

**b) Caratteristiche geografiche, geologiche, idrogeologiche.**

**Localizzazione geografica e morfologia del corpo idrico**

***Localizzazione geografica***

Questo corpo idrico affiora nell'entroterra di Castellammare del Golfo, tra il bacino del fiume Freddo a S ed E, la penisola di San Vito Lo Capo a N e NW ed il Golfo di Castellammare a NE. Comprende i rilievi di Monte Ramalloro - Monte Inici, , Monte Barbaro e Montagna Grande.

Dal punto di vista idrografico il corpo afferisce al bacino del Torrente Forgia, ai bacini minori fra San Bartolomeo e Punta Solanto ed al bacino del Fiume Birgi.

Dal punto di vista politico-amministrativo, l'acquifero ricade nei territori comunali di Castellammare del Golfo (Monte Ramalloro – Monte Inici), di Calatafimi (Monte Barbaro e Montagna Grande), di Salemi (Montagna Grande) e di Trapani (Montagna Grande), nonché di Buseto Palizzolo (acquifero sepolto).

Il corpo idrico ricade nel foglio I.G.M.I. n. 248 “Trapani” (scala 1: 100.000).

***Considerazioni geomorfologiche***

Il corpo idrico affiora in corrispondenza di tre rilievi: Monte Ramalloro-Monte Inici, Montagna Grande e Monte Barbaro.

Specialmente nel settore settentrionale del Monte Ramalloro si osservano vistosi fenomeni di deformazione profonda di versante. Questi fenomeni sono legati innanzitutto alla sovrapposizione tettonica di rocce carbonatiche panormidi fratturate e carsificate, sulle coperture terrigene dei terreni di Piattaforma Trapanese, a comportamento plastico, oltre che alla presenza di versanti morfostrutturali, legati ad un sistema di faglie dirette N-S ed alla presenza di processi di approfondimento fluviale. Il risultato è un paesaggio alquanto articolato in cui si riconoscono estese scarpate di distacco coincidenti con superfici di faglia e/o frattura e soggette a crolli e ribaltamenti, grandi blocchi disarticolati soggetti a

cedimento, movimento o ribaltamento, profonde trincee beanti od occluse da detriti, doppie creste nei rilievi e vaste aree in contropendenza. Negli affioramenti marno-argillosi si assiste a movimenti in massa superficiali di tipo scorrimento-colamento, che hanno prodotto nicchie di distacco, macereti di frana (in alcuni casi con distanza corona-unghia di oltre 1 km), aree in contropendenza e gradini sia contrari che conformi all'andamento dei versanti. Sono presenti, inoltre, anche forme di erosione selettiva e processi di incisione fluviale con valli a V e canyon fluviali.

Monte Inici è costituito da un rilievo monoclinale con gli strati in direzione NNO-SSE ed immergenti in media verso OSO e con una pendenza di 35°. Il rilievo è bordato e ritagliato da due sistemi principali di faglie che determinano spesso la formazione di scarpate morfostrutturali: il primo con andamento NO-SE, con tutta probabilità legato alle prime fasi tettoniche compressive tortoniane, che hanno determinato l'emersione della piattaforma trapanese; il secondo, con direzione NE-SO, a prevalente carattere distensivo, risulta invece legato alla fase tettonica plio-pleistocenica.

Da notare che nei termini più calcarei delle dolomie basali triassico-liassiche e nei calcari nodulari si sviluppa una morfologia carsica, che ha la sua massima espressione nelle forme ipogee (Grotta dell'Eremita, Abisso dei Cocci, Grotta del Cinghiale, Grotta delle Latrine ecc.), direttamente condizionata dai lineamenti tettonici.

### ***Aspetti geologici***

Il corpo idrico di Monte Ramalloro- Monte Inici è costituito da terreni derivanti della deformazione delle aree più interne del dominio paleogeografico Trapanese.

Dal punto di vista stratigrafico, il corpo idrico è costituito da una successione di depositi di piattaforma triassico-liassica che evolvono successivamente verso l'alto, sino al Giura sommitale a depositi di altofondo (*seamount*) e successivamente divengono francamente pelagici, per lo smembramento progressivo ed annegamento della piattaforma predetta.

