

28. - LA GESTIONE E L'USO DEGLI ACQUIFERI INFLUENZATI DALL'INTRUSIONE MARINA IN FLORIDA

28.1. - INTRODUZIONE

La gestione degli acquiferi interessati dal fenomeno dell'intrusione marina è un tema i cui confini di demarcazione si spingono ben al di là di quanto attualmente la normativa di settore (D.Lgs. n.152/2006, altrimenti noto come Codice dell'Ambiente; cap. 11) prevede in materia. Il Codice dell'Ambiente, infatti, sebbene costituisca un riferimento normativo di grande importanza, non tratta in modo approfondito le problematiche riguardanti la gestione e la tutela delle acque sotterranee galleggianti su acqua di mare di intrusione continentale, nonostante l'impegno profuso dal legislatore per regolare convenientemente le problematiche di vario ordine insite nella corretta impostazione idraulica e idrogeologica dei problemi riguardanti le risorse idriche sotterranee.

La gestione delle acque sotterranee poggianti su acqua di mare deve partire da dati di campo, idraulici, idrogeologici e idrochimici, che consen-

tano di individuare, in tempo reale, il degrado quantitativo e qualitativo determinato dall'uso della falda (cap. 30), così come si attua oggi in paesi avanzati, che si mostrano nella pratica gestionale più evoluti nella materia.

Nel panorama di situazioni idrogeologiche simili a quelle presenti in Puglia, pare pertanto opportuno guardare ai comportamenti corretti che altri Paesi attuano nella gestione della risorsa idrica sotterranea. Scegliendo a questo fine un'area particolarmente nota degli Stati Uniti, l'attenzione si sofferma sulla Florida, laddove si attuano da qualche decennio criteri osservazionali per la salvaguardia idrogeologica delle falde esposte al rischio dell'intrusione marina, con interpretazioni rigorose del monitoraggio eseguite in tempo reale, che consentono di individuare e mitigare situazioni rischiose. In Florida si fa gran uso di acque sotterranee, malgrado l'estesa intrusione marina, derivante dal Golfo del Messico e dall'Atlantico. La gestione sommamente rispondente a criteri di idraulica e di idrogeologia adeguati, consente notevoli attingimenti persino per fini potabili, come, per esempio, per l'approvvigionamento sicuro della città di Miami.

L'esempio prescelto dello Stato della Florida è valido perché esso assomiglia molto, per aspetti idrogeologici, geologici, geomorfologici e di carattere gestionale della risorsa, a quanto si verifica in Puglia, anche se i due casi sono per ampiezza territoriale molto diversi l'uno dall'altro.

Di seguito, dopo aver illustrato i caratteri peculiari dell'intrusione marina negli Stati Uniti (non sempre dimostratisi in passato virtuosi in ordine alla gestione delle risorse naturali) e sulla idrogeologia della Florida, vengano brevemente richiamate le principali attività poste in essere da detto Stato al fine di conseguire un uso lungimirante e corretto delle acque sotterranee.

28.2. - GENERALITÀ SULL'INTRUSIONE MARINA E SULLA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE NEGLI STATI UNITI D'AMERICA

La crescita dell'industria e della popolazione negli Stati Uniti si è concentrata, durante la sua storia, nelle zone costiere, ove risultava agevole l'accesso ai porti. Esse comprendono gran parte della pianura costiera

dell'Atlantico e del Golfo, gli acquiferi carbonatici delle coste della Florida, i bacini alluvionali lungo la costa della California e le isole vulcaniche delle Hawaii.

Queste zone costiere, di lunghezza totale pari a circa 5.000 km, sono caratterizzate dalla presenza di abbondanti risorse idriche sotterranee, ma sono anche quelle in cui l'intrusione marina ha da sempre rappresentato un fenomeno da cui proteggere dette risorse (KONIKOW & REILLY, 1999) (fig. 28.1).

Negli USA, si fa risalire la scoperta dell'intrusione marina al 1824, quando venne perforato un pozzo di captazione di acqua sotterranea nel New Jersey (BACK & FREEZE, 1983). Back e Freeze, analizzando la composizione chimica dell'acqua sotterranea, riconobbero, poi, la medesima problematica nel 1854 anche a Long Island e New York. Successivamente, nel 1963, Carlston pose l'attenzione sulla prima versione americana del principio di equilibrio

statico tra acqua dolce e acqua salmastra, espresso nel 1828 da Du Commun (CARLSTON, 1963). Questo primo contributo scientifico (DU COMMUN, 1828) precedette di fatto il noto lavoro di Badon Ghyben e Herzberg (cap. 5), sebbene non sia mai stato doverosamente citato o riconosciuto.

Sebbene molti "water managers" ed idrogeologi non ne sono a conoscenza, agli Stati Uniti deve assegnarsi la paternità degli attuali principi di gestione delle acque sotterranee interessate dal fenomeno dell'intrusione marina, grazie agli studi condotti da Brown (BROWN, 1925), le cui conclusioni, molto datate ma ancora efficaci, formano le basi della moderna gestione delle acque sotterranee negli acquiferi costieri. I lavori di Brown evidenziano, infatti, la necessità di integrare tutti i dati provenienti dal monitoraggio dei singoli pozzi per avere una visione globale alla scala del problema

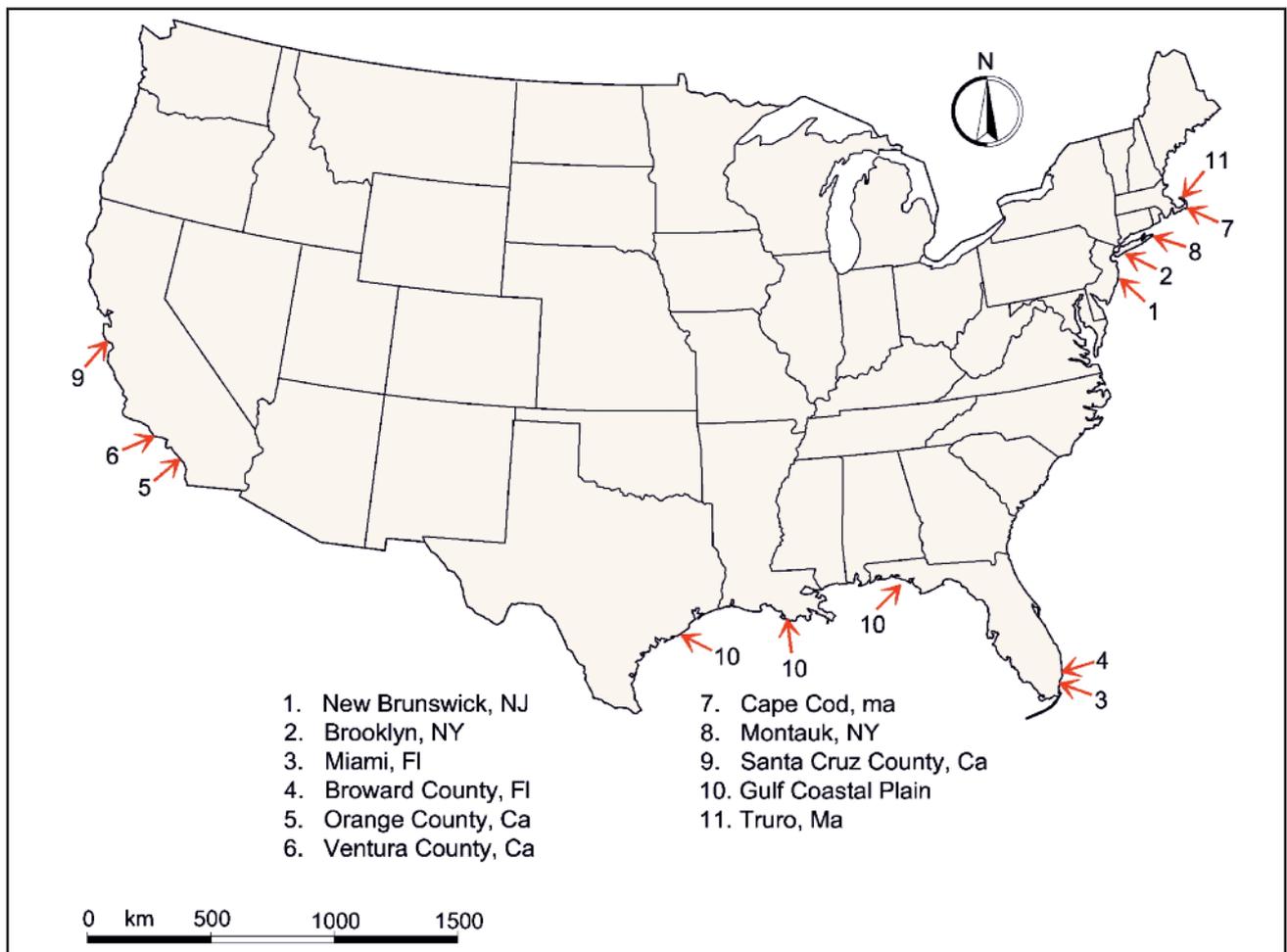


Fig. 28.1 - Ubicazione delle aree degli Stati Uniti d'America particolarmente a rischio di intrusione marina (mod., da KONIKOW & REILLY, 1999).

