAGO D'ARQUA" sita in località Arquà Petrarca (PD), è attualmente utilizzata per il prelievo di fango vergine in quantitativi funzionali al fabbisogno degli stabilimenti termali. La SOCIETA' FANGO LAGO COSTA D'ARQUA' s.r.l. è autorizzata al prelievo dal Lago Costa d'Arquà, posto all'interno dell'area in concessione. Ai sensi e per gli effetti dell'art. 51 - comma 2, della L.R. 40/89 la suddetta concessione andrà a scadere il 10.10.2019 e per la stessa potrà esserne chiesto rinnovo sub. Art. 32 – comma 3, L.R. 40/89. L'estrazione del fango vergine in capo alla SOCIETA' FANGO LAGO COSTA D'ARQUA' è attualmente accordata con provvedimento del Parco Regionale dei Colli Euganei n. 4534/07/640 del 14.07.2008 che prevede lavori di proseguimento del prelievo dell'argilla (Il stralcio) subordinatamente alle prescrizioni ivi previste e con estrazione massima consentita, nel quinquennio oggetto della suddetta autorizzazione, pari a 5.000 m<sup>3</sup> con quantitativo annuo estraibile stabilito in 1.000 m<sup>3</sup> da attuarsi nel periodo dal 15 novembre al 15 marzo di ogni anno. Il fango termale maturo dovrà essere usato all'interno del BIOCE. A tale scopo la Gestione Unica del BIOCE con il proprio personale tecnico

funge da tramite tra la SOCIETA' FANGO LAGO COSTA D'ARQUA' e i titolari degli stabilimenti termali autorizzati nell'ambito del BIOCE, al fine di coordinare la fornitura dei quantitativi richiesti di fango termale, in osservanza a quanto stabilito ai sensi del vigente Piano di Utilizzazione della Risorsa Termale (P.U.R.T.) e con finalità preminenti di tutela della risorsa. I materiali estratti per la preparazione del fango termale maturo provengono dai laghetti di Arquà Petrarca e Lispida e rappresentano due tipi di sedimenti:

- componente antica, rappresentata dai depositi della pianura che si sono messi in posto nel corso della storia geologica dell'area;
- componente attuale, rappresentata dalla sedimentazione che avviene in continuo sul fondo dei laghetti.

La componente 1 (antica) costituisce probabilmente la grande maggioranza del volume estratto, perché attualmente i laghetti non ricevono i materiali di piena dei corsi d'acqua superficiali (Adige e Brenta), che invece hanno costituito il materasso alluvionale accumulato nel passato geologico. Per questi motivi genetici, la componente 1 estratta da profondità diverse non ha composizione omogenea perché rappresenta diversi ambienti deposizionali e contesti climatici succedutisi nel tempo. Di conseguenza, a diverse profondità corrispondono variazioni mineralogica granulometriche e di apporto biogenico.

La componente 2 (attuale) è relativamente costante negli anni a seguito della regolazione dei corsi d'acqua superficiali e della stabilità climatica post-glaciale. Tuttavia, eventi eccezionali, come piccole frane a monte dei laghetti, stagioni con piovosità elevata e l'instabilità dei versanti sommersi possono apportare volumi di fango sul fondo dei laghetti.

Un buon indicatore delle caratteristiche complessive dei materiali estratti è rappresentato dall'analisi chimica completa (elementi maggiori e minori) dato che le tecniche analitiche forniscono dati quantitativi accurati e di ampia valenza internazionale in quanto basati su calibrazioni interlaboratorio adottate in tutto il mondo.

Vale la pena sottolineare che la tracciabilità circa la provenienza del fango vergine impiegata presso gli stabilimenti termali viene comunque garantita dalla Gestione Unica del BIOCE.

Un criterio aggiuntivo ai precedenti, ed indipendente dal chimismo, utile a valutare se il fango utilizzato dai diversi Centri Termali è quello prelevato dai laghetti di Arquà e di Lispida, è rappresentato dall'associazione di Diatomee fossili. Il sedimento di questi due ambienti termali, infatti, contiene numerosi frustuli di Diatomee che provengono da ambienti lacustri prealpini. Questa popolazione è stata stimata, a seconda degli Autori (Andreoli & Rascio, 1975; Tolomio et al. 2002, 2004) fra le 65 e le 86 entità.

Da un monitoraggio eseguito dal 1° marzo 2005 al 31 agosto 2006 sul fango termale maturo di 82 stabilimenti termali, la popolazione di diatomee, stimata in 60-68 taxa, è risultata molto simile a quella già descritta nei precedenti lavori e, oltretutto, a quella dei materiali che vengono raccolti nei laghetti di Arquà e Lospida (Fig. 1). Ciò testimonia che la maggior parte delle diatomee che si ritrovano nel fango termale maturo della maggior parte degli Stabilimenti Termali ha un'origine comune. Fra queste, le più abbondanti sono risultate essere *Aulacoseira granulata* (Fig.2), *Cocconeis* spp. (Fig. 3), *Cyclotella* spp., *Denticula thermalis* (Fig. 4) e *Synedra* spp. Da rilevare anche che *Denticula thermalis* e probabilmente anche *Aulacosiera granulata* (citata come *Melosira thermalis*) erano state ritrovate sin dal 1870 da Trevisan.

Interessante anche il fatto che, in quegli anni, fu segnalata *Amphora aponina* (oggi sinonimo di *Amphora coffeaeformis*) che è stata ritrovata sia nel corso del monitoraggio che nei lavori di Andreoli & Rascio (1975) e di Tolomio et al. (2002, 2004).

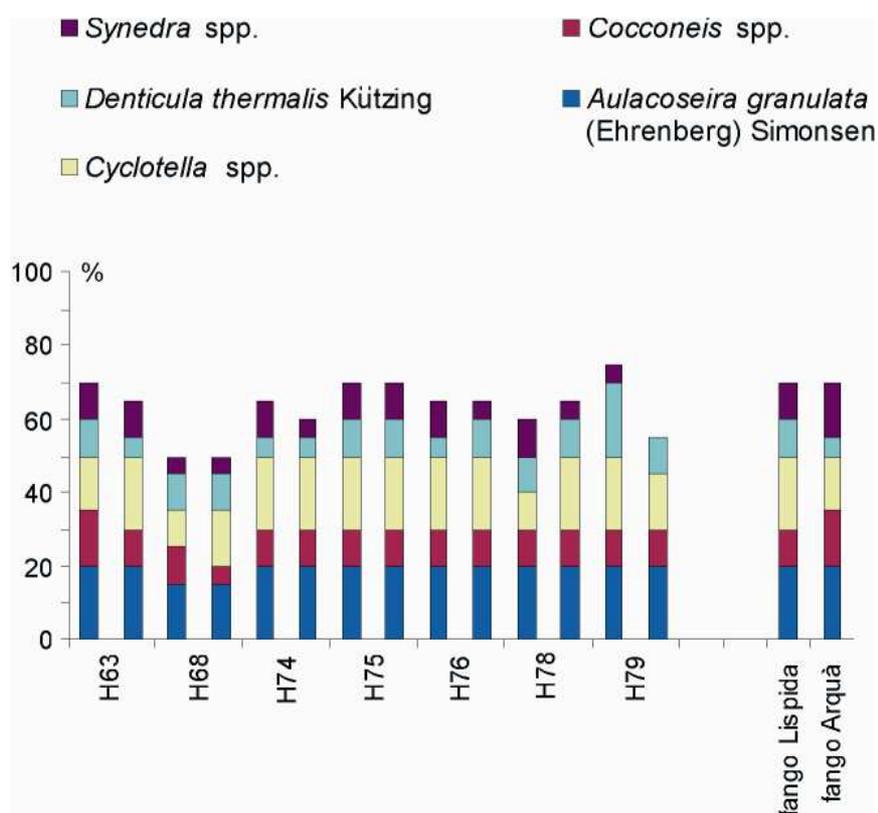


Figura 1. Confronto del contenuto dei principali taxa di diatomee fra i fanghi dei due laghetti termali di Arquà e Lospida e quelli di alcuni stabilimenti termali campione (H).

