

**Περιστατικό ρύπανσης και
αποκατάστασης υπεδάφους:
Αεροδρόμιο Ναυτικής Βάσης
στην Καλιφόρνια**

(Moffett Field)

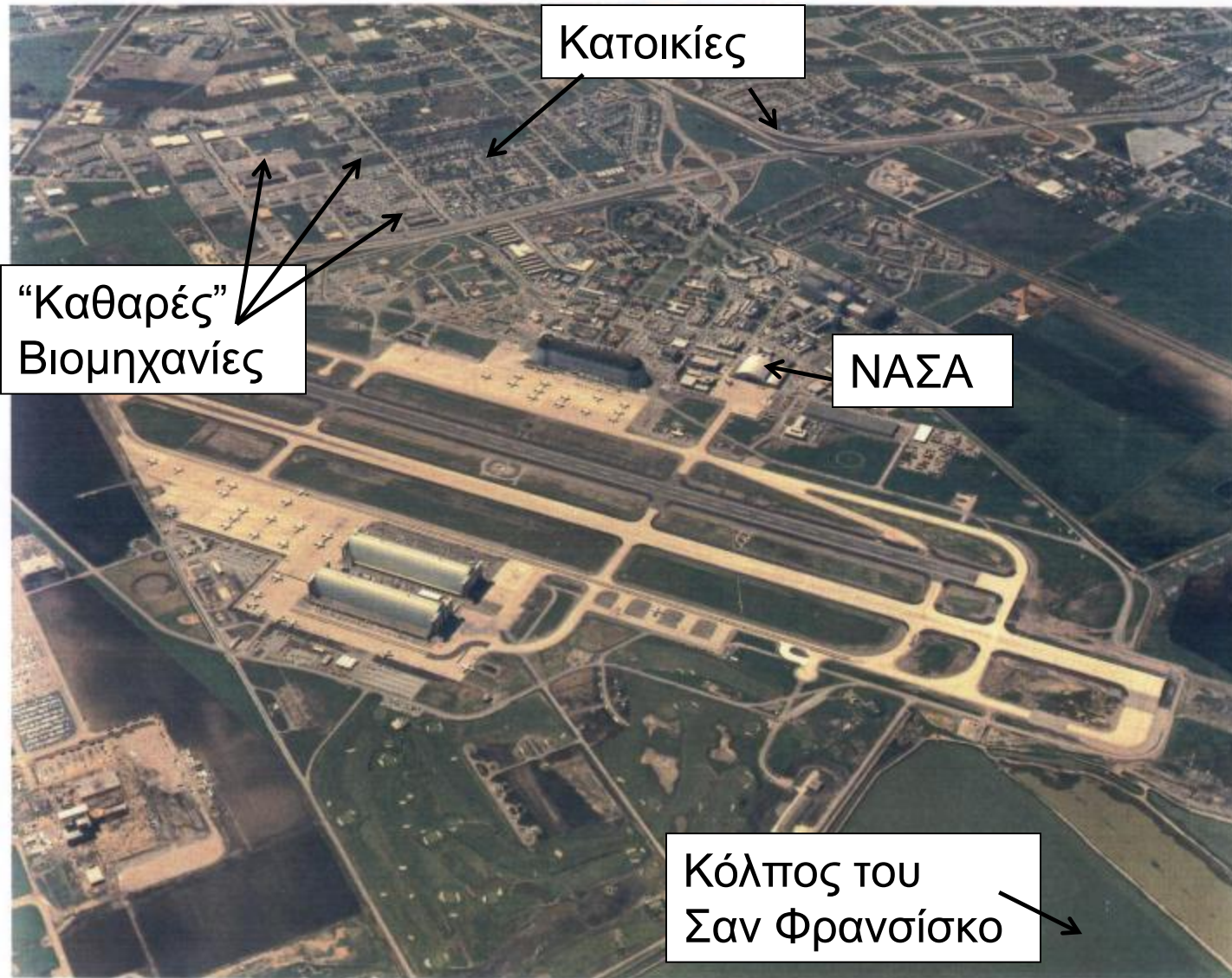


San
Francisco

San Francisco
Bay

Moffett
Field





Κατοικίες

“Καθαρές”
Βιομηχανίες

NASA

Κόλπος του
Σαν Φρανσίσκο

Αίτια Ρύπανσης (1)

(ρυπογόνος δραστηριότητα – κύριοι ρύποι)

- Βιομηχανίες ηλεκτρονικών (1960-1985)
 - Αποθήκευση χλωριωμένων υδρογονανθράκων* (ευρύτατη χρήση ως διαλύτες) σε υπόγειες δεξαμενές

* Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες:

- οργανικές ενώσεις που **δεν αναμειγνύονται με το νερό**
- **μικρή διαλυτότητα στο νερό**
- αναφερόμαστε σ' αυτά με τον όρο **μη υδατική φάση** (nonaqueous phase liquid – **NAPL**)
- έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη από το νερό (**dense NAPL, DNAPL**)

* Ως την δεκαετία του '70, κατασκευάστρια εταιρεία χημικών πρότεινε την διάθεσή τους σε ανοικτούς λάκκους. Ας όψεται η ιδέα της αφομοιωτικής ικανότητας του εδάφους!

