

**BALA MERCY CHILDREN'S CENTRE**  
**DISTRETTO DI RACHUONYO**  
**PROVINCIA DI NYANZA**  
**KENYA**

Rapporto sul sopralluogo ed i rilievi effettuati nell'agosto 2011  
finalizzati alla ricerca ed allo sfruttamento di acqua potabile.

*dott. geol. Marco Folini – Acquifera onlus*



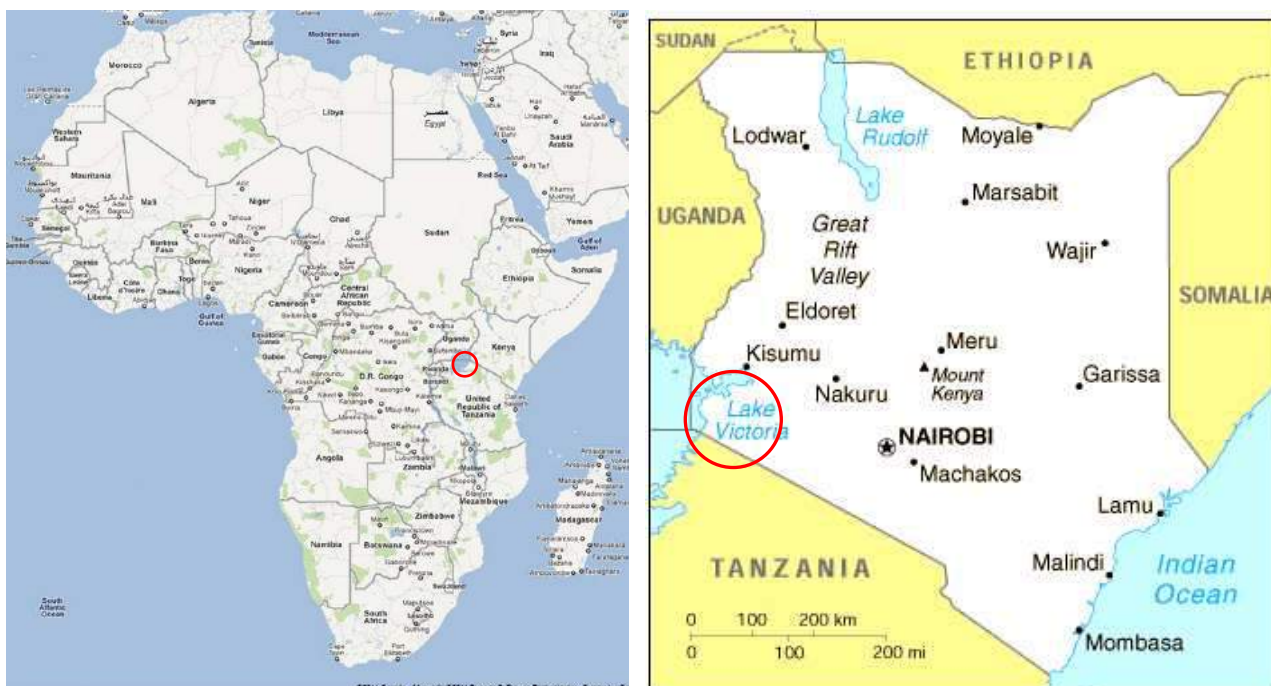
## Premessa

Le presenti note riguardano la caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica di un'area situata nel Distretto di Rachuonyo in Kenya e vengono eseguite dopo un apposito sopralluogo effettuato sul posto e dopo specifici rilievi finalizzati alla ricerca di acqua potabile.