In base alle caratteristiche geologico-strutturali possiamo distinguere due unità: Monte Ramalloro – Monte Inici, Monte Barbaro-Montagna Grande.

- *Unità Monte Ramalloro - Monte Inici.* Affiora negli omonimi rilievi e rappresenta una struttura variamente piegata con assi orientati N-S e NE-SO che nel suo fianco

orientale si sovrappone alle coperture terrigene mioceniche appartenenti a sottostanti unità trapanesi (Mauz & Renda, 1996) ed è a sua volta ricoperta tettonicamente dalle Unità Panormidi e Prepanormidi. Inoltre, è dissezionata in blocchi da faglie con andamento NE-SO e NNO-SSE.

Dal basso verso l'alto la successione dei terreni è data da:

- Dolomie, dolomie calcaree e calcari dolomitici stromatolitici e loferitici (Trias sup. – Lias inf.). Lo spessore di questo intervallo è di circa 200 m a Monte Ramalloro, mentre a Monte Inici è compreso tra i 50 m ed i 400 m.
- Calcari nodulari, calcilutiti, calcareniti e calcilutiti marnose passanti a argilliti silicee e radiolariti (Dogger - Malm). Gli spessori risultano compresi tra 20 m e 40 m.
- Calcilutiti e calcisiltiti con liste e noduli di selce noti nella letteratura geologica con il nome di *Lattimusa* (Titonico - Cretaceo inf.). A Monte Ramalloro sono potenti da 70 a 120 m, mentre a Monte Inici oscillano tra 10 e 140 m.
- Calcilutiti, calcisiltiti e marne, *Scaglia Auct.* (Cretaceo sup. - Eocene.), potenti rispettivamente 200 m a Monte Ramalloro, e 70-200 m a Monte Inici.
- Calcareniti e biocalcareni glauconifere e marne (Miocene inf.); spessore: 20 m.
- Argille e marne sabbiose grigiastre a planctonici (*Marne di San Cipirello*, Serravalliano – Tortoniano med.); spessore: 50-150 m.
- *Unità di Montagna Grande-Monte Barbaro*. La struttura di Montagna Grande e quella minore di Monte Barbaro sono sovrapposte tettonicamente, sul lato sud-occidentale, sulle coperture terrigene mioceniche di unità carbonatiche trapanesi note attraverso i pozzi per la ricerca di idrocarburi (Agate *et al.*, 1998)

L'unità in oggetto costituisce un'anticlinale asimmetrica orientata NO-SE e vergente verso SO. E' in contatto per faglia con i terreni del Miocene sup.-Pliocene, lungo il bordo sud-orientale. Nel versante nord-orientale l'unità è ricoperta, in discordanza angolare, dai depositi del Tortoniano sup.-Messiniano (Fm. Terravecchia). Inoltre l'Unità Montagna Grande si accavalla, tramite faglie inverse ad alto angolo legate alla tettonica pliocenica, anche sulle unità derivanti dalla deformazione del Dominio Pre-panormide, determinando localmente l'inversione dei rapporti strutturali (Agate *et al.*, 1998).

Dal basso verso l'alto è riconoscibile la seguente successione litostratigrafica:

- Dolomie e calcari dolomitici (Trias sup. – Lias inf.); spessore massimo in affioramento circa 100 m.
- Calcari marnosi e calcari pseudonodulari mal stratificati (Rosso Ammonitico Auct., Dogger – Malm inf.); spessore variabile da un massimo di circa 15 m sino ad 1 m. Da notare che il contatto con i sottostanti calcari e calcari dolomitici è marcato, a volte, da un livello ferro-manganesifero di spessore centimetrico e che può essere utilizzato come orizzonte guida per seguire sul terreno il limite tra i due intervalli. Talvolta si riconoscono filoni sedimentari di queste litologie iniettati nelle fratture dell'intervallo basale siglato con a).
- Calcilutiti e calcilutiti marnose (Lattimusa) biancastre, sottilmente stratificate con noduli e liste di selce (Titonico - Neocomiano.); spessore compreso tra 5 e 40 m.
- Alternanza di marne e calcari marnosi (Hauteriviano sup.- Albiano), a Monte Barbaro nel tetto sono presenti localmente delle lave alcalibasaltiche. Lo spessore di questo intervallo è di 20 m.
- Calcilutiti, calcisiltiti e marne, Scaglia Auct. con noduli di selce e intercalazioni di calcareniti e brecciole nummulitiche (Cretaceo sup. – Oligocene med.); spessore massimo 150 m.
- Biocalcareni ed arenarie glauconifere e peliti grigiastre ((Burdigaliano – Langhiano basale.); spessore in affioramento compreso tra 10 e 50 m.)
- Marne e argille marnose (Marne di San Cipirello, Langhiano sup. – Tortoniano); spessore circa 100 m.

### ***Morfologia del corpo idrico***

L'acquifero principale ha sede nelle dolomie e calcari dolomitici di età Trias sup. – Lias inf. ed ha una permeabilità stimata di  $10^{-2}$ - $10^{-3}$  m/s e una potenza massima in affioramento di circa 100 m (Monte Inici), Al di sopra dell'acquifero principale seguono degli orizzonti calcareo.marnosi e marnoso-argillosi a media o bassa permeabilità, con una potenza complessiva attorno a 400 m e una permeabilità, variabile in base alla maggiore o minore presenza di livelli argilloso-marnosi, e stimata tra  $10^{-5}$ - $10^{-8}$  m/s.

La zona S e SE del corpo idrico, in base ai dati provenienti dalle stratigrafie dei pozzi sia idrici che per ricerche di idrocarburi, nonché dalle indagini geofisiche, sembrerebbe collegata a delle sub-strutture di natura carbonatica sepolte al di sotto di potenti coperture terrigene (Cusimano *et al.*, 1982). Tali substrutture, ribassate a gradinata grazie alla tettonica distensiva e/o trastensiva pleistocenica che riprendono talvolta i piani di faglia inversa ad alto angolo legati alla tettonica traspressiva pliocenica. Le strutture tettoniche trascorrenti sembrano proseguire lungo il corso del Fiume Caldo ed interessare l'area termale (Terme Segestane e Gorga), lungo la quale è nota la presenza di sistemi trastensivi sinistri adiacenti al rilievo di Monte Inici, dove fra l'altro ricadono pozzi idrici con acque calde fortemente mineralizzate (Cusimano *et al.*, 1986). Inoltre tutte le evidenze idrostrutturali ed idrogeologiche inducono ad ipotizzare che il corpo idrico si sviluppi nel sottosuolo verso W al di sotto delle coperture terrigene impermeabili mioceniche che attorniano gli affioramenti principali di Montagna Grande-Monte Barbaro e di Monte Ramalloro – Monte Inici.

## **Caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche**

### ***Regime pluviometrico e infiltrazione***

La pioggia media annua è di 600-700 mm, che scende a 500-600 mm nella struttura di Montagna Grande (calcolata per il periodo 1964-95, Atlante Climatologico). E' riconoscibile un periodo umido, che va da ottobre ad aprile, in cui si concentra l'85 % delle precipitazioni, e un periodo secco, da maggio a settembre, in cui si registra meno del 15 %.

In accordo con i dati ricavati dallo studio del corpo idrico di Monte Sparagio – Monte Monaco (Cusimano *et al.*, 2004), l'infiltrazione ammonta all'80% delle precipitazioni. Questo parametro andrà comunque calibrato nel prosieguo della ricerca. L'area di ricarica del corpo idrico coincide con la sua area di affioramento.

### ***Regime della falda e flussi sotterranei***

In mancanza di dati diretti ed in analogia con quanto si osserva nel corpo idrico di Monte Sparagio – Monte Monaco, la falda dovrebbe avere un periodo di progressivo

incremento da febbraio a marzo, dopo di che seguirebbe una fase di progressivo decremento da giugno a ottobre. Si tratta di stime da confermare nella fase successiva della ricerca.