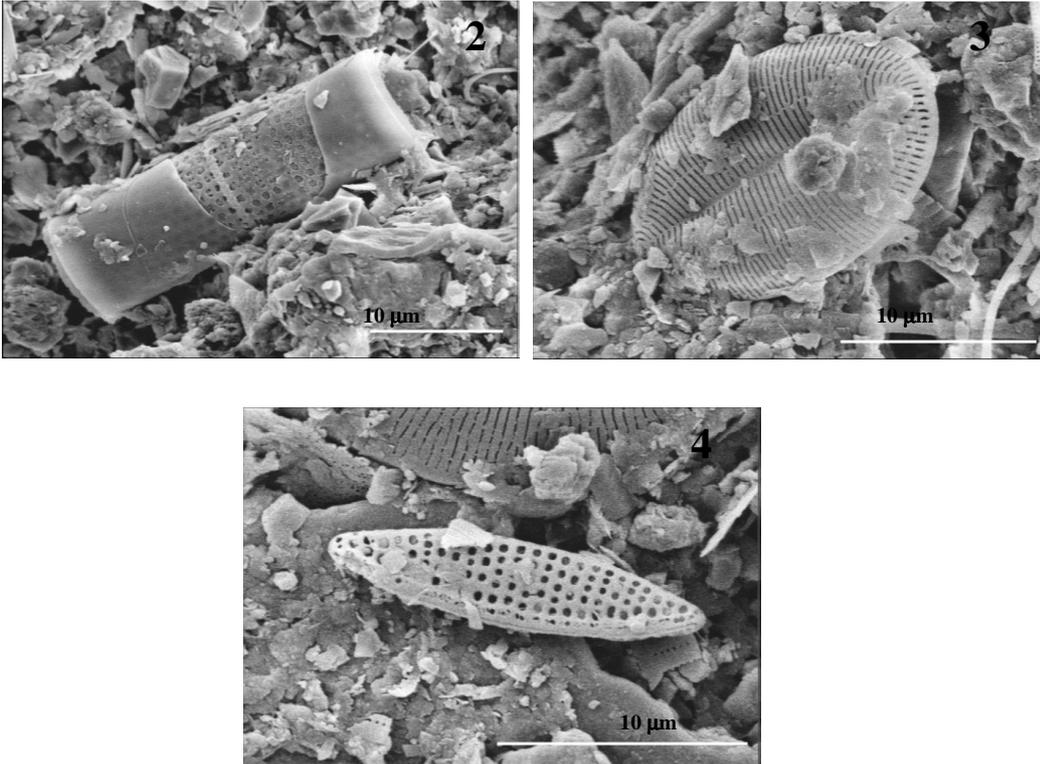


Figure 2 – 4. Immagini al microscopio elettronico a scansione di *Aulacoseira granulata* (fig. 2) *Cocconeis placentula* (fig. 3) e di *Denticula thermalis* (fig. 4).

## 2. Le proprietà del fango termale maturo.

I fanghi termali maturi d'interesse terapeutico risultano dalla commistione di acqua termale con sostanze minerali associate a materia organica, originaria, apportata dall'acqua o neoformate nell'ambito della cosiddetta "maturazione".

Le principali componenti del fango termale maturo, con proprietà curative, del distretto euganeo sono:

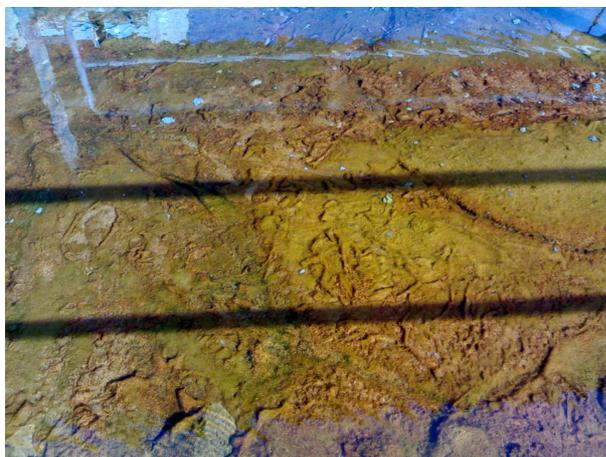
- Solida o tellurica (fango vergine)
- Idrominerale (acqua termale)
- Biologica (cianobatteri + alcune diatomee).

I benefici ottenuti con le applicazioni di fango termale maturo, derivano da una complessa rete di interazioni fra le componenti già presenti nel fango vergine, l'acqua termale e le componenti biologiche sviluppate durante la maturazione. Fra queste ultime si segnalano alcuni glicolipidi con particolare azione antinfiammatoria (MGDG, DGDG) prodotti da alcuni cianobatteri che colonizzano il fango durante il processo di maturazione. Per fango

termale maturo gli operatori termali intendono il risultato della miscelazione del fango vergine, prelevata dai laghetti euganei, con acqua termale sorgiva lasciato incubare nelle vasche di maturazione per almeno 6 mesi, o, alternativamente, il risultato della miscelazione del fango già utilizzato per le applicazioni con acqua termale sorgiva, lasciato incubare nelle vasche di maturazione per almeno 2 mesi. Il fango termale maturo oggi utilizzato a fini terapeutici è quello che il personale addetto alle fangature, sulla base di osservazioni macroscopiche qualitative come il colore e la consistenza, ritiene applicabile al paziente, anche se questa definizione, ha il rischio di essere troppo soggettiva per riassumere un insieme di proprietà curative certificate.

### 3. La maturazione del fango.

Il fango vergine deve essere immesso per un tempo sufficiente in specifiche vasche o contenitori in acciaio, a contatto con l'acqua termale, affinché avvenga lo sviluppo di cianobatteri che costituiscono un indicatore macroscopico della maturazione, oltre a veicolare una delle peculiarità terapeutiche scientificamente più investigate del fango maturo termale del bacino euganeo.



Particolare della proliferazione di **cianobatteri** e diatomee compatte (feltro attivo azzurro-verde) sulla superficie del fango maturo a contatto con l'acqua termale della vasca



Particolare della superficie di fango termale in vasca:  
sviluppo di colonie di cianobatteri, dopo 5 giorni di  
maturazione, a contatto con acqua termale a  
temperatura controllata.

E' quindi necessario conoscere e diffondere adeguatamente quali sono le condizioni che consentono una buona maturazione del fango, che sono in seguito sintetizzate:

- Granulometria idonea della matrice solida argillosa, come è appunto quella assicurata del fango vergine proveniente dal territorio euganeo.
- Adeguata presenza d'irraggiamento solare per favorire lo sviluppo di cianobatteri.
- Ricircolo acqua termale di affioramento.
- Temperatura idonea dell'acqua termale.
- Tempo di contatto acqua/fango (partendo da un fango vergine, circa 60 gg.).



Esempio di feltro attivo verde caratteristico del fango maturo a contatto con l'acqua termale

Gli effetti fisiologici del fango termale maturo sono in parte reputabili al calore e probabilmente al passaggio percutaneo di elettroliti in soluzione (Odabasi et al, 2008; Tateo et al 2009), ma dipendono molto da quello che avviene durante il processo di “maturazione”. Questo processo, necessario per ottimizzare le caratteristiche terapeutiche del fango consiste nel lasciar “riposare” lo stesso in apposite vasche e per un periodo di circa 60 giorni (Galzigna et al, 1996). Durante questo periodo, il fango viene costantemente irrorato con acqua termale a media temperatura che, oltre a modificarne le caratteristiche chimico-fisiche (es. plasticità, viscosità, ecc.), favorisce lo sviluppo di una complessa comunità di microrganismi fotoautotrofi ossigenici termofili e/o termotolleranti (cioè quelli che fanno fotosintesi, come le piante) ed eterotrofi (quelli che non fanno fotosintesi, ad es. protozoi). Fra questi quelli più rappresentativi sia per ampiezza di colonizzazione sia per biomassa prodotta, sono i cianobatteri che colonizzano soprattutto la superficie dei fanghi formando caratteristici “feltri” di color verde-azzurro.