- Location of the areas in the U.S.A. particularly exposed to the risk of seawater intrusion (modified after KONIKOW & REILLY, 1999).

e come, inoltre, l'emungimento attuato oltre le potenzialità idriche dell'acquifero sia alla base della salsificazione dei pozzi stessi. Lo studioso osservò, inoltre, che l'incremento del contenuto salino dell'acqua di falda determinato dall'emungimento, non si dissipa subito dopo l'interruzione del funzionamento dell'impianto, ossia al ristabilirsi del livello piezometrico originario. In pratica, quando l'acqua di mare raggiunge i pozzi, il miglior rimedio consiste nel loro abbandono, poiché solo dopo svariati anni essa abbandona l'acquifero, sabbioso nel caso di studio di Brown, attraverso il lento movimento dell'acqua dolce che si dirige verso il mare (BROWN, 1925; KONIKOW & REILL, 1999). Già dagli inizi del secolo scorso si individuava quindi, quale miglior cura, la prevenzione. Questa filosofia è attualmente la forza motrice del moderno approccio di gestione dei sistemi acquiferi costieri (KONIKOW & REILLY, 1999).

Studi importanti sull'intrusione marina negli Stati Uniti furono condotti da Kohout, attraverso una serie di indagini nella zona costiera del Biscayne Aquifer, nel meridione della Florida. Lo studioso osservò che in quest'area la posizione del fronte d'acqua salata si stabilizzava 8 miglia più al largo rispetto alla posizione teorica calcolata sulla base sia del principio Ghyben-Herzberg, sia della teoria degli equilibri dinamici, con acqua di mare statica. Kohout (COOPER *et alii*, 1964) attribuì la discrepanza al fatto che, in realtà, non esiste una interfaccia netta di separazione tra acqua dolce e acqua di mare e che quest'ultima non è mai ferma nei pressi della costa. A supporto delle sue tesi, lo studioso prelevò campioni d'acqua ed eseguì misure piezometriche in pozzi ubicati presso la costa, aventi diversa profondità ed aperti solo alla base; le concentrazioni dello ione cloruro risultanti dalle analisi chimiche indicarono chiaramente l'esistenza di una zona di transizione, di ampiezza variabile, confutando di fatto l'esistenza di un'interfaccia netta di separazione tra falda di acqua dolce e acqua di mare.

Secondo Cooper (COOPER *et alii*, 1964), la posizione nella baia del fronte d'acqua salata doveva ricollegarsi alla circolazione di acqua salmastra dovuta a fenomeni dispersivi, provocati, principalmente,

dalla variazione della posizione dell'interfaccia durante i cicli di marea. Per avvallare l'ipotesi, era dunque necessario dimostrare che nel corso della giornata si instaurasse un flusso d'acqua salmastra, provocato da un gradiente inverso dal mare verso l'entroterra, nella zona prospiciente la costa. Kohout analizzò i cambiamenti nel tempo e nello spazio delle pressioni misurate nei pozzi e, tenuto conto della differenza di densità esistente tra l'acqua dolce di falda e l'acqua di mare, fu in grado di tracciare le linee equipotenziali dell'area studiata, fornendo un'illustrazione dei flussi che si instauravano nelle due direzioni opposte, dalla costa verso il mare e viceversa (fig. 28.2). La condizione media giornaliera indicò che il flusso principale fosse dal continente verso il mare e che circa 1/8 della portata totale scaricata in mare rappresentasse un ritorno dell'acqua di mare precedentemente penetrata nell'acquifero. Tale portata, insieme ai fenomeni dispersivi e diffusivi, è responsabile, in un acquifero costiero, della non trascurabile salinità dell'acqua di falda nei pressi delle emergenze costiere (KONIKOW & REILLY, 1999).

28.2.1. - *Il fenomeno della subsidenza nella San Joaquin Valley (California)*

Prima di analizzare le modalità di gestione delle risorse idriche sotterranee in Florida, giova evidenziare come anche negli Stati Uniti siano stati commessi in passato errori nello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee, conseguenti ad inconsulte ed irrazionali estrazioni. A tale riguardo, conviene richiamare il caso della Valle di San Joaquin (California), comprendente la porzione di territorio, distante oltre 100 km dalla costa, interessata da una depressione strutturale delimitata, ad Ovest e ad Est, dalle catene montuose della "Coast Ranges" e della "Sierra Nevada", e, a Nord e a Sud, dal "Merced River" e dall'allineamento tra le città di Arvin e Maricopa (fig. 28.3). Qui, l'estrazione di acqua dal sottosuolo per usi irrigui ha indotto, al centro della valle, negli ultimi 50 anni circa, una subsidenza pressoché della stessa entità di quella avutasi a Sibari, in Calabria, sebbene in quest'ultimo caso in un arco temporale cinquanta volte più ampio. Il fenomeno è reso evidente da segni riportati su un palo dell'alta tensione,

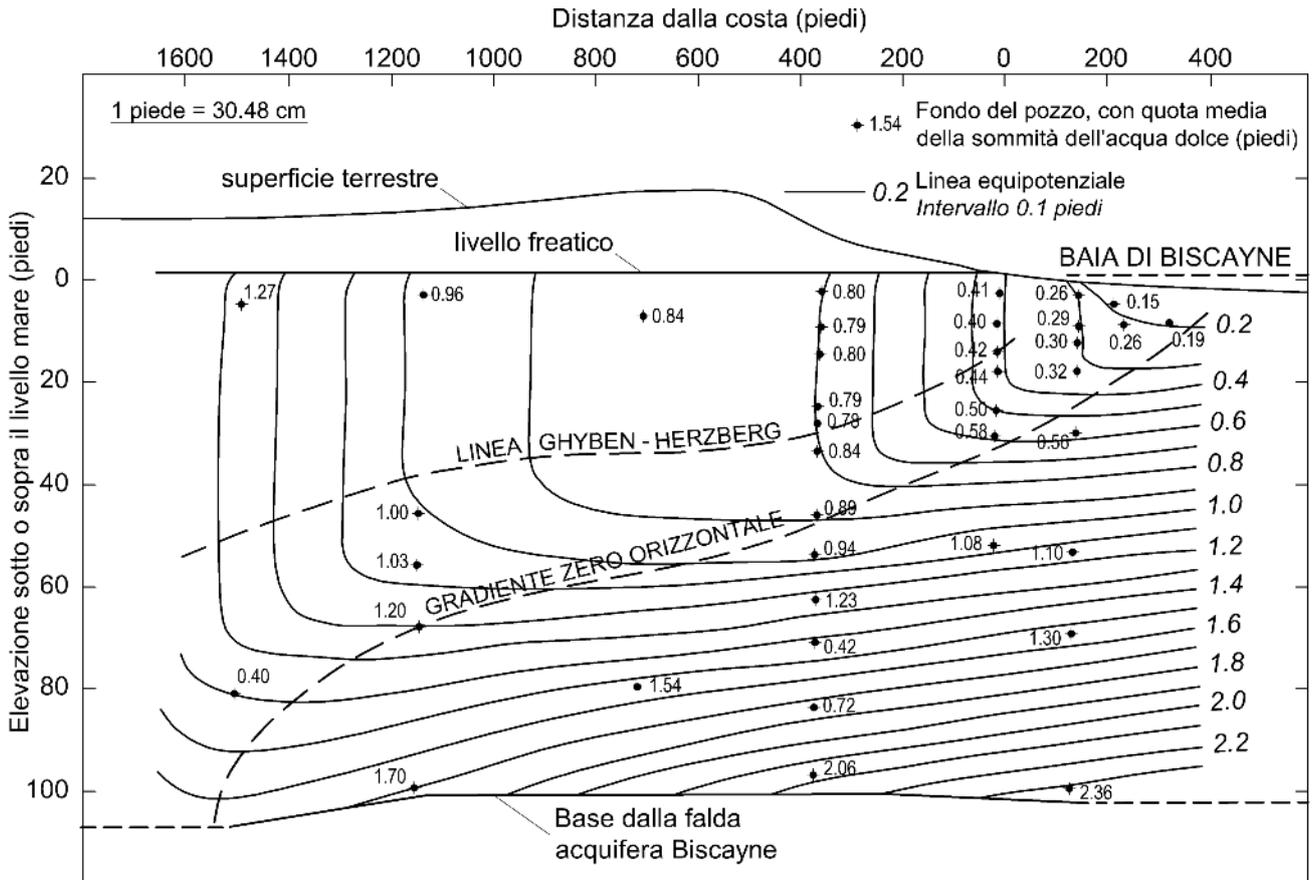


Fig. 28.2 - Sezione idrogeologica nei pressi di Culter, vicino Miami (Florida) dell'acquifero di Biscayne con indicazione delle linee equipotenziali medie giornaliere del 18 settembre 1958 (da COOPER *et alii*, 1964)

- Hydrogeological profile of the Biscayne aquifer in the Cutler area, near Miami (Florida), with daily mean equipotential lines of September 18, 1958 (after COOPER *et alii*, 1964).

inducendo le altezze alle quali si trovava la superficie topografica del suolo nel 1925, 1963 e nel 1975 (COTECCHIA, 1980; fig. 28.4): in soli 10 anni la subsidenza ha raggiunto l'altezza di un uomo; in 50 anni sono scomparsi letteralmente 20 miliardi di m³ di terreno a causa della consolidazione prodottasi per l'estrazione di circa 70 miliardi di m³ di acqua dal sottosuolo. È noto, infatti, che solo nel 1955 fu estratto un volume di acqua, per uso irriguo, superiore ad un terzo del totale estratto negli Stati Uniti, provocando abbassamenti delle quote piezometriche di oltre 30 metri (COTECCHIA, 1978).