In generale, la componente principale del flusso è diretta verso NE e N sversando a mare come attesta la presenza di manifestazioni sorgentizie sottomarine (Cassinis, 1967) e. Con tutta probabilità anche in direzione dei depositi pleistocenico della Piana di Castellammare del Golfo.

La porzione affiorante del corpo idrico, nel suo complesso costituisce, con tutta probabilità, il bacino di alimentazione del gruppo termale Terme Segestane - Gorga (circa 200 l/s e temperature variabili fra 40° e 45° C).

Inoltre, le acque termali sono state intercettate nelle seguenti località:

- Costa di Ballo (a sud dei centri termali summenzionati);
- Crociferi - Bocca Carruba (in prossimità dell'abitato e del porto di Castellammare del Golfo);
- Piano Vignazzi e Balata Inici.

Altre aree indiziate di termalismo sono quelle della depressione tettonica di Fraginesi (all'interno della struttura di M. Inici, ad est dell'abitato di Castellammare).

### ***Considerazioni sulla vulnerabilità***

Questo corpo idrico è estremamente vulnerabile, sia per le caratteristiche idrostrutturali che geomorfologiche delle aree di ricarica (giunti di strato, diffusa maglia di fatturazione degli acquiferi calcareo-dolomitici, elevato carsismo ecc.) e la mancanza di estese coperture di suolo e di una vegetazione associata in grado di svolgere una efficace funzione di autoepurazione.

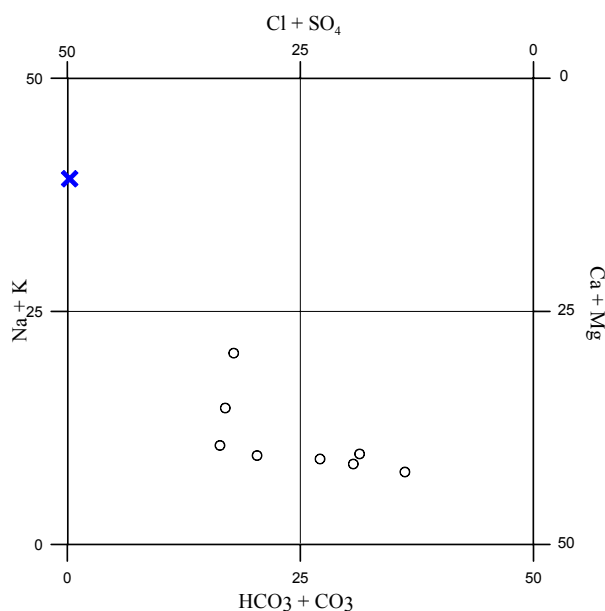
I centri di pericolo principali sono dati da alcune cave attive ed inattive (Monte Inici e Montagna Grande), e dagli assi stradali principali. In particolare, le vie di attraversamento più rilevanti sono date dalla nazionale n. 187 che passa attraverso il settore di Monte Ramarollo e la strada di collegamento tra Castellammare del Golfo e Calatafimi (che decorre alle pendici orientali di Monte Inici).

Le aree costiere sono da considerare a rischio, visto che i fenomeni di ingressione marina possono essere innescati dal sovrasfruttamento della falda idrica.

L'attività antropica nell'abitato di Castellamare del Golfo, ubicato sul margine NE del corpo idrico, costituisce un ulteriore fattore di rischio per l'inquinamento. Inoltre, bisogna sottolineare che in questa area sono presenti impianti per la produzione vinicola.