Αίτια Ρύπανσης (2)

(ρυπογόνος δραστηριότητα – κύριοι ρύποι)

- Αεροδρόμιο ναυτικής βάσης (1930-1990)



– Συντήρηση αεροσκαφών
απαιτεί χρήση χλωριωμένων
υδρογονανθράκων

– Αποθήκευση καυσίμων
σε υπόγειες δεξαμενές,
πυροσβεστικές ασκήσεις

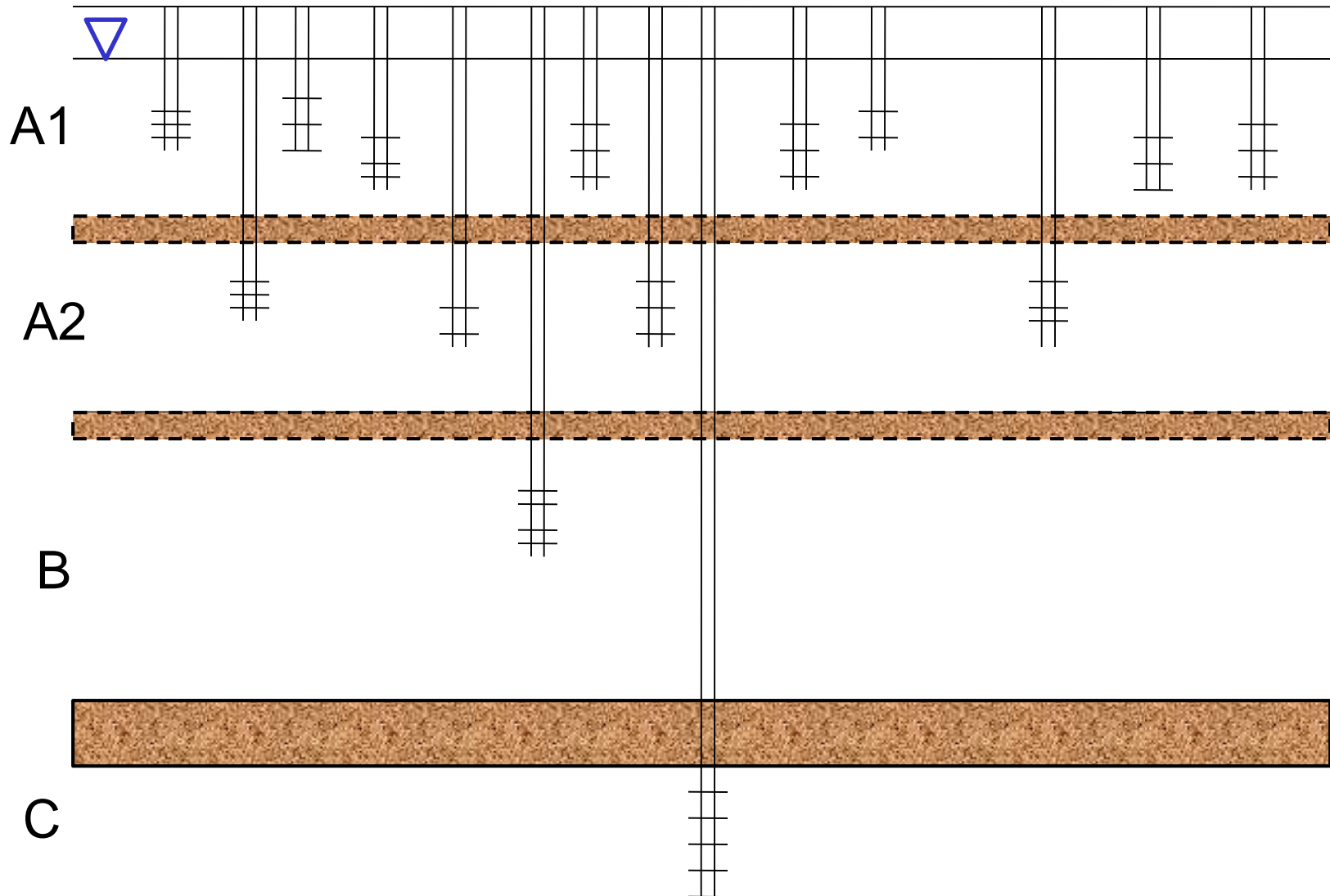


– Ακόμα: στεγνοκαθαριστήριο, χώρος ταφής απορριμμάτων

Χαρακτηριστικά Υπεδάφους

- Υδρογεωλογία
 - Η στάθμη του υπόγειου νερού βρίσκεται σε βάθος 1-2 m.
Η υδραυλική κλίση κυμαίνεται μεταξύ 0.004 και 0.005
- Στρωματογραφία