28.3. - PIANIFICAZIONE E GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE IN FLORIDA

28.3.1 - Inquadramento idrogeologico della Florida

La Florida si estende su buona parte dell'omonima penisola, affacciandosi, ad Ovest, sul Golfo

del Messico, ad Est, sull'Oceano Atlantico, confinando, a Nord, con gli Stati della Georgia e dell'Alabama. La geografia della Florida è segnata da un'estesa linea costiera e da una morfologia caratterizzata da bassa elevazione topografica.

Il territorio della Florida presenta notevoli similitudini con quello della Penisola Salentina. Entrambe sono, infatti, circondate dal mare (fig. 28.5) e caratterizzate, prevalentemente, da acquiferi carbonatici interessati dal fenomeno dell'intrusione marina. La Florida, con circa diciannove milioni di abitanti (quarto stato più popoloso degli USA), presenta una superficie totale di circa 150.000 km² (www.stateofflorida.com). La Puglia, con circa quattro milioni di abitanti ed una superficie pari a circa 20.000 km², è otto volte più piccola della Florida; il solo Salento, esteso circa 3.400 km², è quindi circa quaranta volte più piccolo dello Stato americano e presenta una densità abitativa pari a più del doppio della Florida.

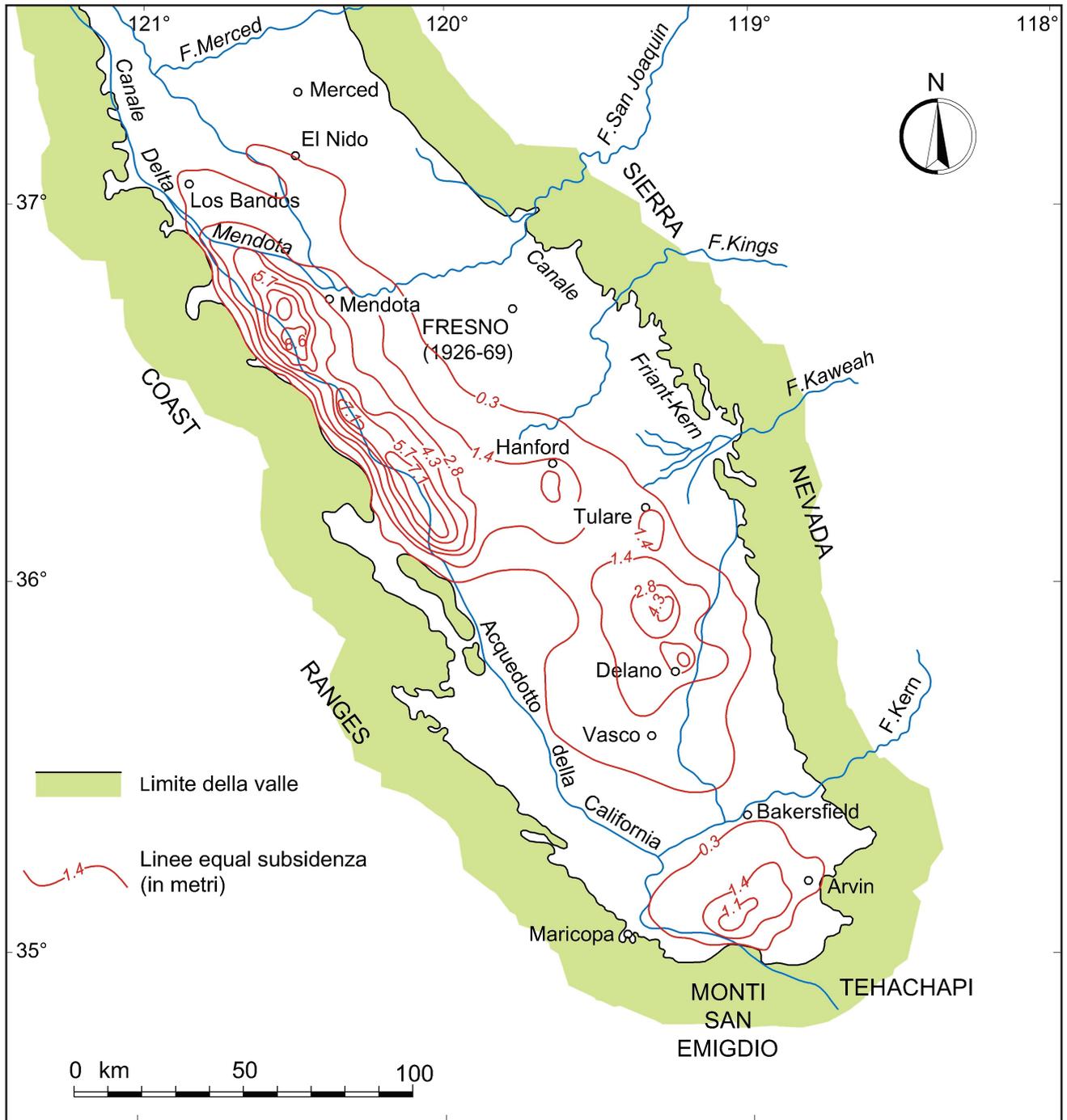


Fig. 28.3 - Area della San Joaquin Valley (California), interessata dal fenomeno di subsidenza indotto dalla estrazione di acque sotterranee, seguito da intrusione di acqua salmastra.

- San Joaquin Valley area (California), affected by subsidence due to groundwater abstraction, and the resulting brackish water intrusion.

La Florida è una delle regioni più piovose degli Stati Uniti. Al Centro e al Sud si registrano la maggior parte delle piogge, nonché frequenti eventi estremi, quali alluvioni e siccità (SOUTH FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2008). In particolare, nel Sud della Florida il clima è subtropicale ed umido. La media annuale delle piogge varia tra

un massimo di 1520 mm/a, lungo la costa orientale (vicino Miami), ed un minimo di 1270 mm/a, lungo la Florida Keys e le aree interne, in prossimità di Lake Okeechobee (PARKER *et alii*, 1955).

L'approvvigionamento di acqua dolce deriva sostanzialmente dalle risorse idriche sotterranee, presenti quasi ovunque negli acquiferi a varie pro-

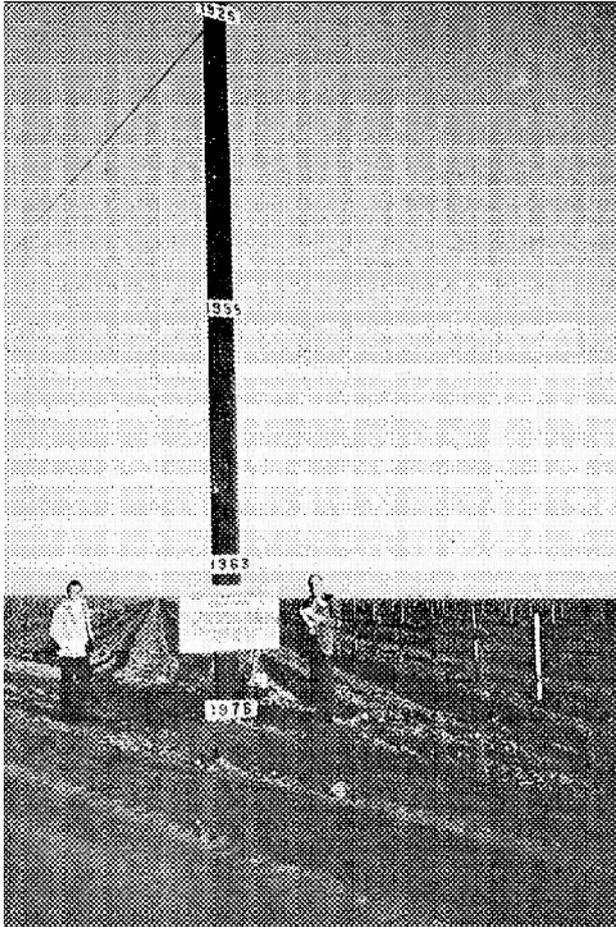


Fig. 28.4 - Indicazione della quota del piano campagna nel centro della San Joaquin Valley (California), interessata dal fenomeno della subsidenza indotto dalla estrazione di acque sotterranee, nel 1925, 1963 e 1975. Alla base del palo, l'autore di questa monografia.

- Indication of the ground level elevation in the central San Joaquin Valley (California), affected by subsidence due to groundwater abstraction, in 1925, 1963 and 1973. The author of this monograph is standing by the pole.

fondità. Nel 1990, la Florida era il secondo Stato degli USA, per numero di abitanti, servito con acque sotterranee, ossia il 90% degli 11,2 milioni di abitanti (SOLLEY *et alii*, 1993).