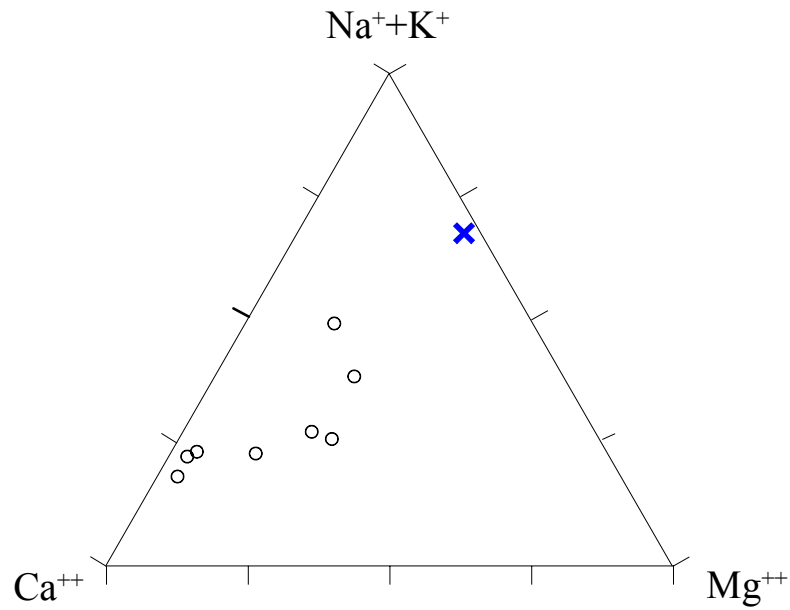
### ***Caratterizzazione idrogeochimica***

Le acque del corpo idrico Monte Ramalloro-Monte Inici, nel diagramma classificativo di Langelier-Ludwig, ricadono nei quadranti delle acque bicarbonato-alcalino terrose e delle solfato-clorurato-alcalino terrose.



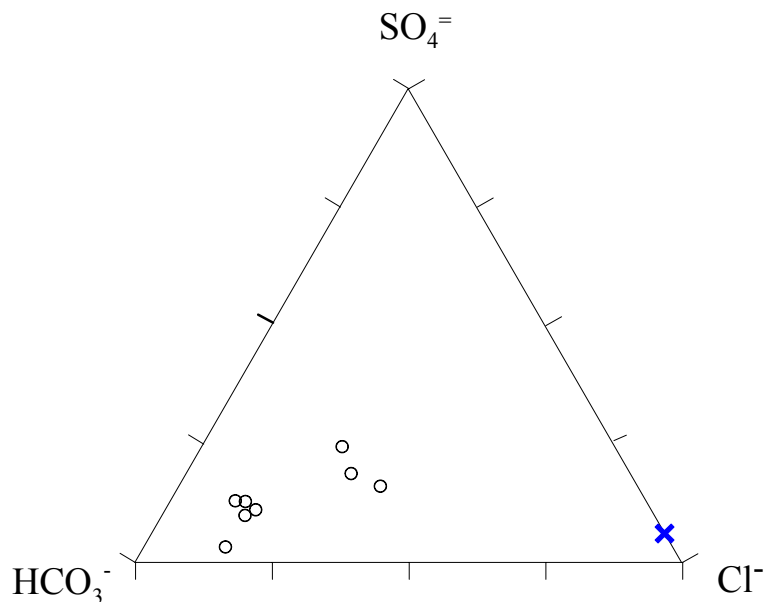
*Diagramma classificativo Langelier-Ludwig per il corpo idrico M. Ramalloro-M. Inici*

I sali disciolti derivano principalmente dall'interazione con le rocce carbonatiche affioranti nell'area.



*Diagramma ternario Ca-Mg-Na+K per il corpo idrico M. Ramalloro-M. Inici*

In particolare con l'ausilio del diagramma ternario cationico è possibile individuare un chiara interazione con rocce calcaree e calcaree dolomitiche. Si nota, inoltre, anche un trend evolutivo verso il punto rappresentativo dell'acqua di mare. L'aumento dei solfati, nel diagramma anionico, non strettamente legato al valore marino supporta l'ipotesi di un apporto di gesso evaporitico.



*Diagramma ternario Cl-SO4-HCO3 per il corpo idrico di M. Ramalloro-M. Inici*



### Caratteristiche isotopiche del corpo idrico

La posizione dei punti relativi a questo corpo idrico rispetto all'acqua meteorica media ponderata mette in evidenza che esse sono condizionate da apporti di origine meteorica locale, interazioni limitate con acqua di origine marina.