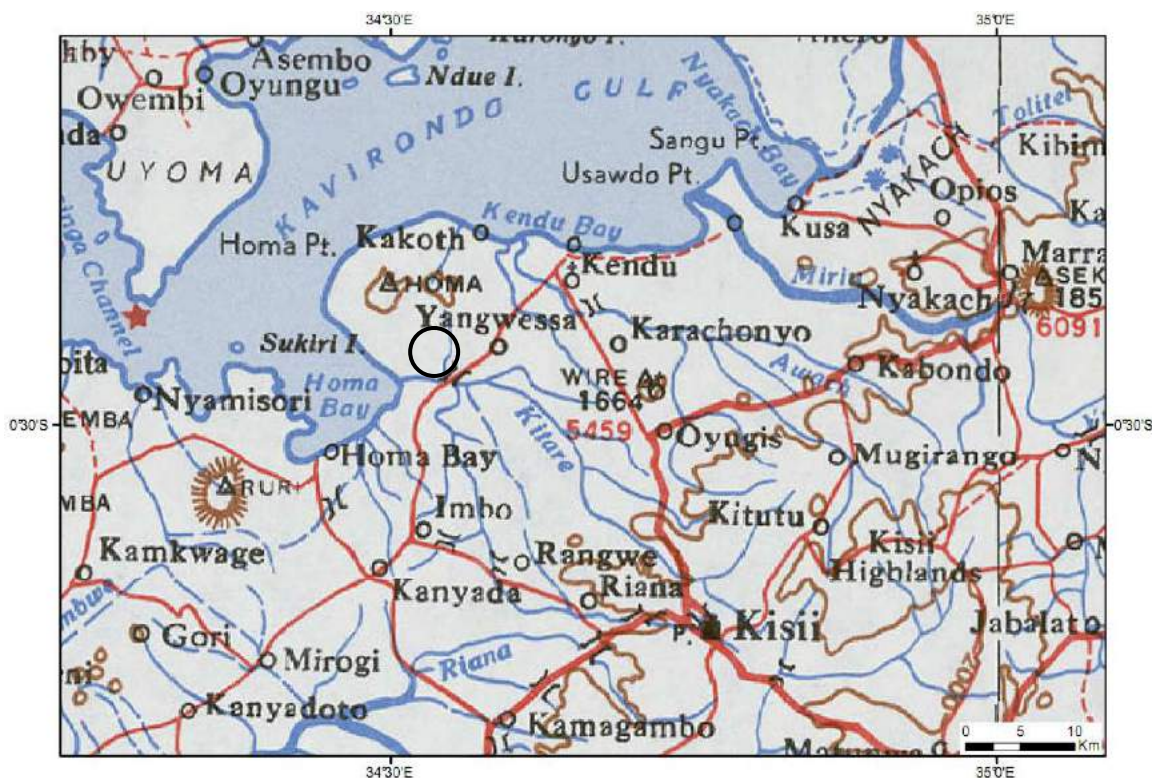
Tale ricerca si affianca, infatti, ad un progetto in fase di attuazione che riguarda la realizzazione di un dormitorio in muratura all'interno del "Bala Mercy Children's Centre". Il suddetto centro accoglie fin dal 1998 bambini orfani, consentendo loro di frequentare la scuola e di usufruire di un pasto quotidiano, ma attualmente è carente di un dormitorio abbastanza capiente ed è sprovvisto di acqua potabile, corrente elettrica e servizi sanitari adeguati. Il centro si mantiene prevalentemente grazie ai contributi mensili di un gruppo di volontari e al supporto periodico di Elpis, che nel periodo recente si sta appunto impegnando nella realizzazione di un nuovo dormitorio appoggiandosi ad uno studio di progettazione italiano "Ingegneri Associati", con sede a Firenze, per quanto riguarda la struttura edilizia vera e propria e all'associazione "Acquifera onlus", con sede a Firenze, per quanto concerne invece la ricerca di acqua potabile.

## Ubicazione dell'area

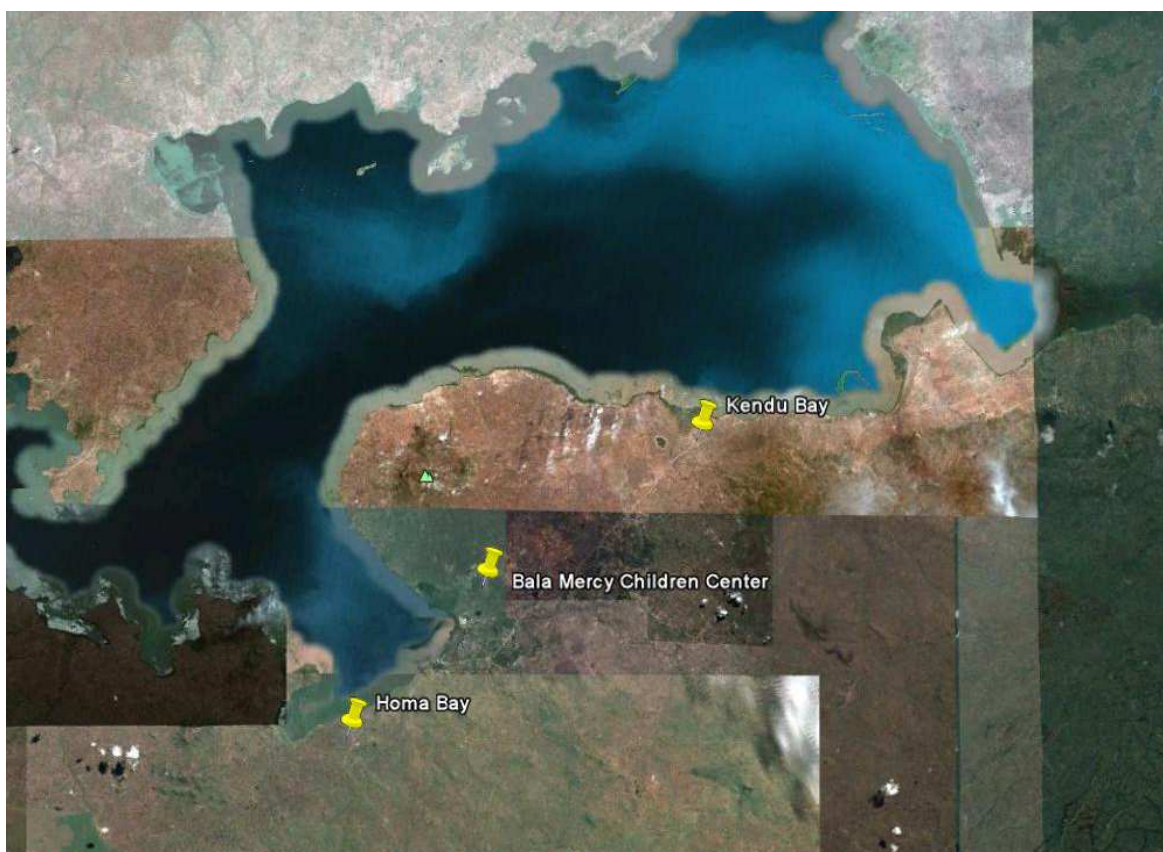
La zona d'intervento è situata vicino al Lago Vittoria, nella porzione più occidentale del Kenya, in stretta vicinanza con i confini statali di Uganda e Tanzania.