Questi organismi, proprio in risposta all'ambiente estremo in cui vivono e si sviluppano, producono tutta una serie di composti bioattivi che insieme al calore, gli elettroliti e l'acqua, conferiscono al fango la sua attività terapeutica (Marcolongo et al, 2006). Più precisamente, è stato dimostrato che un cianobatterio, crescente sui fanghi termali ed identificato in base a studi genetici come *Phormidium* sp. ETS-05 (Ceschi Berrini et al, 2004), produce sostanze glico- e sulfoglicolipidiche dotate di un'attività antinfiammatoria

equivalente o addirittura superiore a quella di antinfiammatori tradizionali, come l'indometacina ed il betametassone, ma caratterizzata dall'assenza di effetti tossici anche dopo ripetuti trattamenti (Lalli et al. 2004). Di certo, questa capacità, oltre a quanto scoperto in *Phormidium* sp. ETS-05, è dovuta a un insieme di composti bioattivi prodotti da una complessa comunità di cianobatteri che, allo stato attuale delle conoscenze, è stimabile in più di 10 taxa. Studi condotti negli ultimi anni hanno infatti dimostrato che questi microrganismi producono significative quantità di carotenoidi come  $\beta$ -carotene, luteina e licopene con proprietà antiossidanti ma anche antinfiammatorie. Una elevata attività antinfiammatoria è dovuta anche alla C-ficocianina, una ficobiliproteina del complesso antenna a cui sono state attribuite altre importanti applicazioni come l'abbattimento dei radicali liberi, effetti epatoprotettivi ed attività antitumorale (Singh et al., 2005; Li et al., 2005; Khan et al., 2006). Recentemente anche la C-alloficocianina è stata riconosciuta possedere attività antiossidanti, antiartritiche ed antinfiammatorie (Eriksen, 2008).

Allo stato attuale, dai fanghi del Comprensorio Euganeo sono stati isolati 11 ceppi di cianobatteri che vengono mantenuti in cultura presso i laboratori del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova. Due di questi, *Phormidium* sp. ETS-05 e *Cyanobacterium aponinum* ETS-03 sono stati depositati presso il Centro Pasteur di Parigi (rif. PCC 10604 e PCC 10605 rispettivamente). Oltre a ciò, alcuni di questi organismi sono già stati caratterizzati sia a livello morfologico che a livello molecolare (Moro et al., 2007, 2010).

Oltre ai cianobatteri, i fanghi termali del Comprensorio Euganeo sono colonizzati anche da Diatomee. Rispetto ai cianobatteri, però, la loro presenza è limitata a 2-3 specie e una di queste è stata recentemente caratterizzata come *Navicula veneta* (Moro et al., 2010). Come descritto da vari Autori, infatti le diatomee, pur con alcune eccezioni, non tollerano temperature  $> 50^{\circ}\text{C}$  mentre i cianobatteri sono più termotolleranti anche se, eccetto alcune forme di *Synechococcus* in grado di vivere a  $73-74^{\circ}$  non resistono a temperature superiori ai  $50-60^{\circ}\text{C}$  (Edwards et al., 1997; Miller and Castenholz 2000; Balme et al., 2001).

Nel processo di maturazione sono sicuramente coinvolti anche batteri. Le attuali conoscenze, però, sono limitate a due sole specie. Una di queste è *Thermoanaerobacter italicus* (strain Ab9), un nuovo batterio termofilo anaerobico, formante spore, isolato oltre che dalle Terme Euganee, anche da altre spa in Italia (Kozianowski et al., 1997). L'altro, *Anoxybacillus thermarum* (strain AF/04T) è invece strettamente aerobio e, come il

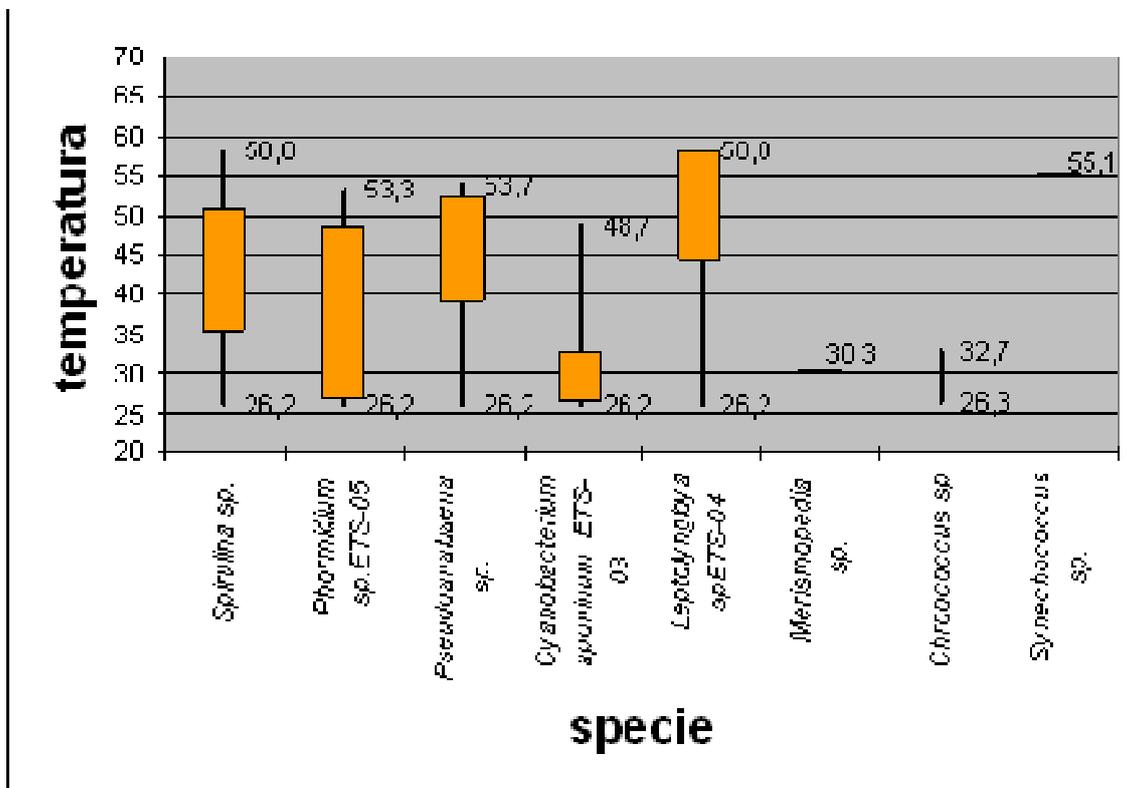
precedente, è una nuova specie termofila isolata dai fanghi di Abano Terme (Poli et al., 2009). Gli organismi fotosintetici (cianobatteri e diatomee), proprio per le loro esigenze di luce e di scambi gassosi, si sviluppano solo sullo strato più superficiale del fango mentre i batteri aerobi, così come i protozoi, sono in grado di colonizzare il fango fin dove l'ossigeno è disponibile. Ne consegue che i 20 centimetri di spessore di fango sono quelli biologicamente più attivi e, proprio per le precedenti considerazioni, quelli più ricchi in composti antinfiammatori prodotti prevalentemente dai cianobatteri. E' pure ovvio che se il fango viene rimescolato, come avviene ora prima della sua utilizzazione, si possa distribuire lungo tutta la colonna di fango di una vasca la presenza in traccia di questi organismi.