Attualmente, quasi il 100% dell'acqua potabile ed il 60% di quella adottata per usi industriali ed irrigui, proviene dalle acque sotterranee. La portata degli acquiferi floridiani è di circa 30 miliardi di litri/giorno, risultando tra i più produttivi al mondo. L'approvvigionamento idrico avviene sia in corrispondenza delle sorgenti (si contano circa 600 sorgenti) sia attraverso il prelievo da pozzi.

Gli acquiferi variano per profondità, composizione e posizione; essi sono in genere suddivisi in due macrocategorie: acquiferi superficiali ed acquifero profondo (Floridiano). Oltre a questi, esistono

in realtà una serie di acquiferi intermedi, costituenti circa il 10% dell'intera risorsa idrica sotterranea (www.plants.ifas.ufl.edu).

Gli acquiferi superficiali, prevalentemente costituiti da sabbie e ghiaie, giacciono a non più di 30 metri di profondità e sono caratterizzati da falde circolanti in condizioni freatiche. Un successivo strato di terreno impermeabile separa gli acquiferi superficiali da quello profondo carbonatico, nel quale la circolazione idrica è pressoché ovunque in pressione.

Tra i più importanti acquiferi superficiali, ritroviamo (fig. 28.6):

- acquifero di Biscayne, ubicato nel Sud-Est della Florida. Ricopre circa 7.700 km² e contiene una delle falde più sfruttate, che fornisce acqua alle Contee di Dade, Broward, Palm Beach, e Monroe. La falda, scorrendo con bassa soggiacenza, è estremamente vulnerabile alle sostanze inquinanti che si infiltrano nella roccia calcarea dalla superficie. Si tratta, pertanto, di un acquifero fortemente vulnerabile a potenziali fenomeni di inquinamento, dovuti agli scarichi industriali e discariche nelle aree interne, oltre che al fenomeno dell'intrusione marina presso costa;

- acquifero in sabbia e ghiaia, che si estende per circa 6.200 km² nella regione del Panhandle. È caratterizzato, attualmente, da forti abbassamenti piezometrici della falda a causa dell'estrazione esercitata con pozzi. Anche questo acquifero è soggetto ad inquinamento sia di tipo industriale, sia ad opera dell'intrusione marina;

- acquifero superficiale, che si estende per circa 7.700 km² a Sud-Ovest della Florida. Esso è ricaricato in maniera diretta dalle precipitazioni. È fortemente interessato dal fenomeno della intrusione marina, anche a causa di canalizzazioni artificiali, eseguite per il drenaggio superficiale, che hanno provocato un abbassamento dei livelli idrici.

L'acquifero profondo, ossia l'acquifero della Florida, a differenza degli acquiferi superficiali appena menzionati, è caratterizzato da una falda, la più profonda del Sud-Est degli Stati Uniti, circolante prevalentemente in pressione. Esso si estende per oltre 250.000 km² nel territorio della Florida, in parte dell'Alabama del Sud, nel Sud-Est della Georgia e nel Sud Carolina. La porzione floridiana si è sviluppata tra il tardo Paleocene e gli inizi del

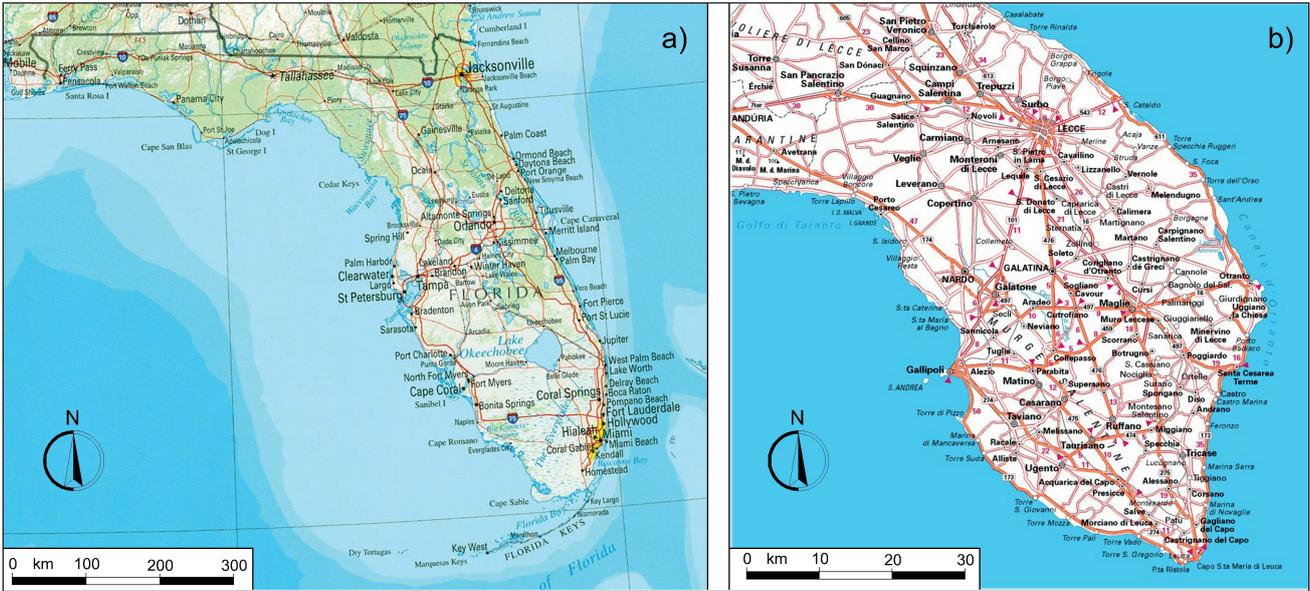


Fig. 28.5 - Florida (a) e Penisola Salentina (b). Il Salento ha un'estensione quaranta volte inferiore alla Florida ma una densità abitativa pari a più del doppio.
 - Florida (a) and Salento Peninsula (b). Salento extends over an area 40 times smaller than Florida but with a more than double population density.

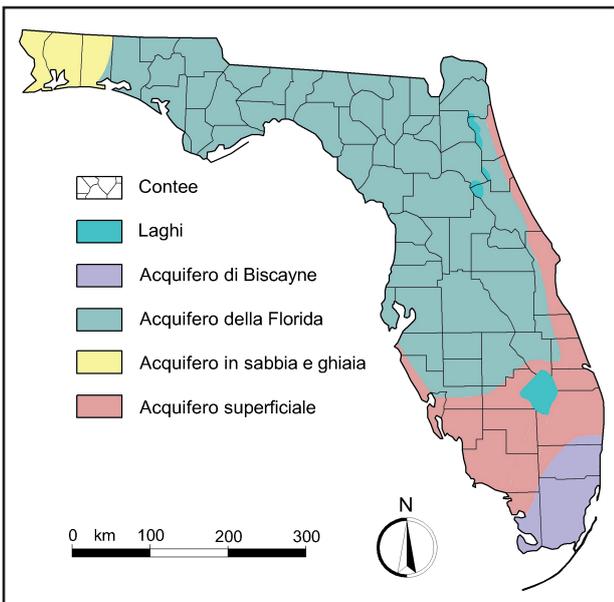


Fig. 28.6 - Campi di esistenza degli acquiferi floridiani (da USGS).
 - Extension of Floridan aquifers (after USGS).

Miocene, quando la Florida era sommersa dal mare. La falda dell'acquifero profondo garantisce l'approvvigionamento di acqua dolce a diverse città come Daytona, Gainesville, Jacksonville, Ocala, St. Petersburg, Tallahassee, e a numerose comunità rurali (www.plants.ifas.ufl.edu).

L'aumento della popolazione in Florida osservato dagli anni '70 ad oggi, ha determinato un progressivo incremento dell'uso della risorsa idrica

sotterranea. Infatti, negli ultimi decenni si è rilevato un continuo incremento delle perforazioni di pozzi, accompagnato da un progressivo peggioramento delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee estratte. A detta criticità lo Stato della Florida ha saputo porre freno, sviluppando una gestione "esperta" e sostenibile della risorsa idrica sotterranea, che ha determinato una concezione dinamica e partecipata della pianificazione idrica, attuata nell'ambito di cinque Distretti (fig. 28.7). Questi comparti territoriali hanno il compito di "amministrare" la risorsa, intendendosi con tale termine il corretto approvvigionamento idrico e la protezione della qualità delle acque. Nei paragrafi seguenti sono illustrate le principali politiche gestionali adottate nello Stato, con particolare riguardo al Sud della Florida, soggetto a periodi siccitosi che si ripetono negli anni, misurandosi, in più aree, con il problema dell'intrusione marina (SOUTH FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2008).

28.3.2. - Fonti di approvvigionamento idrico

La Florida consuma circa 25 miliardi di litri di acqua dolce al giorno, di cui più del 50% a carico del Sud, regione abitata dal 40% della popolazione totale, caratterizzata da una vocazione agricola-in-

dustriale. I residenti del Sud della Florida consumano mediamente circa 675 litri/giorno; di detto consumo, si stima che più della metà sia rivolto all'irrigazione.

In seguito alle nuove politiche dello Stato, orientate alla protezione della risorsa idrica sotterranea, sempre meno sono gli utenti che ricorrono a pozzi individuali per scopi potabili e/o irrigui; infatti, istituzioni locali e servizi idrici privati provvedono alla fornitura dell'acqua alla maggior parte delle industrie e delle utenze domestiche.