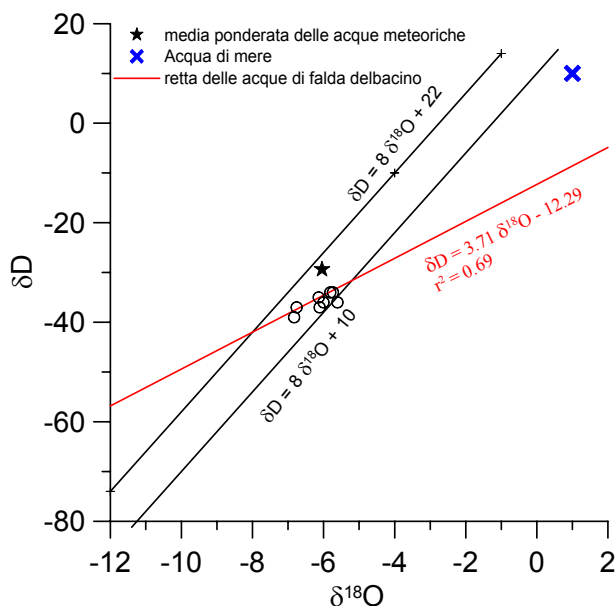


Diagramma  $\delta D - \delta^{18}O$  (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del corpo idrico M. Ramalloro-M. Inici

### Qualità delle acque del corpo idrico

I diagrammi a torta sono relativi alla composizione chimica media del corpo idrico.

Anche dal diagramma a torta, così come dai triangolari, si evidenzia la predominanza di cloruri e solfati rispetto a tutti gli altri elementi ma, ancor di più, si evidenzia anche la alta percentuale di ione nitrato e l'alta salinità.

### Monte Ramalloro-Monte Inici

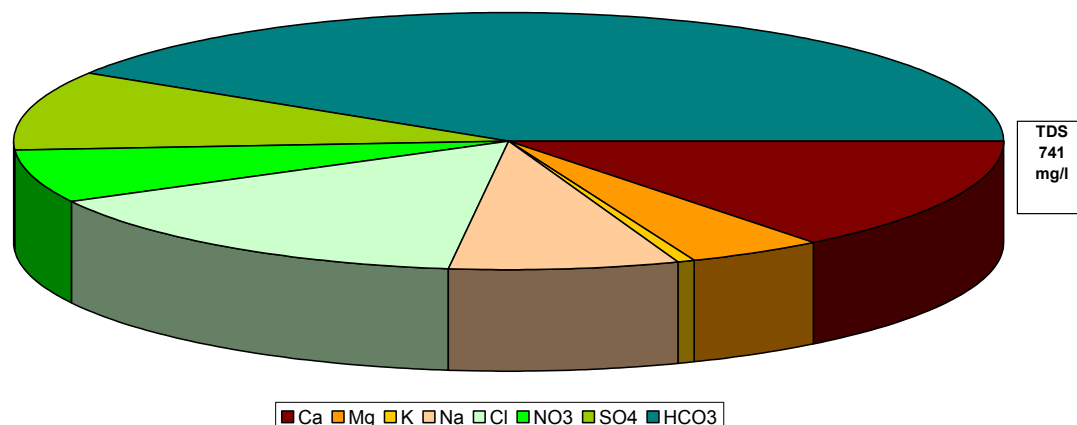


Diagramma a torta mostrante le composizioni percentuali delle specie ioniche dei costituenti maggiori presenti nel corpo idrico. E' stata aggiunta la percentuale dei nitrati allo scopo di avere una relazione visibile tra specie inorganiche e specie più direttamente correlabili alla qualità del corpo idrico. Lo spessore del diagramma è proporzionale alla salinità dell'acqua.