Da rilevare anche che quasi tutti i cianobatteri studiati, pur mancando di eterocisti, sono azotofissatori. Ciò dipende dal fatto che le acque termali del Comprensorio Euganeo sono molto povere in composti azotati.

E' possibile dare alcune indicazioni empiriche su come riconoscere la presenza degli organismi fotosintetici, infatti se questi sono quelli che si formano sulla superficie del fango, il loro sviluppo è visivo in quanto vanno a formare caratteristici feltri variamente colorati dal verde-azzurro al giallo-aranciato. Questa colorazione dipende dalla presenza di clorofilla a (verde) e da due ficobiliproteine [la ficocianina (blu) e la ficoeritrina (rosso)] che spesso mascherano il colore verde della clorofilla. I feltri rossi sono quelli che normalmente si possono osservare durante l'estate in vasche non coperte, poiché questi organismi, per evitare che le eccessive intensità luminose siano causa di danni al loro apparato fotosintetico, producono elevate quantità di carotenoidi. E' quindi preferibile che le vasche di maturazione del fango siano debitamente semi-coperte in modo da evitare stress luminosi ai cianobatteri in crescita. Oltre a ciò, viene privilegiata in questo modo la produzione di ficocianina che, come detto in precedenza, ha notevoli proprietà anche a di tipo antinfiammatorio.

Oltre alla copertura delle vasche, è necessario che la temperatura dell'acqua non sia troppo elevata. Infatti, come rilevabile dalla figura sottostante, ciascun taxa ha uno sviluppo ottimale all'interno di un proprio range di temperatura. Così mentre *Cyanobacterium aponinum* ETS-03 è abbondante fra 26°C e 32°C, *Phormidium* sp. ETS-05 è ben rappresentato sino a 48°C, *Spirulina* spp. è abbondante fra 35°C e 50°C. *Pseudoanabaena* sp. e *Leptolyngbya* sp. ETS-08 sono le due forme che si ritrovano sempre a temperature elevate (> 40°C), mentre *Leptolyngbya* sp. ETS-08, *Spirulina* sp.

insieme all'unico ritrovamento di *Synechococcus* sp., sono gli unici tre taxa che formano popolazioni pressoché monospecifiche al di sopra dei 55°C.



Ne consegue che per ottenere un buon sviluppo di questi organismi, sia in termini di quantità che di biodiversità, la temperatura dell'acqua termale utilizzata per la maturazione del fango non deve eccedere i 40°C (temperatura di ingresso della vasca inferiore ai 50 °). Una volta che il fango è stato fatto maturare in modo adeguato, prima della sua applicazione sul paziente subisce un'ulteriore lavorazione. Questa consiste nel rimescolare il fango all'interno della vasca e, successivamente, metterlo a contatto con acqua termale a 60-65 °C. Un'altra tecnica è quella di prelevare il fango rimescolato e riporlo in secchi che vengono poi posti in strutture denominate "bagnomaria" nelle quali l'acqua termale fluisce costantemente ad un temperatura di circa 60°C. Oltre a ciò in più stabilimenti termali il fango viene fatto maturare in strutture automatizzate e, da queste, trasferito nei camerini utilizzando sistemi in automatico. L'innalzamento della temperatura non distrugge i principi curativi ma permette di ottenere un fango batteriologicamente puro.



**Cianobatteri termofili** affioranti sulla superficie della vasca – il colore del feltro attivo rossastro è indice di un'eccessiva esposizione diretta ai raggi solari

I feltri di cianobatteri contenenti anche microalga affioranti sulla vasca di maturazione caratterizza quindi in modo facilmente identificabile, anche da parte di un operatore non esperto, una sufficiente maturazione del fango, con particolare riferimento alla natura dei cianobatteri in esso contenuto.

In sintesi si richiamano i seguenti aspetti:

- Un feltro compatto di colore azzurro verde è caratteristico nello sviluppo di colonie di cianobatteri (Il colore azzurro-verde è dato dalla presenza di ficocianine, soprattutto C-ficocianina). In particolare, un cianobatterio appartenente al genere *Phormidium* (ceppo ETS – 05), isolato per la prima volta nei fanghi del distretto termale euganeo, risulta molto attivo da un punto di vista curativo. Per la creazione di tale feltro l'acqua non deve superare i 42°C di temperatura e la vasca deve essere esposta ad irraggiamento solare con luce diffusa (ombra sotto una tettoia).

- Un feltro compatto di colore aranciato / rossastro si sviluppa in condizioni di irraggiamento solare diretto e di temperature inferiore ai 45°C, e contiene cianobatteri meno efficaci da un punto di vista curativo.
- Un feltro compatto tendente al grigio / nero si sviluppa in condizioni di acque termali contenenti composti ammoniacali, quando le modalità di sterilizzazione del fango esausto non sono state svolte correttamente, Questo feltro deve essere eliminato.

In assenza di feltro compatto azzurro-verde, il fango perde molte delle sue caratteristiche. In mancanza di una adeguata illuminazione a luce diffusa (esempio: serbatoi di maturazione coperti), i principi attivi del fango nella sua componente organica, non possono svilupparsi ed il fango risulta evidentemente privo di cianobatteri.

Anche l'innalzamento della temperatura delle vasche per molte ore al di sopra dei 45°C, non permette il riprodursi dei cianobatteri, distruggendoli.

Il fango, solo dopo la maturazione e la creazione del feltro attivo, può essere utilizzato propriamente per la cura termale. D'altra parte anche il fango usato deve essere rigenerato attraverso uno specifico protocollo operativo in seguito descritto.

#### **4. Le tecniche di rigenerazione del fango.**

Dopo la cura, nel fango può essere presente una carica batterica composta, proveniente dal paziente, che deve essere eliminata. Per questo motivo è fondamentale che il fango dopo essere stato applicato sia immesso in una vasca isolata da tutte le altre, soprattutto da quella in uso, in modo da evitare contaminazioni.

**La sterilizzazione del fango usato deve avvenire mediante aumento della temperatura, facendo scorrere acqua ad una temperatura assolutamente non inferiore ai 55° per qualche giorno.**

L'innalzamento della temperature permette al fango, dopo 3 giorni, di non presentare più alcuna carica batterica eventualmente patogena. Solo dopo questo periodo di tempo la vasca può essere nuovamente collegata con le altre in fase di maturazione e/o rigenerazione.

Dopo la sterilizzazione, per potere riacquistare le proprietà terapeutiche cedute durante la cura è necessario che il fango, prima di essere riutilizzato, rimanga a contatto con l'acqua

termale per qualche settimana ad una temperatura inferiore ai 40°, in modo da favorire la ricrescita del feltro attivo contenente i cianobatteri curativi, tenendo conto anche della corretta esposizione all'irraggiamento solare. Se la temperatura dell'acqua è idonea, dopo la prima settimana di maturazione è possibile misurare visivamente la prima colonizzazione di alghe verdi azzurre sulla superficie del fango.

Prima di iniziare la rigenerazione del fango usato, e dopo la sua disinfezione per aumento della temperatura, è possibile favorire la velocità di colonizzazione delle alghe curative, oltre che mantenendo la temperatura su valori inferiori ai 40°C, depositando sulla superficie della vasca un po' di feltro attivo di colore verde-azzurro prelevato da un'altra vasca di fango maturo (fertilizzazione iniziale).