Alcune stime indicano che entro il 2025 la popolazione della Florida supererà i 24 milioni, la metà della quale sarà residente nel Sud (SOUTH FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2008). Si prevede quindi un incremento della domanda idrica di circa 7,5 miliardi di litri, corrispondente al 30% dell'attuale fabbisogno (FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2008) (fig. 28.8).

Un terzo circa della risorsa idrica utilizzata in Florida proviene dalle acque di superficie, mentre l'aliquota più significativa, ossia circa i due terzi, è estratta dalle vaste riserve idriche sotterranee. Di detta quantità, il 62% proviene dall'acquifero profondo, il già citato “*Floridian Aquifer*”, l'acquifero

superficiale “*Biscayne Aquifer*” ne fornisce il 17%; il rimanente 21% proviene dai restanti acquiferi superficiali ed intermedi. Nel Sud, la percentuale di approvvigionamento da falde idriche è ancora maggiore: il 90% del consumo totale proviene dal sottosuolo, il rimanente 10% deriva da acque di superficie, come ad esempio il lago Okeechobee (fig. 28.6), il più grande bacino interno del Sud-Est degli Stati Uniti (SOUTH FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2008).

Già da molto tempo i Distretti di gestione delle acque sotterranee sono impegnati nel favorire l'utilizzo di fonti alternative. Dal 1996 il Distretto del Sud, South Florida Water Management District (SFWMD), finanzia progetti con l'obiettivo di individuare fonti di approvvigionamento idrico alternative; sono stati stanziati 150 milioni di dollari per dare attuazione a più di 400 progetti: metà di essi riguarda il riutilizzo delle acque reflue trattate, un quarto è dedicato al trattamento di acque salmastre per osmosi inversa, la restante parte riguarda l'applicazione di tecniche di immagazzinamento e recupero d'acqua dagli acquiferi (Tecnica ASR - *Aquifer Storage Recharge*), o altre tematiche, come, ad esempio, il riutilizzo di acque piovane.

Per incentivare lo sviluppo di fonti alternative, nel 2005 è stato fondato il “*Water Protection and Sustainability Trust Fund*”, che, nel triennio 2006-2008, ha stanziato ben 212 milioni di dollari per progetti di ricerca. Volendo riassumere sinotticamente l'attività ed i risultati conseguiti dalla Fondazione, in figura 28.9 sono indicati, con dati aggiornati al mese di Agosto 2008, i volumi idrici provenienti da fonti alternative già recuperati con i progetti del “*Water Protection and Sustainability Trust Fund*”, e quelli che, invece, saranno disponibili a completamento dei progetti in fase di sviluppo (FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2008).

28.3.3. - La pianificazione idrica regionale

In Florida, le modalità di individuazione delle strategie necessarie a garantire il soddisfacimento della domanda idrica sono fissate dalla normativa di settore, che prevede un approccio basato sulla sostenibilità ambientale dell'uso della risorsa me-

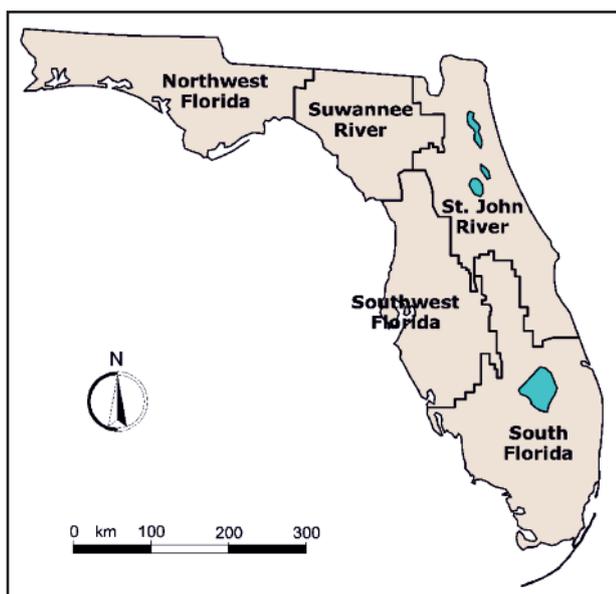


Fig. 28.7 - Distretti regionali in cui è suddivisa la Florida agli effetti del management delle risorse idriche (mod., da FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2008).

- *Regional water management districts in Florida (modified after FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2008).*

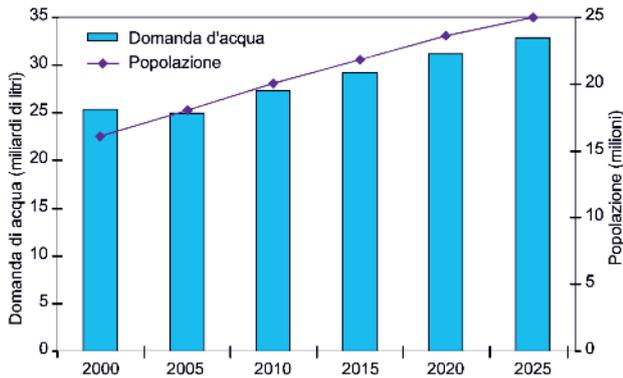


Fig. 28.8 - Stima dell'incremento demografico e della domanda d'acqua in Florida nel periodo 2000-2025 (from FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2008).

- Estimate of population increase and water demand in Florida in the period 2000-2025 (after FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2008).

dianete lo sviluppo di piani strategici di durata ventennale, aggiornati con periodicità quinquennale.

In tale ottica, la pianificazione di settore prevede che ciascun Distretto dello Stato sia caratterizzato da una propria domanda idrica, valutata su basi di proiezioni future, che viene confrontata con le risorse disponibili, tenuto conto, altresì, delle problematiche in corso di approvvigionamento idrico e dell'attuazione di possibili fonti di finanziamento strategico.

Nonostante i piani posseggano un elevato livello di dettaglio, le Agenzie di Gestione controllano continuamente il loro sviluppo ed i risultati conseguiti, attraverso un sistematico confronto

con gli obiettivi prefissati. Si tratta di una attività particolarmente complessa, il cui svolgimento è però garantito, nei vari Distretti, dal supporto di tecnici altamente qualificati, dotati di strumenti tecnologici all'avanguardia.

In particolare, il *Florida Department of Environmental Protection*, secondo lo Statuto della Florida, è l'organo di controllo deputato a sintetizzare con *report* annuali i risultati conseguiti dai vari Distretti, con riferimento ai seguenti settori della pianificazione e della programmazione (FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2008):

- piani regionali di approvvigionamento idrico;
- programmi di sviluppo quinquennali delle risorse idriche;
- progetti di sviluppo di fonti di approvvigionamento idrico alternative.

Il già menzionato Distretto del Sud (SWFMD), che comprende 16 Contee e 98 governi locali distribuiti su una superficie di 25.900 km², con una popolazione complessiva di 4,7 milioni, si occupa di gestire, come stabilito dalla legge, le risorse idriche della regione centro-occidentale della Florida (fig. 28.7). Il Distretto sorse nel 1961 come Agenzia di protezione dalle inondazioni e da allora le responsabilità a suo carico sono progressivamente cresciute, sino a comprendere i settori approvvigionamento idrico, protezione della qualità delle acque e salvaguardia dei sistemi naturali connessi alle risorse idriche (www.swfwmd.state.fl.us). Il Distretto è suddiviso territorialmente in otto bacini delimitati da confini geografici o spartiacque idrogeologici.

Con cadenza quinquennale, il Distretto redige il Piano Regionale per l'Approvvigionamento Idrico (*Regional Water Supply Plan*). Il piano è il risultato di un iter pubblico, in collaborazione con governi locali, comunità agricole, rappresentanti di industrie, organizzazioni ambientaliste ed altri parti interessate, attraverso il quale sono discusse e condivise le soluzioni di approvvigionamento individuate.

Un aspetto particolarmente importante del Piano Regionale è quello riguardante la possibilità, da parte del privato, di ritirare il cosiddetto *Water Use Permit*, ossia la concessione all'emungimento delle acque sotterranee, anche nelle aree critiche, ove cioè l'impatto dei pompaggi potrebbe indurre

Acque recuperate da fonti alternative

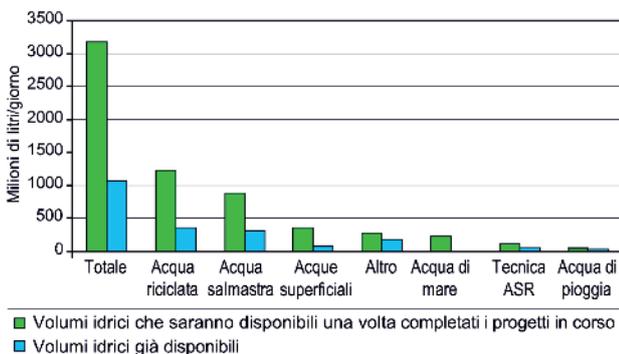


Fig. 28.9 - Volumi idrici da fonti alternative resi disponibili in Florida dal Water Protection and Sustainability Trust Fund ad Agosto 2008 e quelli che saranno disponibili al completamento dei progetti in corso (from FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2008).