Più nello specifico il "Bala Mercy Children's Centre" è situato in località Kandiege, distretto di Rachuonyo, con capoluogo amministrativo Rosele e si trova circa a metà strada fra i centri abitati più conosciuti di Kendu Bay, piccolo centro sul lago Vittoria a Nord-Est, e Homa Bay, altro centro più importante situato sempre sul lago Vittoria ma a Sud-Ovest.



Il baricentro di Bala Mercy è situato a  $0^{\circ} 26'$  Sud,  $34^{\circ} 31'$  Est ad una quota indicativa di 1.150 metri slm e fa parte di una vasta area pseudopianeggiante in cui localmente spiccano dei rilievi isolati a forma di cono più o meno simmetrici riferibili probabilmente a vecchi apparati vulcanici. La distanza in linea d'aria del Bala Mercy dal lago Vittoria è di circa 4-5 km, con il punto più vicino ad Ovest e di circa 13 km verso Nord, mentre la distanza del Centro con la principale viabilità di collegamento Kendu Bay-Homa Bay è di circa 7-8 km con una strada bianca a sviluppo abbastanza tortuoso e frequente impraticabilità stagionale.



### **Situazione attuale**

Al momento del sopralluogo all'interno del campo di Bala Mercy è in corso la realizzazione di un nuovo dormitorio su finanziamento e progetto di uno studio di ingegneria di Firenze, in quanto, come già accennato, il suddetto centro è carente di una struttura abbastanza capiente ed è sprovvisto di acqua potabile, corrente elettrica e servizi sanitari adeguati; attualmente i lavori hanno consentito di realizzare le opere fondazionali ed il vespaio di base e si conta di terminare la struttura in elevazione a brevissima scadenza.





Nella rimanente area gli edifici esistenti, sono tutti realizzati in lamiera oppure legno e fango e sono adibiti alle varie funzioni principalmente di supporto all'attività scolastica: strutture per l'insegnamento, cucina, dormitorio, chiesa, libreria, uffici, etc.; si tratta però di edifici in condizioni precarie e proprio per questo motivo è resa necessaria la realizzazione di una nuova struttura con caratteristiche di resistenza adeguate alla funzione da svolgere.



Per quanto concerne il problema “acqua”, invece, le uniche disponibilità del centro provengono da un serbatoio situato a Nord di Bala, che raccoglie l'acqua proveniente dal fiume tramite pompaggi saltuari e periodici; si tratta in questo caso di acqua non potabile in quanto esclusivamente soggetta a decantazione nel serbatoio di accumulo. Vi sono poi serbatoi “volanti” in PVC, per lo più attaccati ad ogni singola struttura, che invece raccolgono le acque piovane tramite gronde e pluviali il più delle volte in cattivo stato di manutenzione, anche in questo caso l'acqua, quando presente, può essere soggetta a varie forme d'inquinamento, dovendo percorrere prima del suo accumulo superfici frequentemente sporche e polverose.



## Generalità climatiche

Il clima in Kenya è da considerarsi molto vario in relazione alle tante diversità morfologiche del paese; pur trovandosi infatti questa nazione a “cavallo” dell'equatore, tali diversità risultano molto evidenti e la vicinanza del lago Vittoria costituisce un fattore ulteriore localizzato per l'aumento della piovosità anche nelle porzioni di territorio più interne.

Il clima nella zona occidentale, di cui fa parte l'area d'interesse, è quindi da considerarsi semi-arido e caratterizzato da due stagioni delle piogge con una media di precipitazione variabile dai 1.000 ai 1.300 mm/anno; in particolare le precipitazioni prevalentemente avvengono fra marzo e



maggio con intensità media ma prolungate nel tempo e fra ottobre e dicembre, con maggiori intensità ma in genere di breve durata; tali eventi sono intervallati a periodi sostanzialmente più secchi, in cui le temperature medie diurne oscillano intorno ai 27-30°C. La regione prossima al lago Vittoria risulta la più piovosa del Kenya ed in particolare negli altopiani a Nord e a Sud di Kisumu, si registra una media annuale di precipitazioni pari a circa 1.600-1.700 mm.

Queste condizioni favoriscono la presenza di acqua superficiale in buoni quantitativi, tanto che la campagna circostante appare diffusamente coltivata e dedicata al pascolo ed alle coltivazioni più o meno intensive.

### **Caratteristiche geomorfologiche e geologiche**

Come già accennato, tutta la zona di Bala Mercy fa parte di un'area molto più estesa, praticamente pianeggiante riferibile essenzialmente ai depositi lacustri del Lago Vittoria; in tempi geologicamente recenti, infatti, il lago risultava ben più ampio dell'attuale e sicuramente più esteso soprattutto nella porzione orientale dove peraltro tutt'oggi rimane un'appendice ben evidenziata che da Homa Bay si sviluppa verso Est, toccando Kendu Bay e terminando in prossimità di Kisumu. Come già detto la linea di costa rispetto al Centro è molto vicina ad Ovest (4-5 km) e più distante verso Nord (12-13 km), ma le condizioni morfologiche variano poco potendosi misurare una differenza di quota molto lieve: Bala Mercy si trova ad una quota di circa 1.150 m slm, mentre il lago è situato a circa 1.135 m slm.