Durante il tempo di rigenerazione, avviene il ripristino delle proprietà curative del fango, e in particolare:

- La viscosità e la plasticità del fango;
- I principi terapeutici prodotti dalle cianofitofite, verificabili attraverso la crescita del feltro compatto di colore azzurro-verde, che viene massimizzata dalla temperatura inferiore ai 40°C, dalle condizioni ideali di irraggiamento solare e dalla sua fertilizzazione iniziale che avviene prelevando una parte di feltro da un'altra vasca.

Nel caso in cui il feltro presenti colorazioni diverse da quelle verdi-azzurre è opportuno che lo stesso sia eliminato, la vasca deve essere isolata, sottoposta ad un nuovo innalzamento della temperatura per la disinfezione per essere nuovamente destinata alla rigenerazione.

Un utile metodo per consentire al portafango o al responsabile del reparto cure di razionalizzare il lavoro e non commettere errori in caso di turni diversi è quello di evidenziare con dei cartelli che identificano le vasche sia con un progressivo numero, sia un colore identificativo della fase di lavoro:

- la vasca in uso (fango maturo in uso);



- la vasca, mantenuta isolata dalle altre, dove viene messo il fango recuperato dalle cure (fango da rigenerare);



- la vasca, mantenuta isolata dalle altre, per la disinfezione a temperatura superiore ai 55°;



- la vasca in maturazione (mantenuta a temperatura intorno ai 40°C);



- le vasche mature (fango maturo).



Indicando le date in cui sono iniziati i diversi processi.

E' quindi evidente che deve essere posta una particolare attenzione, al fine di ottenere un fango molto ricco di principi attivi, ai sistemi di collegamento, isolamento, regolazione di livello e controllo della temperatura di tutte le vasche e dei serbatoi termali.

**Al fine di garantire nel tempo, le condizioni igieniche idonee a salvaguardare gli standard sanitari delle cure fangoterapiche, per tutti i sistemi di maturazione devono essere prescritte le seguenti condizioni:**

- **Tutta l'acqua termale che entra in contatto con le vasche del fango deve essere convogliata allo scarico e non può essere utilizzata per altri usi in quanto può essere contaminata da una elevata carica batterica, fatti salvi gli utilizzi di recupero termico con apparecchiature per lo scambio termico così come previsto dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 4106 del 29/12/2009.**
- **Deve essere evitato il recupero dell'acqua termale proveniente da altri usi dello stabilimento alberghiero-termale (es. piscina) ad esclusione di quelli in cui è sfruttata la sola capacità termica della stessa attraverso gli scambiatori di calore a ciclo chiuso.**

**Le vasche ed i serbatoi destinati alla lavorazione del fango devono essere progettati con le seguenti caratteristiche funzionali:**

- **regolazione del livello dell'acqua termale;**
- **regolazione della temperatura, in funzione della portata dell'acqua termale in ingresso;**

- possibilità di isolamento della singola vasca o del singolo serbatoio, in modo da consentire la sterilizzazione del fango usato evitando la contaminazione dei serbatoi o delle vasche adiacenti;
- idoneo sistema di irraggiamento luminoso.



Esempio di vasche con fango perfettamente formato di colore verde azzurro, in quanto la temperatura di maturazione è stata limitata a valori inferiori a 40°..

#### **FASE DI MATURAZIONE T 35/40°**

Particolare di una vasca in cui è stato ostruito l'ingresso dell'acqua ad alta temperatura mentre è stato aperto il collegamento con la vasca adiacente





#### **FASE DI PRELIEVO DEL FANGO**

E' stato aperto l'ingresso della vasca per aumentare la temperatura intorno ai 55°. In questo caso non è utilizzata la tecnica del bagnomaria ed il fango è prelevato caldo poco prima della cura.

Esempio di vasche in collegamento diretto con il fango in fase di maturazione e rigenerazione – il foro di collegamento deve essere ostruito con un tappo in legno nella vasca in cui si esegue la sterilizzazione del fango usato. Sul lato destro si nota la tavola in legno per la regolazione del livello della vasca.