- Water volumes from alternative sources made available in Florida by the Water Protection and Sustainability Trust Fund in August 2008 and volumes that will be made available upon completion of the ongoing projects (after FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2008).

evoluzioni negative per l'ambiente. Tuttavia, la concessione all'emungimento è fornita solo come ultima ratio, ossia dopo aver valutato la possibilità di utilizzo di fonti alternative, come il reimpiego delle acque reflue trattate (non per scopi potabili), la dissalazione, la derivazione delle portate di piena dei fiumi con opportuni invasi (come il Peace River - Manasota), l'immagazzinamento e recupero dagli acquiferi (*Acquifer storage and recovery*) ed, infine, ma non meno importanti, le politiche di risparmio.

La filosofia adottata nella pianificazione è improntata sull'azione immediata, al fine di diminuire gli impatti e ridurre i costi che i cambiamenti portano inevitabilmente a sostenere. Il tutto trova applicazione attraverso un approccio orientato verso un continuo aggiornamento e riadattamento del processo gestionale ogniqualvolta è disponibile una nuova informazione. È per questa ragione che il Distretto continua ad arricchire i propri archivi e a puntare sul monitoraggio: solo in questo modo, infatti, è possibile garantire il raggiungimento di specifici obiettivi attraverso il controllo costante di opportuni indicatori (SOUTHWEST FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2011 - 2015 -STRATEGIC PLAN).

28.3.4. - *Riduzione della domanda idrica*

Lo Stato della Florida è dotato come detto di cinque Agenzie (o Distretti) di gestione regionale della risorsa idrica (fig. 28.7). Volendo analizzare, in particolare, i Distretti del Sud, si rileva il forte orientamento delle politiche recenti di gestione finalizzato al risparmio del bene, la cosiddetta *Water Conservation*, attuato anche grazie a campagne di sensibilizzazione delle parti sociali. A tale proposito, particolare rilevanza è stata assegnata ai cosiddetti *stakeholders*, gruppi di lavoro costituiti da "portatori di interessi", aventi il compito di attuare una gestione partecipata del risparmio della risorsa idrica.

In particolare, uno degli obiettivi prefissati è quello di contenere il consumo a 676,6 litri/persona al giorno. In pratica, le popolazioni sono istruite al risparmio dell'acqua non solo per finalità ambientali, ma anche per ragioni economiche e di miglioramento della qualità della vita. Contenere il

consumo di acqua significa, infatti, rispettare l'ambiente, nonché risparmiare energia (potabilizzazione, trattamento acque reflue) e impegnare minori fondi per individuare nuove fonti e/o realizzare nuove opere (SOUTH FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2008).

Le politiche di risparmio idrico sono attuate attraverso specifici Regolamenti, in genere finalizzati al miglioramento dell'efficienza (FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2008). Vi sono, ad esempio, regole che limitano le ore di irrigazione nei vari Distretti ed impongono l'installazione di limitatori di volume. Sono, inoltre, attivi programmi di riduzione delle perdite e sistemi di tassazione che premiano il risparmio idrico. Gli impianti di irrigazione vengono spesso dotati di sensori di pioggia finalizzati alla ottimizzazione dell'uso dell'acqua.

I vari Distretti sono autorizzati ad attuare iniziative, programmi ed azioni, finalizzati all'approvvigionamento idrico, alla salvaguardia della risorsa e alla protezione dei sistemi naturali, tenuto conto dei risultati del monitoraggio della qualità dell'acqua, del controllo continuo dei deflussi e dei livelli minimi vitali dei corpi idrici superficiali. Ciò comporta la possibilità sia di gestire le risorse idriche sotterranee, sia di attuare misure di protezione dalle alluvioni, attraverso il continuo aggiornamento delle mappe di rischio. Particolare attenzione viene rivolta all'utilizzo delle fonti alternative, come le acque reflue, anche per la ricarica degli acquiferi costieri, al fine di ridurre, o comunque controllare, l'intrusione marina (SOUTHWEST FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2011 - 2015 STRATEGIC PLAN).

Il Distretto del Sud (SFWMD), nell'ambito del WaterSIP (*Water Saving Incentive Program*), fornisce annualmente, dal 2002, fondi integrativi, fino a 50.000 dollari, a fornitori ed utilizzatori finali per installare hardware e tecnologie atte al risparmio dell'acqua, come limitatori di volume e sensori di pioggia nei sistemi di irrigazione. Questi fondi sono assegnati ad Amministrazioni comunali, utilizzatori pubblici, fornitori, associazioni, scuole e strutture commerciali. Il Distretto ha, quindi, come obiettivo primario la prevenzione atta a ridurre gli sprechi e gli usi non razionali della risorsa idrica,

finalità resa possibile da una combinazione di strumenti: pianificazione, programmi finanziati, regolamenti, ricerca di fonti alternative, gestione ottimale, sensibilizzazione pubblica.

Sono attivi, inoltre, laboratori mobili che consentono a tecnici specializzati di fornire consulenze a domicilio, fornendo agli utenti valutazioni e raccomandazioni specifiche per un utilizzo efficiente dell'acqua, con indubbi vantaggi in termini di risparmio di tempo, energia e danaro. Si stima che dall'anno 2000 gli undici laboratori mobili agenti nel Sud della Florida abbiano determinato un risparmio di 17,7 miliardi di litri/anno (SOUTH FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2008).

Nel Settembre 2008, il SFWMD ha adottato il "Comprehensive Water Conservation Program" al fine di proteggere le risorse idriche e promuovere politiche di risparmio. In base a tale programma, i residenti sono obbligati a contattare i tecnici del governo locale o a visitare apposita sezione del sito internet del Distretto, per apprendere se vi sono disposizioni orientate al risparmio dell'acqua, come ad esempio giorni od orari in cui è possibile irrigare. In caso di infrazioni, il programma prevede sanzioni (www.sfwmd.gov).

28.3.5. - Sensibilizzazione della popolazione e gestione partecipata

Nell'ultimo ventennio, in particolare nel Sud della Florida, si è sviluppata un'ampia politica volta all'informazione ed alla partecipazione della popolazione sul problema del risparmio idrico.

L'informazione viene attuata con diversi strumenti di pubblicità: cartelloni pubblicitari, pubblicazioni, annunci e guide orientate al risparmio. Un'enfasi particolare è rivolta all'istruzione degli insegnanti per assicurare che i bambini, futuri leader, decisori o politici, e comunque consumatori, siano informati ed educati sull'importanza di tale tematica (SOUTH FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2008).

Alla divulgazione segue la fase della partecipazione. Quest'ultima prevede la partecipazione delle varie parti sociali (i già citati *stakeholders*) a *summit* con esperti, ove si discute dei programmi di gestione e risparmio dell'acqua. I partecipanti pon-

gono in evidenza casi concreti di studio e le parti, tecnici e non, esprimono le loro perplessità e/o giudizi. Alle riunioni partecipano, oltre ai tecnici (*planners*), anche i soggetti politicamente ed economicamente influenti nei settori dell'agricoltura, dell'ambiente, dell'industria, del governo, le associazioni di consumatori, volontari (*water ambassadors*), etc. Gli incontri servono, in definitiva, a condividere le strategie del piano, a renderle comprensibili e più facilmente assimilabili (SOUTH FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2008), garantendo quindi la loro futura applicazione senza attriti con le parti sociali.

28.3.6. - Riutilizzo delle acque reflue

Il riutilizzo delle acque reflue domestiche trattate è una pratica molto diffusa in Florida. Esse vengono in genere impiegate per l'irrigazione di spazi verdi, per l'agricoltura, nelle industrie, per la ricarica degli acquiferi, per particolari usi domestici (es. gli sciacquoni delle toilette), etc. La risorsa idrica alternativa consente di ridurre l'approvvigionamento idrico sia dalle acque sotterranee, sia da quelle superficiali.

Nell'ultimo ventennio la Florida è stata riconosciuta Stato leader nel riutilizzo delle acque reflue domestiche (circa 3 miliardi di l/giorno nel 2006; www.dep.state.fl.us).

L'attuale obiettivo del Distretto SFWMD è quello di riciclare il 75% delle acque reflue, di cui una grossa percentuale (75%) consentirà il risparmio di acqua per uso potabile, spesso irrazionalmente utilizzata anche per scopi diversi da quelli relativi al consumo umano, come ad esempio l'irrigazione (SOUTH FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2008).

Il Distretto del Sud-Ovest (SFWMD) adotta, inoltre, un programma, il *Facilitating Agricultural Management System Program* (FARMS), stipulato con le comunità agricole, finalizzato a ridurre nel tempo l'impiego delle acque sotterranee, incentivando lo sviluppo delle fonti alternative. Il proprietario di una concessione all'estrazione di acque sotterranee può, infatti, richiedere una proroga della concessione di ulteriori venti anni se però, al tempo stesso, sviluppa un metodo di approvvigionamento

alternativo all'uso dell'acqua sotterranea. Il programma consente all'utente di disporre di due fonti di approvvigionamento idrico per la irrigazione, con la possibilità quindi di attivare l'una o l'altra risorsa a seconda dei periodi più o meno piovosi. Infatti, durante le stagioni piovose le acque reflue tendono inevitabilmente ad essere meno utilizzate. Estrema importanza viene in ogni caso rivolta alla fase di immagazzinamento dell'acqua trattata, che può così essere impiegata anche nelle stagioni secche (SOUTHWEST FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2011 - 2015 STRATEGIC PLAN).