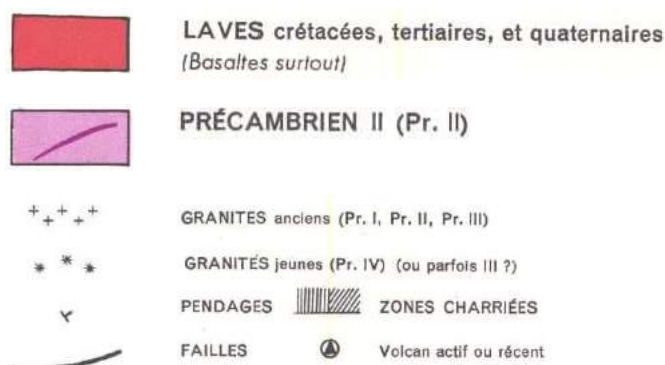
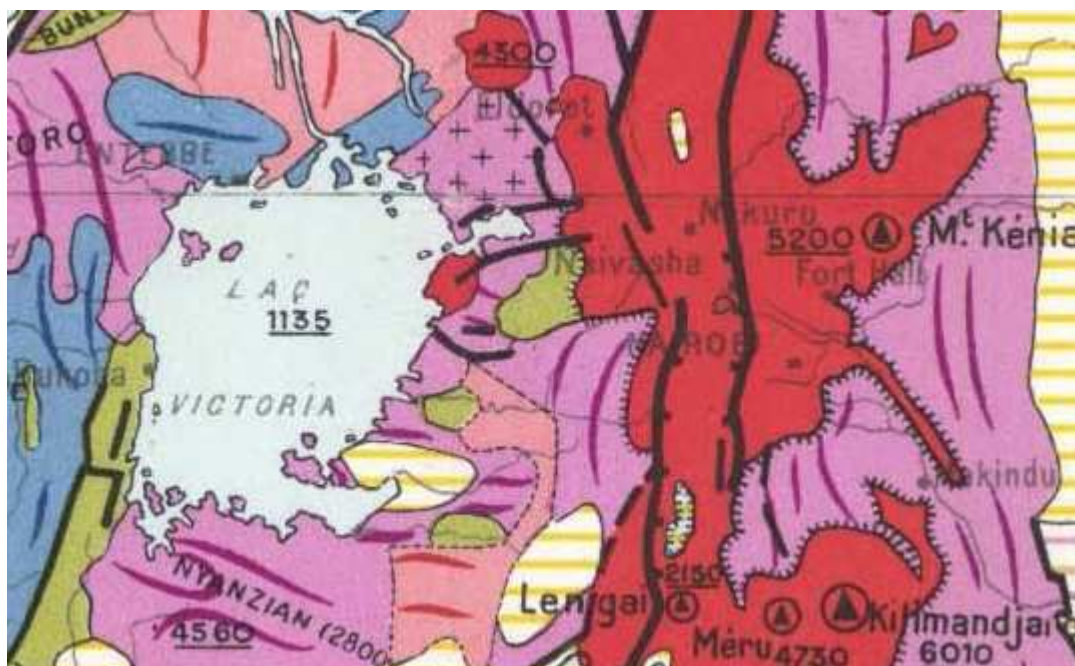
Dal punto di vista geologico il carattere pianeggiante di queste zone è riferibile essenzialmente alla presenza prevalente di sedimenti lacustri e fluviolacustri riconducibili appunto al limitrofo Lago Vittoria e ai suoi immissari. Si tratta in generale di sedimenti abbastanza fini costituiti da argille e limi argillosi, frammisti a sabbie fini di spessore non molto elevato e con presenza di ciottoli sparsi soprattutto in prossimità dei corsi d'acqua principali; scavi localizzati all'interno del Centro e nelle sue immediate vicinanze hanno mostrato terre abbastanza scure-ocracee con poco "suolo", assenza sostanziale di clasti e granulometrie fini tipo limi e limi sabbiosi. Allargando lo sguardo, nell'ambito della piana risultano ben visibili colline e coni vulcanici costituiti da lave acide compatte o da ignimbriti.



Dalle carte geologiche esistenti, infatti, nella zona è rilevabile sostanzialmente un basamento precambriano percorso da numerose fratture che mettono in contatto zone laviche di età anche recente a composizione prevalentemente basaltica; una di queste fratture, che in realtà non è una linea ben definita ma invece può essere considerata una vasta area intensamente movimentata, passa proprio per la zona d'interesse e non a caso sono ben evidenti episodi di risalita di acque



termali; proprio in prossimità di Bala Mercy, infatti, circa 1 km a Nord-Nord Ovest risulta ben visibile una zona in cui affiorano acque termali e sono presenti termini molto fini diagenizzati e stratificati riferibili probabilmente a sedimenti lacustri, associati a depositi di carbonato di calcio, il tutto di colore variabile dal biancastro al giallo, giallo ocra. Le zone sorgentizie si trovano in aree leggermente più elevate rispetto alla piana circostante con rocce vulcaniche marroni tipo basalti e sembrano essere ben alimentate dalle acque superficiali; l'acqua fuoriesce infatti con portate abbastanza variabili ed in stretta dipendenza delle precipitazioni, ma risulta molto salata e a temperatura molto alta, a testimonianza di un contatto con la roccia ignea incassante poco profondo.