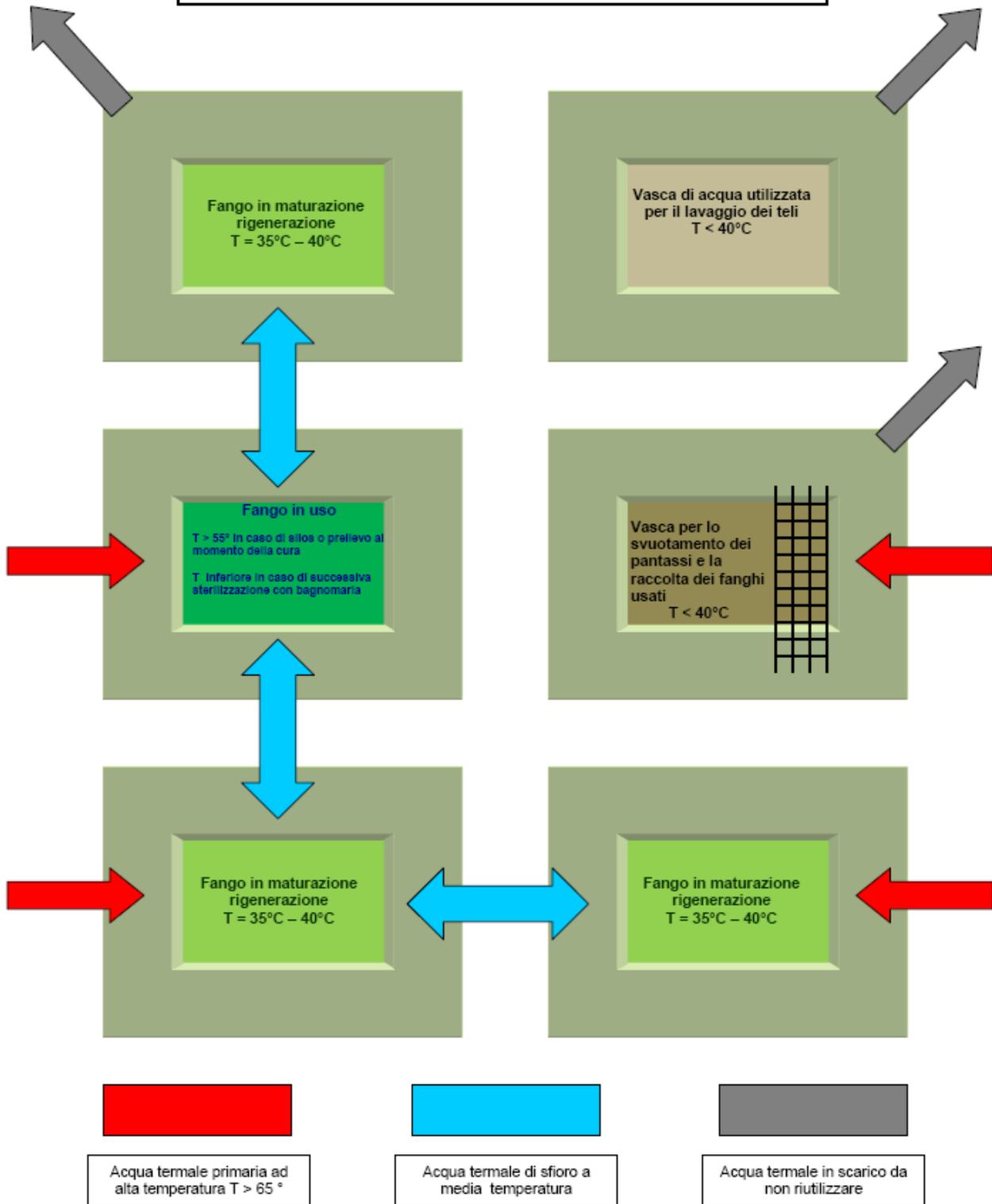


#### **REGOLAZIONE DELLA TEMPERATURA**

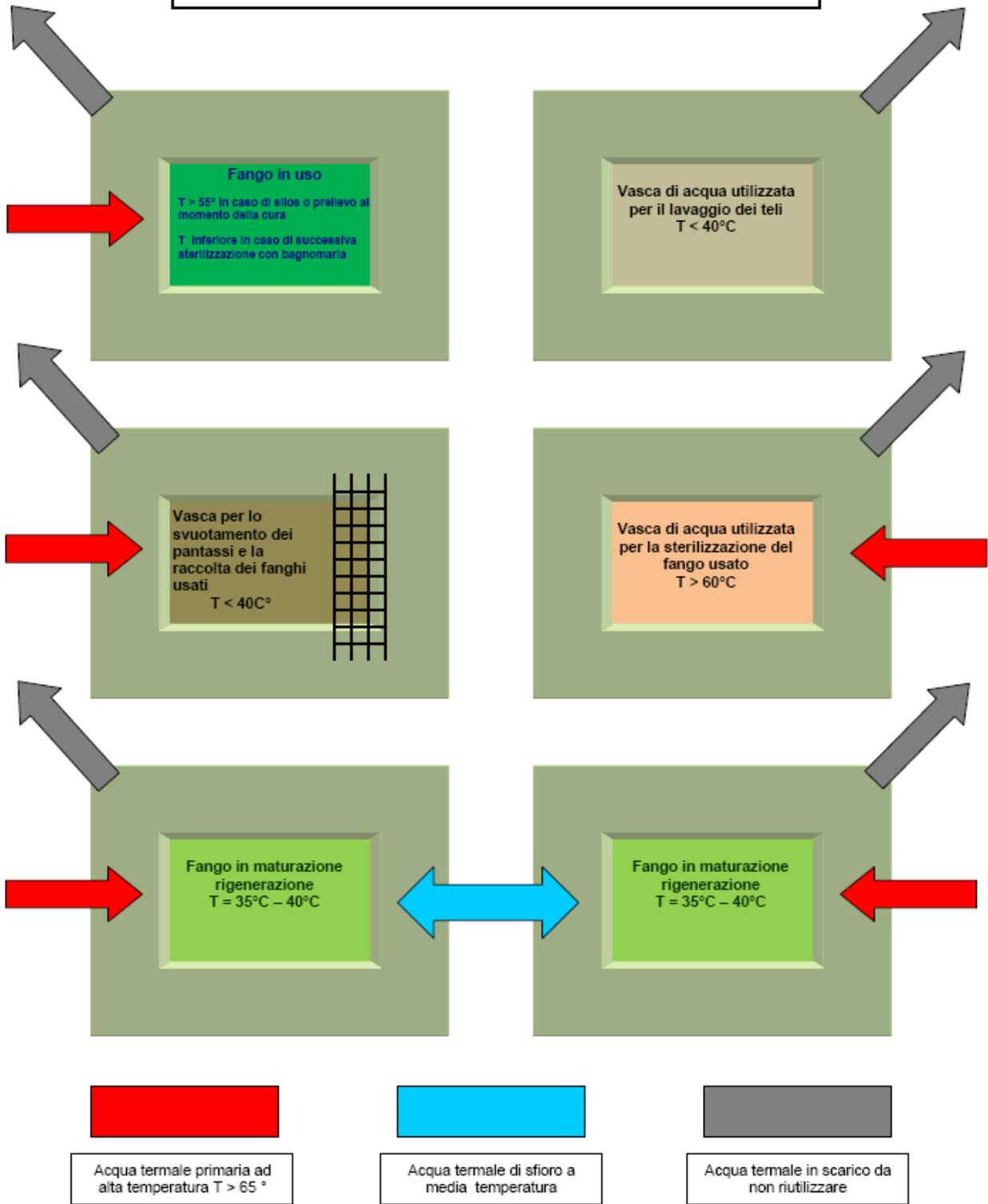
Esempio di una tubazione di by-pass per l'adduzione di acqua termale calda alla singole vasche, in alternativa ai singoli ingressi diretti che garantisce maggiore flessibilità di utilizzo delle vasche riducendo i consumi complessivi di acqua termale.



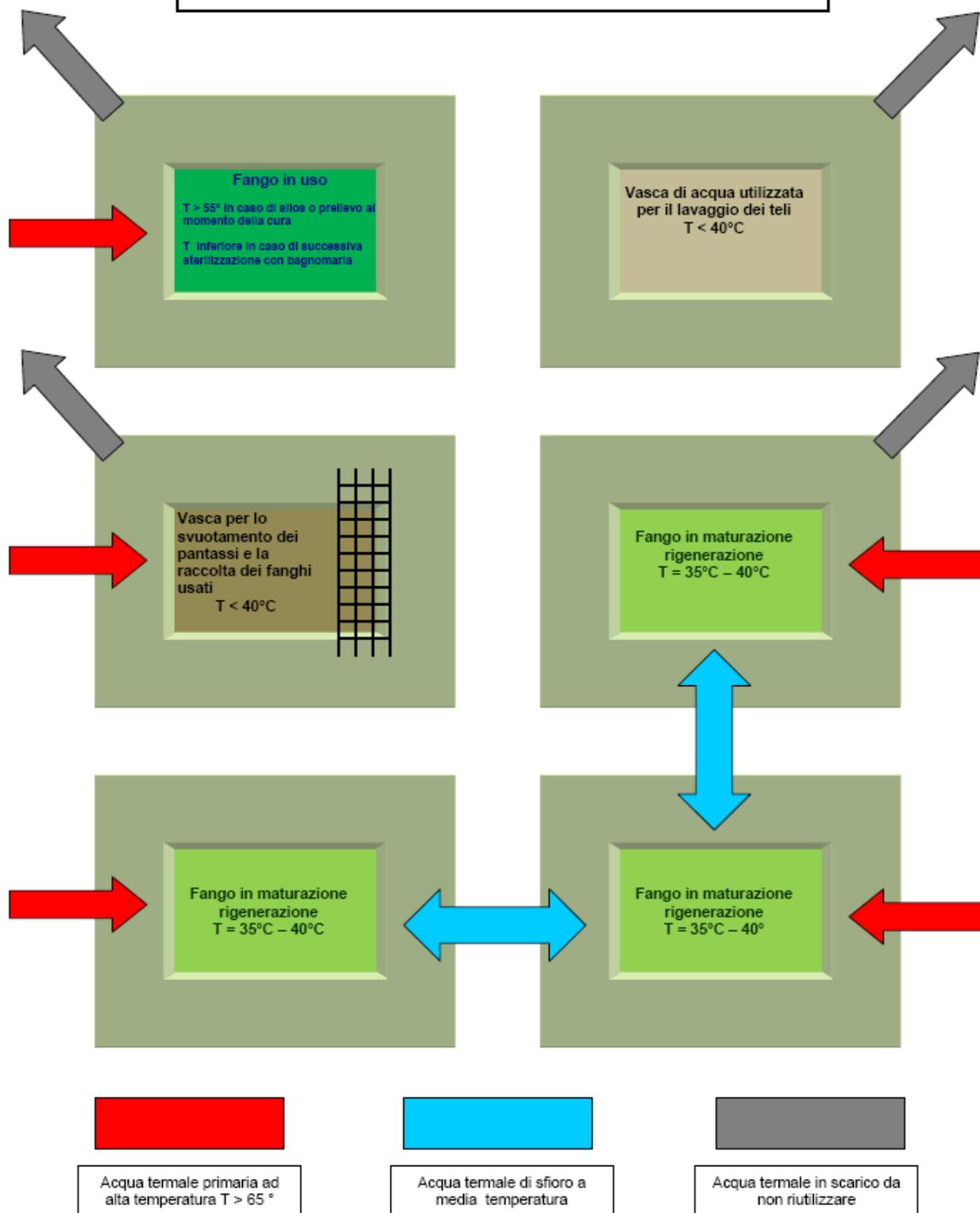
SCHEMA SINOTTICO PER LA GESTIONE DELLE VASCHE TERMALI – FASE 1



SCHEMA SINOTTICO PER LA GESTIONE DELLE VASCHE TERMALI – FASE 2



SCHEMA SINOTTICO PER LA GESTIONE DELLE VASCHE TERMALI – FASE 3



## **5. Cenni sulle tecniche di trattamento del fango tramite impianti automatizzati.**

Le fangaie possono essere costituite da serbatoi in acciaio automatizzati comunicanti tra loro attraverso l'installazione di collettori in tubo INOX e di elettropompe. Questi elementi (collettori e pompe) danno la possibilità di girare il fango all'interno dei serbatoi da sotto a sopra, in quanto l'aspirazione del fango avviene dal basso.