28.3.7. - *Monitoraggio in tempo reale e pianificazione operativa*

Il Distretto SFWMD, nel Sud della Florida, possiede uno dei più grandi sistemi di gestione regionale delle acque: con oltre 1.600 miglia di canali, 1.000 km di argini/berme, 60 stazioni di pompaggio, più di 500 strutture e 700 canali di scolo, esso opera attivamente e gestisce il sistema per assicurare l'approvvigionamento idrico ed il controllo delle inondazioni, al servizio di 7,5 milioni di abitanti. Gli eventi estremi, dai periodi siccitosi agli uragani, possono risultare drammaticamente pericolosi sia per l'approvvigionamento idrico, sia per il controllo delle alluvioni. Ingegneri, meteorologi e "water manager" monitorano 24 ore su 24, in tempo reale, i livelli dell'acqua e i deflussi minimi vitali. I tecnici, servendosi delle centinaia di punti di controllo della rete di monitoraggio, interpretano i dati con modelli all'avanguardia al fine di determinare le operazioni ottimali da intraprendere (www.sfwmd.gov).

L'U.S. *Geological Survey*, in cooperazione con il SFWMD e con le Agenzie di contea e municipali, ha realizzato un'estesa rete di pozzi di monitoraggio nel Sud della Florida, al fine di controllare l'evoluzione del fenomeno dell'intrusione marina (KOSZALKA, 1995). La rete di monitoraggio consente di attivare segnali di allarme preventivi che indicano la necessità di variare le politiche di gestione dell'acqua rispetto a quanto programmato ed intrapreso (KONIKOW & REILLY, 1999).

Il SFWMD adotta, pertanto, una pianificazione dinamica che assicura, in continua osmosi, il collega-

mento tra acqua e territorio. Il Distretto opera, inoltre, grazie ai fondi del "Florida Forever program", anche per la conservazione e il recupero di ecosistemi, con l'obiettivo di avviare piani di acquisizione di terreni da "salvaguardare" dalla rapida urbanizzazione, assicurandone la bonifica, la protezione e incentivando il turismo. Ogni anno, 2,5 milioni di persone visitano i territori pubblici "protetti".

Un aspetto fondamentale della pianificazione è quello legato alla necessità di monitorare anche i cambi di destinazione d'uso nel territorio, cui spesso sono associate variazioni nei caratteri qualitativi e quantitativi delle risorse idriche sotterranee. La conversione di aree contaminate in aree agricole avviene, ad esempio, a valle di previsioni sui possibili *stress* e sulle possibili fonti di approvvigionamento che si renderanno necessarie (SOUTHWEST FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2011 - 2015 STRATEGIC PLAN).

La normativa in Florida (*Chapter 373.042, Florida Statutes*) richiede ai Distretti o al Dipartimento di Protezione Ambientale (*Department of Environmental Protection*) di determinare per acquiferi, corsi d'acqua e altri corpi idrici il valore limite oltre il quale ulteriori prelievi provocano danni ambientali alle risorse e all'ecologia dell'area (*Minimum Flows and Levels, MFLs*). Per fiumi, estuari e sorgenti viene fissato il deflusso minimo, mentre per laghi, paludi e falde sotterranee vengono individuati i livelli idrici minimi. Dette operazioni comportano la definizione di standard idrogeologici ed ecologici, che spesso sono utilizzati nella pianificazione di settore, come, ad esempio, nel definire il volume che è possibile prelevare dai corpi idrici o dalle falde.

Il processo decisionale degli *standard* minimi è ciclico e prevede una proposta dello *staff* del Distretto, sottoposta successivamente ad una *review* scientifica. Dopo questa fase la *team* dei responsabili del Distretto approva gli *standard* ecologici. Se questi ultimi, al momento della definizione, risultano al di sotto dei valori misurati o se i modelli previsionali nei successivi 20 anni lasciano intravedere una situazione di emergenza, il Distretto attua immediatamente politiche di recupero. Il controllo degli *standard* minimi è garantito con il monitoraggio dei corpi idrici o delle falde, attraverso 1.418 pozzi, 1.022 stazioni su fiumi, ruscelli, paludi e

laghi (SOUTHWEST FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2011 - 2015 STRATEGIC PLAN).

Il monitoraggio delle acque sotterranee avviene, oltre che attraverso specifici punti di controllo, anche grazie ai dati provenienti dalla rete di monitoraggio qualitativa costituita dalle concessioni all'emungimento, ossia la "*Water Use Permit Water Quality Network*", al fine di garantire un'adeguata copertura territoriale con ridotti costi di raccolta dati, a vantaggio quindi sia dei contribuenti, sia dei concessionari. La *staff* del Distretto preleva più di 2.400 campioni d'acqua all'anno da 360 pozzi, per monitorare lo ione cloruro, i solfati ed altri parametri qualitativi ritenuti fondamentali.

La rete delle sorgenti del Distretto (*District's Spring Network*) monitora le acque di 60 sorgenti nella parte centrale e settentrionale della regione. Le attività eseguite dallo *staff* del Distretto includono l'interpretazione dei *trend* qualitativi delle acque, relativamente a parametri come lo ione cloruro, i solfati ed i nitrati. Una rete aggiuntiva composta da 84 pozzi (*Upper Floridian Aquifer Nutrient Monitoring Network*) analizza anche la qualità delle acque di ricarica delle sorgenti, soprattutto al fine di valutare l'impatto dei fertilizzanti derivanti dall'agricoltura.

Infine, una parte della rete è dedicata alla qualità dei corpi idrici superficiali, come fiumi e laghi (SOUTHWEST FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2011 - 2015 STRATEGIC PLAN).

Per assicurare l'accessibilità ai dati rilevati in situ, il SWFWMD ha investito in infrastrutture IT (*Information Technology*): dal 2010 tutti i dati sono consultabili al sito web, attraverso il sistema informativo "*Water Management Information System (WMIS)*", che permette di aumentare la quantità di informazioni disponibili online, facilitare l'iter di autorizzazione all'emungimento, snellire il flusso di lavoro, memorizzare e recuperare i dati del distretto (www.swfwmd.state.fl.us).

I dati di qualità provenienti dalle reti di monitoraggio del SWFWMD, i livelli del lago Okeechobee e della falda costituiscono l'*input* di un modello, chiamato "*South Florida Water Management Model*". Il modello consente di produrre *set* di grafici e analisi per coadiuvare l'operato dei decisori e dei *Water Manager*. Esso prevede, inoltre, la possibilità di ef-

fettuare "*Position Analysis*", ossia valutare le probabilità, e quindi i rischi, connessi a scenari futuri, sulla base delle archiviazioni storiche delle variabili che intervengono nel modello, partendo dalla "*present position*". A tale proposito, negli anni '90, sono iniziati studi specifici per l'applicazione di simulazioni, basate su modelli a densità variabile e di trasporto di massa (cap. 5), per determinare l'incidenza dei fattori idrogeologici e di gestione sulla futura evoluzione del fenomeno dell'intrusione marina (www.swfwmd.gov).

28.3.8. - Il controllo dei deflussi di piena e dell'intrusione marina

Agli inizi del '900, per sopperire ai disastri ambientali causati dalle alluvioni, fu realizzata una rete di canali di drenaggio nelle aree costiere occidentali dell'area di Miami (Dade County). I canali, non controllati fino agli anni '30, provocarono un continuo drenaggio, oltre che delle acque superficiali delle paludi di *Everglades*, anche della falda sotterranea dal *Biscayne Aquifer* (KLEIN & WALLER, 1985). Fu, infatti, osservato un abbassamento del livello idrico di circa 2 m nell'area di *Everglades* (KOHOUT, 1965), ed il progressivo avanzamento dell'acqua di mare nel continente nel *Biscayne Aquifer*, aggravato anche dagli emungimenti attuati con diversi campi pozzi, già esistenti all'inizio del secolo scorso. Sebbene negli anni '40 fossero state intraprese azioni di gestione per riportare il fenomeno sotto controllo, fu necessario abbandonare alcuni pozzi municipali già prima del 1945, a causa dell'incremento dei livelli salini delle acque emunte (KONIKOW, REILLY, 1999).

La grave situazione comportò la necessità di rivedere le politiche di gestione delle piene, al fine di garantire, oltre che adeguate condizioni di sicurezza durante gli eventi di pioggia estremi, anche il contenimento dell'intrusione marina. Nel tempo, sono state quindi realizzate opere di sbarramento idraulico (paratoie), manovrate e monitorate in remoto, in modo centralizzato e automatizzato dal quartiere generale del Distretto, al fine di permettere, in base alle esigenze correnti, risposte rapide. Durante le alluvioni le strutture sono disattivate o attivate parzialmente, in modo tale da consentire il corretto deflusso idrico verso l'oceano; diversamente

mente, nei periodi di secca, essendo localizzate in prossimità della costa, esse vengono attivate al fine di garantire adeguati livelli di falda, mediante la riduzione del deflusso superficiale, necessari ai fini del contenimento del fenomeno dell'intrusione marina. (KONIKOW, REILLY, 1999).