Le rocce dei circostanti rilievi sembrano potersi riferire a lave tipo ignimbrite o tufi, a grana fine e di colore variabile dal giallastro al marrone chiaro; sono utilizzate molto frequentemente come materiale da costruzione e spesso si rinvencono in modo evidente in cave realizzate appositamente per il loro prelievo.

### Considerazioni idrografiche ed idrogeologiche

Le frequenti precipitazioni, influenzate dalla presenza del limitrofo lago, consentono una buona disponibilità di acqua superficiale che, nel territorio circostante grazie anche alla presenza di materiale fine poco permeabile, dà luogo a ristagni più o meno persistenti e comunque ad un reticolo fluviale abbastanza evidente.

A Sud di Bala Mercy, ad esempio, ad una distanza di circa 500-700 metri dal campo, è infatti presente un corso d'acqua abbastanza marcato che proviene da Sud-Est e che poi si sviluppa verso Nord-Ovest dopo una serie di piccoli meandri ed un'ampia curvatura; al suddetto fiume



fanno anche riferimento canali di minor entità o piccoli impluvi spesso realizzati per i drenaggi dei campi oggetto di coltivazione o di pastorizia. In tutti i casi la portata d'acqua risulta abbastanza costante e soltanto in occasione di eventi pluviometrici più importanti, secondo quanto riportato dagli abitanti, si può assistere ad un innalzamento del suo livello ed anche a fenomeni di esondazione. Caratteristicamente l'acqua si presenta color marrone e con un notevole trasporto torbido ma costituisce l'unica fonte di approvvigionamento idrico della popolazione oltre quella piovana.



Dal punto di vista idrogeologico, come meglio descritto più avanti, la zona superficiale di tutta la piana sembra caratterizzata da una sostanziale impermeabilità per uno spessore di almeno 10-15 metri e quindi costituita da limi e limi argillosi di chiara origine lacustre; sotto tali profondità i rilievi effettuati mostrano locali cambiamenti, maggiormente evidenti in vicinanza dei corsi d'acqua, a conferma della probabile presenza di terreni maggiormente grossolani dal punto di vista granulometrico, riferibili a paleoalvei fluviali o comunque a termini più permeabili rispetto a quelli superficiali.

## **Rilievi effettuati**

Nel luglio-agosto 2011, dopo un iniziale sopralluogo dell'area d'interesse e dei suoi immediati intorno, hanno preso inizio i veri e propri rilievi geofisici al fine di individuare le condizioni potenzialmente più favorevoli per lo sfruttamento di eventuali falde acquifere e al fine di indicare la migliore ubicazione per la realizzazione di un pozzo esplorativo, valutandone contestualmente la relativa profondità di perforazione.

La metodologia adottata è stata quella geoelettrica di resistività in quanto esiste una buona correlazione tra questo parametro fisico e le litologie potenzialmente acquifere, caratterizzate da valori di resistività, generalmente più elevati, che si differenziano da quelli dei terreni impermeabili, decisamente più bassi. Allegato alla presente relazione, si riporta il rapporto della ditta Georisorse Italia, in cui meglio si specificano la metodologia utilizzata per l'indagine, i sistemi di acquisizione dati e l'elaborazione ed interpretazione dei risultati.