L'elettropompa ha generalmente una portata di litri 200 al minuto, pertanto per spostare 1 mc = litri 1.000 impiegherà 5 minuti.

Prendendo come riferimento il serbatoio tipo da 20 mc. avente dimensioni diametro mm.3200 ed altezza mm.2500, e considerando che la quantità di fango in maturazione non supera il 18 mc. in quanto la capacità al colmo è di mc. 20 però bisogna tener conto che sopra al fango deve circolare acqua termale per un'altezza di circa cm. 10, tenuta a livello da un troppo pieno che porta via altri cm. 20, si arriva quindi ad avere all'interno del serbatoio uno strato di fango di circa metri 2,20 corrispondenti a mc. 18.

Quindi per fare acquisire le proprietà curative del fango a contatto dell'acqua termale nei primi 30 cm., corrispondenti a circa mc. 2,40 = litri 2.400, e considerando che in condizioni di ideale temperatura è sufficiente una settimana per vedersi formare le cianofee, si è convenuto che per eseguire una corretta maturazione del fango bisogna lasciarlo fermo per una settimana, trascorsa la quale si aziona la pompa per 12 minuti tenendo in funzione anche l'agitatore. In questo modo avendo la pompa una portata di 200 litri al minuto ne consegue che in 12 minuti si movimentano, da sotto a sopra all'interno del serbatoio, litri 2.400 corrispondenti ai sopradescritti cm.30 di livello-fango considerato "maturo".

Questa rotazione del fango da sotto a sopra è possibile programmarla in automatico attraverso l'installazione di un timer o PLC e sarà da eseguire una volta alla settimana durante la fase di maturazione; se prendiamo come riferimento il serbatoio tipo da 20 mc. per fare la rotazione completa occorrono 7 settimane.



## **6. La formazione.**

Ai fini del rispetto puntuale del protocollo che garantisce l'unicità e le corrette modalità di trattamento del fango euganeo il personale deve essere sottoposto a una formazione precisa in merito alle tecniche e alle innovazioni.

Si ritiene che le figure per cui la formazione è necessarie sono identificabili in:

- Responsabile del reparto cure (figura direzionale)
- Operatore addetto alle vasche (figura operativa).

## **7. Controlli operativi sulla gestione del sistema di maturazione del fango.**

Il fango termale oggi utilizzato nel reparto cure è quello che il personale addetto alle fangature, sulla base di osservazioni macroscopiche qualitative come il colore e la consistenza, ritiene *applicabile* al paziente.

E' quindi opportuno inserire all'interno del documento le principali indicazioni operative per diffondere il miglioramento del processo di produzione del prodotto "fango termale maturo" all'interno del distretto euganeo.

Infatti, la qualità dello stabilimento termale, non può prescindere da una adeguata attenzione al processo di produzione del fango termale nel suo insieme.

Di seguito sono quindi riportati alcuni indicatori operativi per la gestione dell'area di maturazione del fango all'interno dello stabilimento termale, al fine di facilitare una presa di coscienza del responsabile e dei preposti alle cure sulla situazione dello stabilimento, ed individuare le linee di miglioramento operativo tramite verifiche in situ.

Ogni stabilimento potrà utilizzare una tabella valutativa interna utile a verificare il grado di aderenza al presente protocollo operativo, rivedibile periodicamente allo scopo di misurare eventuali progressi (Tabella a, Allegato 1).

## ALLEGATO 1

n.	Parametro	Valore	Valore attribuito
1	Qualità del feltro presente sulla superficie delle vasche e dei serbatoi di maturazione	1= scarsa presenza del feltro, colore non idoneo; 2= feltro poco compatto e distribuzione rarefatta; 3= feltro compatto con colori brillanti verde azzurro.	
2	Qualità disinfezione	1=bassa; 2=media; 3=alta	
3	Quantità di fango disponibile	1=bassa; 2=media; 3=alta	
4	Capacità di regolazione della temperatura sulle singole vasche o serbatoi	1=bassa; 2=media; 3=alta	
5	Presenza di copertura parziale delle vasche per il controllo dell'irraggiamento solare	1=scarsa; 2=media; 3=eccessiva	
6	Adozione di un sistema di monitoraggio dei tempi di maturazione	1=sistema assente; 2=sistema in via di realizzazione o da perfezionare; 3=sistema presente ed operativo	
7	Qualità delle aree di lavoro e delle opere accessorie al sistema di manutenzione del fango	1=bassa; 2=media; 3=alta	
8	Consapevolezza del personale operante e adeguatezza delle procedure operative	1=bassa; 2=media; 3=alta	

**Tabella a:** criteri valutativi interna utile a verificare il grado di aderenza al presente protocollo operativo della struttura termale

Per quanto riguarda il parametro n. 3 si specifica che esso assumerà:

- il valore 1 qualora il valore in m<sup>3</sup> di fango disponibile sia inferiore all'indice FSF descritto nell'allegato 2;
- il valore 2 se il fango disponibile sarà compreso tra FSF e 1,3FSF;
- Il valore 3 se il fango disponibile sarà superiore a 1,3FSF.

## ALLEGATO 2

### FORMULA PER LA DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO STAGIONALE DI FANGO MATURO AI SENSI DEI REQUISITI PREVISTI DALLA LEGGE REGIONALE PER L'AUTORIZZAZIONE E L'ACCREDITAMENTO DELLO STABILIMENTO TERMALE.

*Caratteristiche dimensionali delle vasche o dei serbatoi.*

Superficie totale	metro quadri	(a)
Profondità	metri	(b)
Capacità totale	metri cubi	(a x b).

Per la determinazione del fabbisogno stagionale di fango maturo in metri cubi (FSF) si devono utilizzare i seguenti indici di calcolo:

- Ps, peso specifico del fango: 2000 Kg/mc;
- Qp, quantitativo medio per la prestazione: 10 Kg, pari a metri cubi 0,005;
- Tm, periodo stagionale medio di apertura dello stabilimento: 100 giorni;
- Pg, prestazioni giornaliere effettuabili in modulo unico (camerino: fango + reazione): n. 6.

Essendo Nc il numero di camerini dello stabilimento interessato si avrà quindi:

$$FSF = Qp \times Tm \times Pg \times Nc = 0,005 \times 100 \times 6 \times Nc = 3,00 \times Nc$$

(espresso in metri cubi).

Il valore calcolato deve essere aumentato del 30% per poter accedere al livello di accreditamento massimo raggiungibile dallo stabilimento termale (cat.1 super).