28.3.9. - *Le concessioni all'emungimento: il "Well Construction Permit"*

Il successo delle politiche di gestione deriva anche dalla effettiva possibilità di porre in essere quanto viene statuito. A tale riguardo, devono sottolinearsi i connotati di intransigenza e trasparenza della normativa di settore vigente in Florida, riguardante la prevenzione ed il controllo. Si ritiene utile, pertanto, analizzare taluni aspetti fondamentali della stessa, di estrema importanza nel processo di gestione delle risorse idriche.

Innanzitutto occorre sottolineare che le regole da applicare per ottenere il permesso per la costruzione di un pozzo, il già citato *Well Construction Permit*, sono estremamente rigide, riguardando, ad esempio, il rispetto di particolari distanze di sicurezza, le tecnologie esecutive e i materiali da adottare per la sua costruzione. Le aziende incaricate ad eseguire l'impianto devono essere certificate, secondo caratteristiche più avanti elencate. A ciò deve aggiungersi la severa attività di controllo esercitata dai Distretti, che eseguono ispezioni durante la costruzione, il ripristino o l'abbandono del pozzo. Tecnici autorizzati dal Dipartimento o dalla "permitting authority" (*Water Police*) devono avere accesso, in tempi ragionevoli, nelle proprietà private per poter effettuare i controlli necessari (FLORIDA DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2010), anche durante l'esecuzione del pozzo.

Sin dal 1985, nel SFWMD le aziende certificate ad eseguire le perforazioni devono, inoltre, a completamento del pozzo, depositare un report al *Post Office* del Distretto. I cittadini possono consultare le pratiche riguardanti i pozzi di loro proprietà. Se, inoltre, un privato desidera ottenere informazioni su un proprio pozzo realizzato prima del 1985, lo *staff* del Distretto lo pone in contatto con un'azienda certificata che lo coadiuva nella ricerca. Inoltre, le sezioni F.A.Q. (*Frequently Asked Questions*)

dei siti internet dei Distretti e/o numeri telefonici ad hoc, agevolano il cittadino nella ricerca di informazioni relative alla costruzione di un pozzo o per la concessione all'emungimento (www.sfwmd.gov).

Quanto ai permessi, esistono due tipi di concessioni: individuale e generale.

Il permesso individuale, più difficile da ottenere, è sottoposto ad attenta e diretta valutazione del Consiglio del Distretto di competenza; vengono, altresì, imposti limiti di portate giornaliere o annuali e/o limiti geometrici del pozzo, a seconda della zona in cui ricade l'opera di captazione.

Il permesso generale, invece, è concordato con i tecnici del Distretto di competenza.

Un permesso individuale è concesso per portate che eccedono mediamente 21,87 l/s, mentre un permesso generale è assegnato per portate tra i 4,37 l/s e i 21,87 l/s. Anche quest'ultimo deve, comunque, rispettare alcune prescrizioni, come ad esempio la denuncia del pozzo all'inventario del Distretto, l'adozione di un definito valore di portata massima o di depressione indotta dall'emungimento.

Nel Distretto di Sud-Ovest vige anche il permesso "small general", per portate inferiori ai 4,37 l/s (www.flwaterpermits.com).

La durata delle concessioni varia da 5 a 10 anni, a seconda dell'area in cui l'opera ricade ed in base alla portata estratta. Il rinnovo della concessione all'emungimento è in genere attribuito purché non siano intervenute, nel frattempo, variazioni di portata e/o di superfici irrigate, rispetto a quanto dichiarato nel primo permesso. In caso contrario, deve richiedersi un nuovo permesso.

Un permesso può subire modifiche o può essere addirittura revocato, dal Consiglio del Distretto di competenza, ogni qualvolta non è garantita la salvaguardia delle risorse idriche. Il Distretto, inoltre, in caso di depauperamento o peggioramento (previsto o acclarato) delle caratteristiche quali-quantitative della falda, stabilisce la cosiddetta "Water Resource Caution Area", ossia l'individuazione di una porzione di territorio in cui vige uno stato di emergenza per le risorse idriche, nella quale tutti i permessi possono essere sospesi (NORTHWEST FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2010). A tale riguardo, occorre evidenziare che, a partire dall'anno 2006, il

SWFWMD attua il recupero di un'area di circa 13.000 km², comprendente otto Contee de Sud della Florida, ove le 6.000 concessioni all'estrazione di acqua sotterranea avevano provocato l'ingresso di acqua salmastra nell'acquifero, nonché la riduzione dei deflussi del *Peace River*, un fiume a Sud Ovest della penisola floridiana, e dei livelli nel *Lago Wales Ridge*. La strategia di recupero prevede, entro il 2025, la riduzione della domanda attraverso variazioni della destinazione d'uso di parti del territorio e lo sviluppo delle più volte citate fonti di approvvigionamento alternative (SOUTHWEST FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2011 - 2015 STRATEGIC PLAN).

Durante periodi di siccità, il SWFWMD ha, inoltre, il potere di imporre restrizioni sull'uso dell'acqua all'interno del Distretto, al fine di preservare la risorsa idrica e minimizzare, quindi, gli effetti della intrusione marina (SOUTHWEST FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT, 2011 - 2015 STRATEGIC PLAN).

Un aspetto particolarmente interessante dell'iter di approvazione di una concessione alla costruzione di un pozzo, nel SFWMD, è quello legato alla necessità che il richiedente dimostri in modo inconfutabile che il nuovo pozzo non causi intrusione marina. Nel caso in cui si ravvisassero rischi, il Distretto potrebbe concedere il permesso a condizione però di installare pozzi di monitoraggio nei pressi della nuova opera di captazione. In tal caso il permesso può essere concesso per brevi periodi ed essere rivalutato sulla base dei risultati del monitoraggio (KONIKOW & REILLY, 1999).

28.3.10. - *Il censimento delle opere di captazione*

Il "*Florida Unique Well Identification Program*" costituisce un mezzo per semplificare l'individuazione e lo scambio di informazioni sui pozzi di captazione delle acque di falda tra le Agenzie statali e gli altri utenti interessati. Nell'ambito del programma, ai pozzi è assegnato un codice alfanumerico univoco, denominato ID FLUWID (ad esempio: AAA0000). Il codice è stampato su un'etichetta adesiva resistente agli agenti atmosferici, fissata al pozzo per la sua identificazione, mentre un "FLUWID Coordinato" gestisce il da-

tabase del FLUWID Program. Le informazioni contenute nell'archivio comprendono l'Agenzia dalla quale viene rilasciato il codice, la data di emissione, le coordinate GPS ed altre informazioni idrogeologiche sul pozzo. Il Programma FLUWID non è obbligatorio per legge, ma è implementato per facilitare la raccolta dati sui pozzi esistenti. Sino al 2008, circa 92.100 pozzi sono stati identificati con detto sistema in tutto lo Stato (www.dep.state.fl.us).

28.3.11. - *Le aziende certificate: la "Florida Water Well Contractor License"*

Le aziende che eseguono la perforazioni di pozzi in Florida sono opportunamente certificate e possiedono apposita licenza. Ogni *Contractor*, operante in un qualsiasi Distretto della Florida, deve possedere i seguenti requisiti (www.sfwmd.gov):

- avere almeno 18 anni;
- avere due anni di esperienza nella costruzione, riparazione, o attività inerenti l'abbandono dei pozzi;
- provare evidenze del lavoro svolto con almeno tre lettere di referenze da almeno tre tra le seguenti figure professionali: un altro "*water well contractor*", un perforatore, un venditore di attrezzature e parti inerenti i pozzi, un "*well inspector*" impiegato in agenzie governative;
- fornire una lista degli ultimi 10 pozzi costruiti, riparati o sottoposti a pratica di abbandono negli ultimi 5 anni. La lista deve anche includere i nomi e gli indirizzi dei proprietari di ciascun pozzo eseguito, con indicazione dell'uso dello stesso e delle relative caratteristiche geometriche;
- deve possedere almeno 12 crediti (*Continuing Education credits*) conseguibili con opportuni corsi (la durata dei crediti è di due anni al massimo);
- sostenere un esame scritto su normative, penalità in caso di inosservanza delle leggi, metodi di perforazione e sicurezza.

28.3.12. - *Aree di salvaguardia delle opere di captazione delle acque sotterranee per uso potabile - Il "Wellhead Protection Program"*

Il "*Wellhead Protection Program*" è un programma di prevenzione dall'inquinamento in grado di gestire e proteggere le opere di captazione di acque sotter-

ranee destinate all'uso potabile. Il provvedimento federale "*Safe Drinking Water Act (SDWA)*", emanato nel 1986, ha stabilito per gli Stati un programma di delimitazione e gestione delle "zone di protezione" per la salvaguardia delle risorse idriche sotterranee. Il 18 agosto 1998, l'EPA ha in particolare approvato il programma di protezione, che può essere integrato dai governi locali, al fine di dare attuazione alle proprie strategie per la protezione dei pozzi d'acqua potabile. Il programma incorpora una norma precedente che stabilisce un raggio di salvaguardia di circa 150 metri (500 *foot*) nell'intorno di tutti i pozzi ad uso potabile. A differenza di molti altri Stati, le amministrazioni locali hanno l'obbligo di assicurare la protezione dell'opera di captazione attraverso aree di salvaguardia, che devono essere delimitate utilizzando metodologie professionalmente accettate e basate sui migliori dati disponibili (cap. 10; www.dep.state.fl.us).