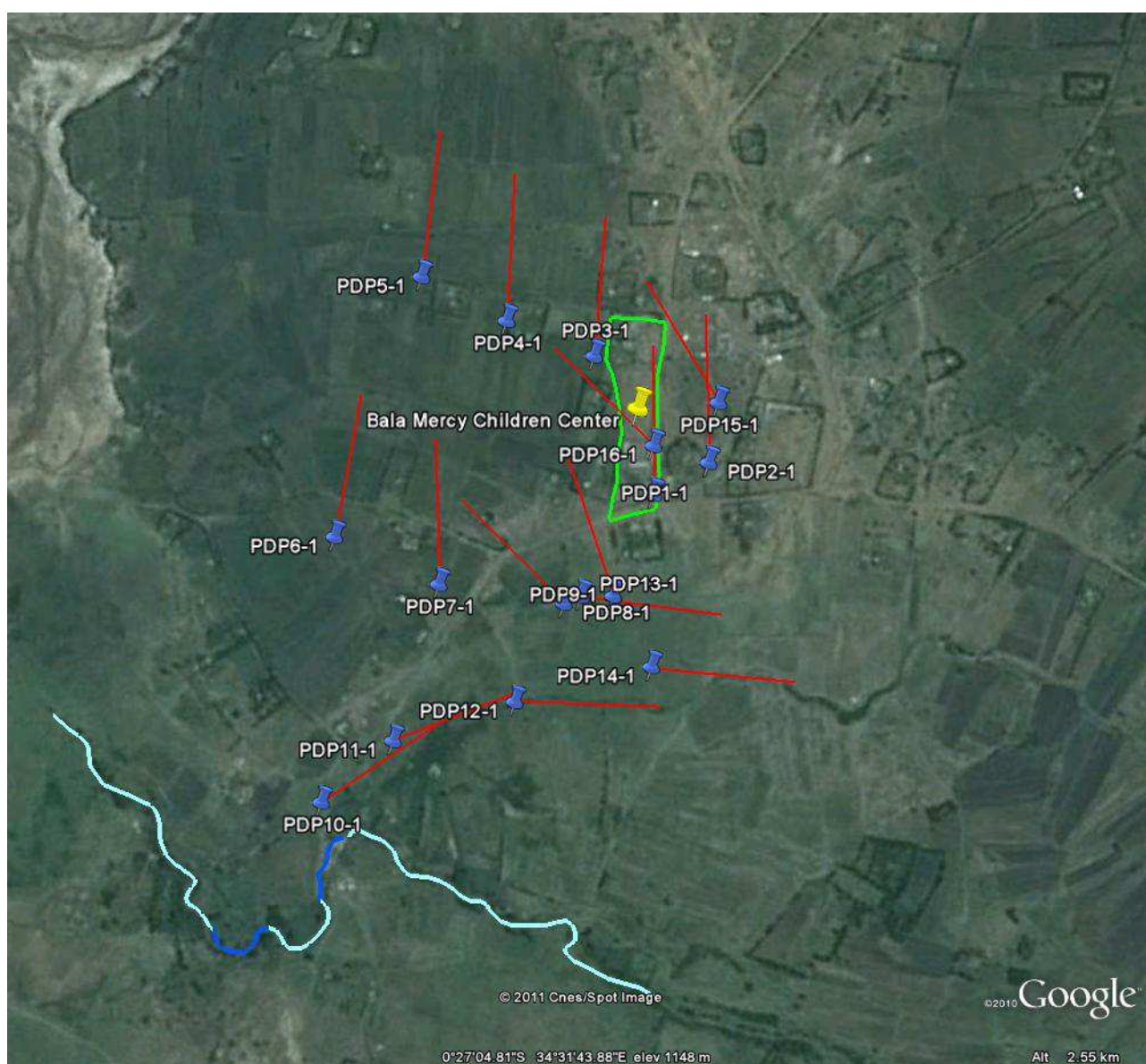
In pratica sono state esplorate n° 16 sezioni geoelettriche mediante la tecnica del profilo *polo-dipolo*, con una interdistanza degli elettrodi di potenziale pari a 10 metri. Tutti i profili hanno esplorato tratti di lunghezza pari a 200 metri e con tali dimensioni dei dispositivi, le massime profondità d'indagine sono risultate pari a circa 50 m rispetto al piano campagna. Nel complesso, quindi, sono stati esplorati, con la tecnica tomografica *polo-dipolo*, 3.200 metri di profili con distanza interelettrodica di 10 m.





Il territorio investigato intorno al campo di Bala Mercy, ha coperto un'area piuttosto estesa valutabile in circa 1 kmq; sono stati effettuati stendimenti sia all'interno del campo sia nella zona immediatamente circostante, privilegiando la porzione d'area posta in prossimità del fiume principale e di un suo affluente e nell'ottica di ricercare un paleoalveo del corso d'acqua. Dopo i primi stendimenti, infatti, la zona Nord-occidentale non forniva buone indicazioni di resistività e soprattutto si trovava più vicina alle sorgenti di acqua calda.

Di seguito si riporta una planimetria da Google Earth in cui sono stati evidenziati i 16 stendimenti effettuati rispetto al perimetro del *Bala Mercy Children Center*, posizionati in maniera precisa tramite GPS. Anche il campo di Bala, alcuni edifici interni e altre strutture esterne sono stati ubicati precisamente tramite riferimenti WGS 84, cioè tramite un riferimento satellitare con GPS che ha consentito di fornire per ciascun punto, specifiche coordinate di individuazione.



Le misure geoelettriche sono state effettuate utilizzando il georesistivimetro SYSCAL-R2 (IRIS), ad acquisizione digitale, energizzando sul circuito di corrente tramite una serie di batterie di potenza adeguata alle dimensioni degli stendimenti ed alle profondità d'indagine.