## Bibliografia

- Andreoli, C. & Rascio, N. (1975). The algal flora in the thermal baths of Montegrotto Terme (Padua). Its distribution over one-year period. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **60**, 857-871.
- Balme, A., Hervas, M., Campos, L. A., Sancho, J., De La Rosa, M. & Navarro, A. (2001). A comparative study of the thermal stability of plastocyanin, cytochrome c(6) and photosystem I in thermophilic and mesophilic cyanobacteria. *Phytosynthesis Research*, **70**: 281-289.
- Ceschi-Berrini C., De Appolonia F., Dalla Valle L., Komárek J. & Andreoli C. (2004). Morphological and molecular characterization of a thermophilic cyanobacterium (Oscillatoriales) from Euganean Thermal Springs (Padua, Italy). *Arch. Hydrobiol./Suppl., Algol. Stud.* **113**: 73-85.
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 4106/2009
- Edwards, M. R., Hauer, C., Stack, R. F. Eisele, L. E. & Maccoll, R. (1997). Thermophilic C-phycocyanin: Effect of temperature, monomer stability, and structure. *Biochem. Biophys. Acta*, **1321**: 157-164.
- [Eriksen NT](#). 2008 Production of phycocyanin-a pigment with applications in biology, biotechnology, foods and medicine. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **1**: 1-14.
- Galzigna, L., Moretto, C. & Lalli, A. (1996). Physical and biochemical change of thermal mud after maturation. *Biomed & Pharmacother* **50**: 306-308.
- Khan, M., Varadharaj, S., Ganesan, L.P., Shobha, J.C., Naidu, M.U., Parinandi, N.L., Tridandapani, S., Mutala, V.K. & Kuppusamy, P. (2006) C-phycocyanin protects against ischemia-reperfusion injury of heart through involvement of p38 MAPK and ERK signaling. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.*, **290**: H2136-45.
- Lalli A., Andreoli C., Ceschi Berrini C., De Appolonia F. & Marcolongo G.(2004). Antiinflammatory active principles in Euganean thermal MUD. Brevetto n° 05100038.8.
- Li, B., Zhang, X., Gao, M. & Chu, X. (2005) Effects of CD59 on antitumoral activities of phycocyanin from *Spirulina platensis*. *Biomed. Pharmacother*, **59**: 551-560.
- Marcolongo G., De Appolonia F., Venzo A., Berrei C.P., Carofiglio, T., Ceschi Berrini C. (2006). Diacylglycerolipids isolated from a thermophile cyanobacterium from Euganean hot spring. *Nat Prod Res*, **20**: 766-774
- Marotta, D. e Sica, C. (1933). Composizione e classificazione delle acque minerali italiane. *Chim Apl*, **23**: 245-247.
- Miller, S.R. & Castenholz, R.W. (2000). Evolution of thermotolerance in hot spring Cyanobacteria of the genus *Synechococcus*. *Appl. Environ. Microbiol.*, **66** : 4222-4229.
- Moro I, Maistro S, Cassaro L, Rascio N, Andreoli C. (2010). Morphology, 18S rDNA sequence and rbcL phylogeny of *Navicula veneta* (Bacillariophyceae) from thermal muds in Italy. *Cryptogamie. Algologie*, **31** (2); p. 209-219.
- Moro I, Rascio N, La Rocca N, Sciuto K, Albertano P, Bruno L, Andreoli C. (2010). Polyphasic characterization of a thermo-tolerant filamentous cyanobacterium isolated from the Euganean thermal muds (Padova, Italy). *European Journal of Phycology*, **45** (2); p. 143-154.
- Moro I, Rascio N, La Rocca N, Di Bella M, Andreoli C. (2007). Cyanobacterium aponinum, a new Cyanoprokaryote from the microbial mat of Euganean Thermal Springs (Padua, Italy). *Arch. Hydrobiol./Suppl. Algological Studies* **123**; p. 1-15, ISSN: 0342-1120
- Odabasi E, Turan M, Erdem H, Tekbas F. (2008). Does mud pack treatment have any chemical effect? A randomized controlled clinical study. *J Altern Complement Med.* 2008 Jun; **14**(5):559-65

- Poli A., Romano I, Cordella P., Orlando P., Nicolaus B., Ceschi Berrini C. (2009). *Anoxybacillus thermarum* sp. nov., a novel thermophilic bacterium isolated from thermal mud in Euganean hot springs, Abano Terme, Italy. *Extremophiles*, **13**: 867-874.
- Tateo F., Ravaglioli A., Andreoli C., Bonina F., Coiro V., Degetto S., Giaretta A., Menconi Orsini A., Puglia C. & Summa V. (2009). The in-vitro percutaneous migration of chemical elements from a thermal mud for healing use. *Applied Clay Science*, **44**, 83-94
- Singh, S., Kate, B.N. & Banerjee, U.C. (2005) Bioactive compounds from cyanobacteria and microalgae: an overview. *Crit. Rev. Biotechnol.*, **25**: 73-95.
- Tolomio, C., , De Appolonia, F., Moro, I. & Ceschi Berrini, C. (2004). Thermophilic microalgae growth on different substrates and at different temperatures in experimental tanks in Abano Terme (Italy). *Arch. Hydrobiol./Suppl. Algological Studies* **111**: 145-157.
- Tolomio, C., Ceschi Berrini, C., De Appolonia, F., Galzigna, L., Masiero, L., Moro, I. & Moschin, E. (2002). Diatoms in the thermal mud of Abano Terme, Italy (Maturation period). *Arch. Hydrobiol./Suppl. Algological Studies* **105**: 11-27.
- Trevisan, V. (1870). Catalogo delle alge viventi nelle termali euganee. *Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti*, **16**: 2062-2087.
- Ulivi V, Lenti M, Gentili C, Marcolongo G, Cancedda R, Descalzi Cancedda F (2011). Anti-inflammatory activity of monogalactosyldiacylglycerol in human articular cartilage in vitro: activation of an anti-inflammatory cyclooxygenase-2 (COX-2) pathway. *Arthritis Research&Therapy* **17;13(3):R92**

D'interesse, ma non citati nel testo:

- Centro Studi Termali "Pietro d'Abano", Raccolta Bibliografica 1988-2008;
- Gherardi F, Panichi C, Caliro S, Magro G, Pennisi M (2000). Water and gas geochemistry of the Euganean and Berician thermal district (Italy). *Applied Geochemistry* **15**: 455-474
- Lenti M, Gentili C, Pianezzi A, Marcolongo G, Lalli A, Cancedda R & Descalzi Cancedda F (2009). Monogalactosyldiacylglycerol anti-inflammatory activity on adult articular cartilage *Natural Product Research* **23(8)**: 754-762
- Rossi D, Jobstraibizer PG, Dal Bosco C & Bettero A (2012). A combined chemico-mineralogical and tensiometric approach for evaluation of Euganean Thermal Mud (ETM) quality. *Journal of Adhesion Science and Technology* DOI: 10.1080/01694243.2012.701501
- Veniale F, Bettero A, Jobstraibizer PG, Setti M (2007). Thermal muds: perspectives of innovations. *Appl. Clay Sci.* **36**: 141-147

*Il presente disciplinare è stato valutato, discusso ed infine approvato all'unanimità dei presenti, dal Comitato di Tutela del marchio collettivo d'origine "Fango del Bacino Termale Euganeo", modificato in "Fango D.O.C. - Thermae Abano Montegrotto – Regione Veneto", in data 16 gennaio 2013;*

*Per gli aspetti tecnico-scientifici hanno contribuito alla stesura finale:*

- *Prof. Carlo Andreoli, Professore Ordinario, Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Padova;*
- *Ing. Emiliano Baretella, Centro Studi Termali Pietro d'Abano;*
- *Prof. Antonio Bettero, Professore Associato, Dipartimento di Scienze del Farmaco, Università degli Studi di Padova;*
- *Dr. Fabrizio Caldara, Direttore Scientifico, Centro Studi Termali Pietro d'Abano;*
- *Ing. Stefano Luciani, Centro Studi Termali Pietro d'Abano;*
- *Dr. Fabio Tateo, Ricercatore Istituto di Geoscienze e Georisorse, Consiglio Nazionale delle Ricerche.*

---