Bacino	Monti di Trapani		
Corpo idrico	Monte Ramalloro-Monte Inici		
Parametro	Espressione dei risultati	Valore	Valore di Parametro
Temperatura	°C	19	-
pH		7.3	6,5<pH<9,5
Conducibilità	µS/cm	871	2500
Cl <sup>-</sup>	mg/l	113	250
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	75	250
Ca	mg/l	106	-
Mg	mg/l	33	-
Na	mg/l	54	200
K	mg/l	6	-
Al	µg/l	0.70	200
Mn	µg/l	3.10	50
Fe	µg/l	14.7	200
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	50
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0.013	0.5

Confronto tra la composizione chimica media del corpo idrico e i valori di parametro secondo il D. Lgs. n. 31/2001 All.1

Il confronto con i valori di parametro del D. Lgs. n. 31/2001 All.1.evidenzia che i valori dei nitrati sono al limite.

## Stato chimico del corpo idrico

Quasi tutti i macrodescrittori, tenuti in considerazione per la classificazione qualitativa del corpo idrico, rientrano nei limiti previsti per la classe 1 ad esclusione della conducibilità, del cloro e dei solfati che rientrano in seconda classe e del nitrato che rientra in 4 classe. Le concentrazioni dei parametri aggiuntivi (inquinanti inorganici ed organici) risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla tabella 21 del D. Lgs. 152/99. Pertanto, al corpo idrico M. Ramalloro-M. Inici viene attribuita la classe 4.

## Qualità delle acque a scopo irriguo

Le acque del corpo idrico M. Ramalloro-M. Inici ricadono nel quadrante C3-S1, cioè sono classificabili come acque a basso contenuto in sodio utilizzabili per l'irrigazione in tutti i tipi di suolo e acque a salinità alta che possono essere utilizzate se esiste un buon drenaggio del suolo.

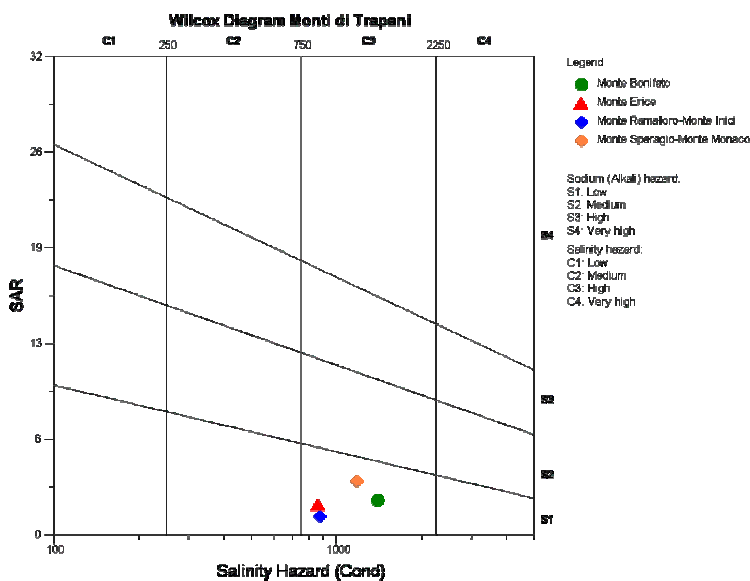


Diagramma per la classificazione delle acque a scopo irriguo

### **Estrazioni di acque dolci e usi**

Nella zona di Fraginesi (all'interno della struttura di M. Inici, ad est dell'abitato di Castellammare) e di Balata Inici sono presenti dei pozzi che sfruttano il corpo idrico. Quelli di Fraginesi emungono una portata totale di 35 l/s e sono captati per l'approvvigionamento idrico del comune di Castellammare del Golfo, mentre quelli di Balata Inici estraggono per uso idropotabile all'incirca 30 l/s che vengono utilizzati per l'abitato di Balata di Baida. Le acque del gruppo termale Terme Segestane - Gorga (con portate di circa 200 l/s e temperature variabili fra 45° e 50° C) sono utilizzate esclusivamente ad uso idroterapico nei rispettivi impianti termali. I pozzi siti in località Costa di Ballo (a sud dei centri termali summenzionati), Crociferi - Bocca Carruba (in prossimità dell'abitato di Castellammare del Golfo e all'area prossima il porto), Piano Vignazzi, non sono utilizzati. Altre aree indiziate di termalismo sono quelle già citate di Fraginesi e Balata Inici.