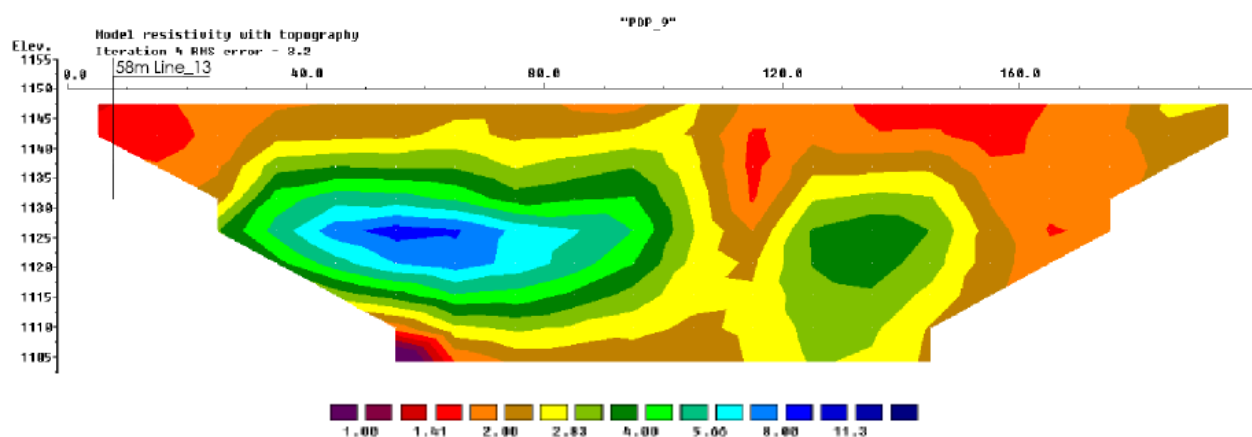


Tutte le tomografie sono rappresentate mediante le variazioni di resistività comprese in un *range* tra circa 1 Ohm\*m fino ad oltre 10 Ohm\*m e nella fase d'interpretazione si è agito distinguendo tra i depositi argillosi fluvio-lacustri, ai quali sono stati associati i valori più bassi di resistività (tonalità arancio-rosso-viola nella scala cromatica), ed i depositi a composizione sabbioso-limosa, ai quali sono stati associati i valori di resistività più alti (verde-celeste-blu nella scala cromatica).

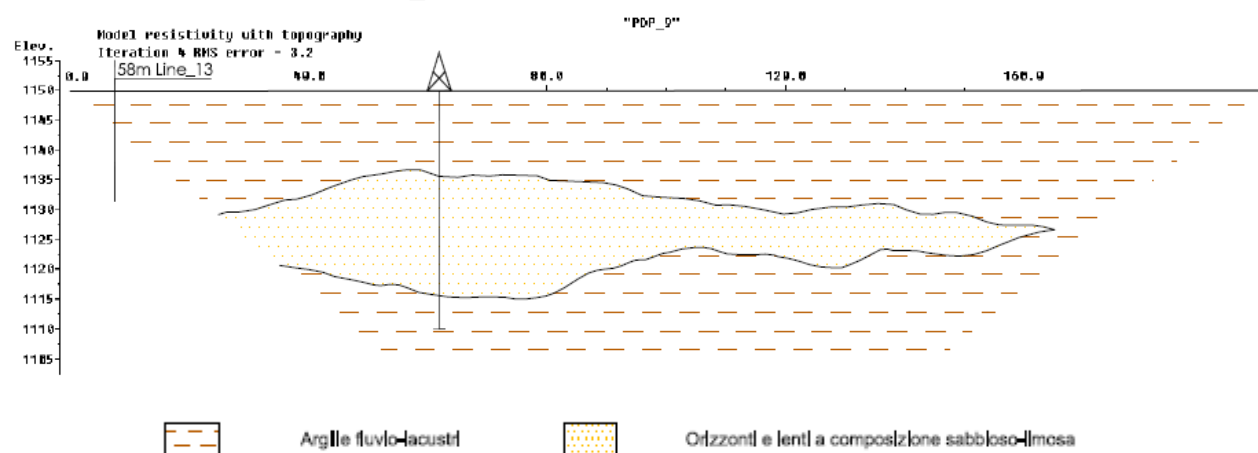


A titolo di esempio si riporta di seguito quanto rilevato in una delle 16 sezioni effettuate e l'interpretazione geologica che ne è derivata:

#### TOMOGRAFIA ELETTRICA - LINE\_9



#### SEZIONE INTERPRETATIVA - LINE\_9



### Considerazioni conclusive

La zona investigata è caratterizzata da un contesto generale conduttivo, con valori di resistività molto spesso inferiori a 2-3 Ohm\*m, attribuibili generalmente a depositi francamente argillosi; va tuttavia considerato che, in tutte le tomografie investigate, i valori massimi di resistività superano con difficoltà 12-13 Ohm\*m ed una tale situazione può essere dovuta e giustificata considerando oltre che la peculiare conformazione dell'area e la geologia presente, anche la presenza nelle

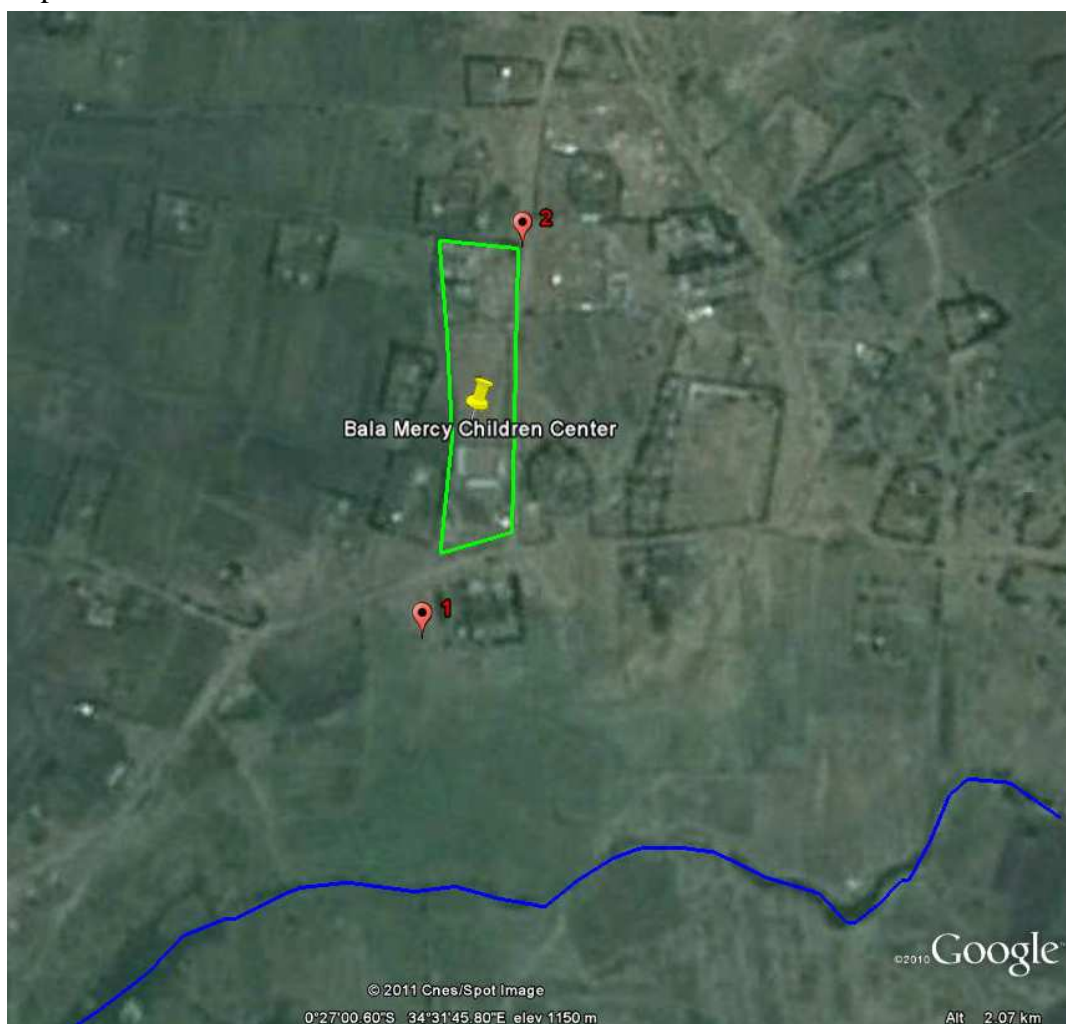


immediate vicinanze di sorgenti termali con acque molto salate che, nel complesso, può aver causato una sensibile diminuzione dei valori di resistività nei terreni in oggetto.

Nonostante ciò è stato possibile fare delle distinzioni:

- le porzioni di terreno più superficiali sono generalmente costituite da terreni argillosi e limoso-argillosi, con spessori variabili dai 15-20 metri ad oltre 35-40 metri;
- all'interno di queste argille, si ritrovano lenti e/o strati a composizione sabbioso-limosa, caratterizzati da valori superiori a 5-6 Ohm\*m, con profondità variabile e compresa fra 15-35 metri rispetto al piano campagna.

Da quanto sopra, quindi, visti tutti gli allineamenti effettuati e considerate le varie condizioni stratigrafiche o gli spessori di materiale più o meno adatto alla ricerca di acqua potabile, sono state indicate due possibili ubicazioni in cui eseguire una perforazione esplorativa che ricadono rispettivamente in corrispondenza della progressiva 62 m della LINE-9 a Sud del campo di Bala e 145 m della LINE-15, sullo spigolo Nord-orientale del campo; tali posizioni risulterebbero quelle potenzialmente più produttive, in quanto si trovano sulla verticale di lenti od orizzonti sabbiosi di discreto spessore e continuità.



Tra le due posizioni indicate, come meglio visibile nella Tavola 2, la n° 1 è quella da ritenersi prioritaria, in quanto i valori di resistività misurati sono generalmente maggiori e l'andamento delle linee iso-resistive risulta associabile alla presenza di un paleoalveo sepolto. Per quanto riguarda al profondità di perforazione, essa dovrebbe essere di almeno 40 metri rispetto al p.c., in



modo da attraversare per intero la lente sabbioso-limosa associata alla presenza di un paleoalveo, per la quale si ipotizza una permeabilità primaria relativamente maggiore rispetto al contesto circostante ed attestarsi entro i depositi prevalentemente argillosi sottostanti.

Anche la seconda ubicazione consigliata ricade in corrispondenza di una zona caratterizzata da valori di resistività relativamente elevati, interpretata come un orizzonte sabbioso-limoso la cui sommità risulta essere a circa 23 m di profondità. Tale posizione mira a verificare le potenzialità di un orizzonte relativamente più resistivo presente al di sotto delle argille fluvio-lacustri e per quanto concerne la profondità di perforazione, risulterebbe necessario raggiungere i 45 metri dal p.c. valutando, nel corso di perforazione, l'opportunità di approfondirsi ulteriormente in modo da spingere il foro il più possibile all'interno dello strato sabbioso-limoso, o addirittura da attraversarlo.

E' bene precisare, infine, che non si è in grado di valutare il grado di continuità idraulica degli orizzonti potenzialmente produttivi ed i loro collegamenti laterali; se infatti è ipotizzabile una sorta di ricarica dal limitrofo fiume, risulterebbe quasi certa un'assenza di ricarica dalla superficie, a meno di collegamenti particolari difficilmente individuabili attualmente dalle indagini effettuate.

A tutto ciò si somma anche il fatto che, anche nel caso di un esito positivo della perforazione con rinvenimento di acqua, esisterebbero concrete possibilità di difficoltà di utilizzo, a causa della concentrazione elevata in sali; in questo senso la maggior distanza dalle sorgenti termali e la maggior vicinanza con il corso d'acqua farebbe propendere ancor di più per la postazione 1 rispetto alla postazione 2.

Firenze, 21 settembre 2011