 - Προσχωσιγενή στρώματα: άργιλοι και ιλύες με ενδιάμεσες στρώσεις άμμων και χαλίκων
 - Τρεις κύριοι υδροφορείς: A [χωρίζεται σε διαπερατές ζώνες A1 (0-10m) και A2 (10-20m)], B (20-45m) και C (> 50m)
- Υδραυλική αγωγιμότητα περατών στρωμάτων
 - 1×10^{-5} m/s ως 0.8×10^{-2} m/s, αντιστοιχεί σε ταχύτητες υπόγειου νερού 1 ως 100 μέτρων το χρόνο

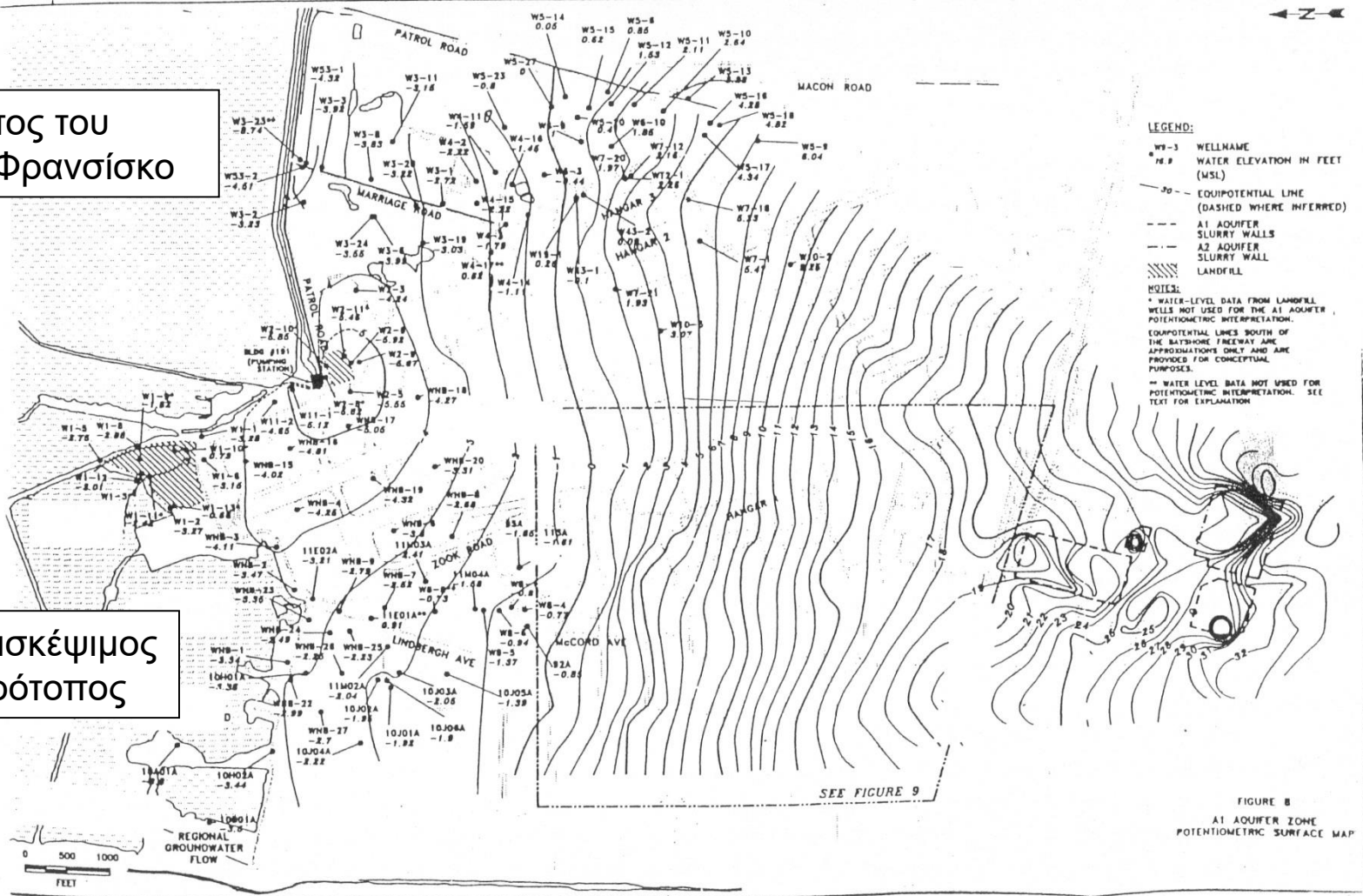
Στρωματογραφία: υδροφορείς & φρέατα δειγματοληψίας



Χάρτης στάθμης δυναμικού στον υδροφόρα Α1

Κόλπος του
Σαν Φρανσίσκο

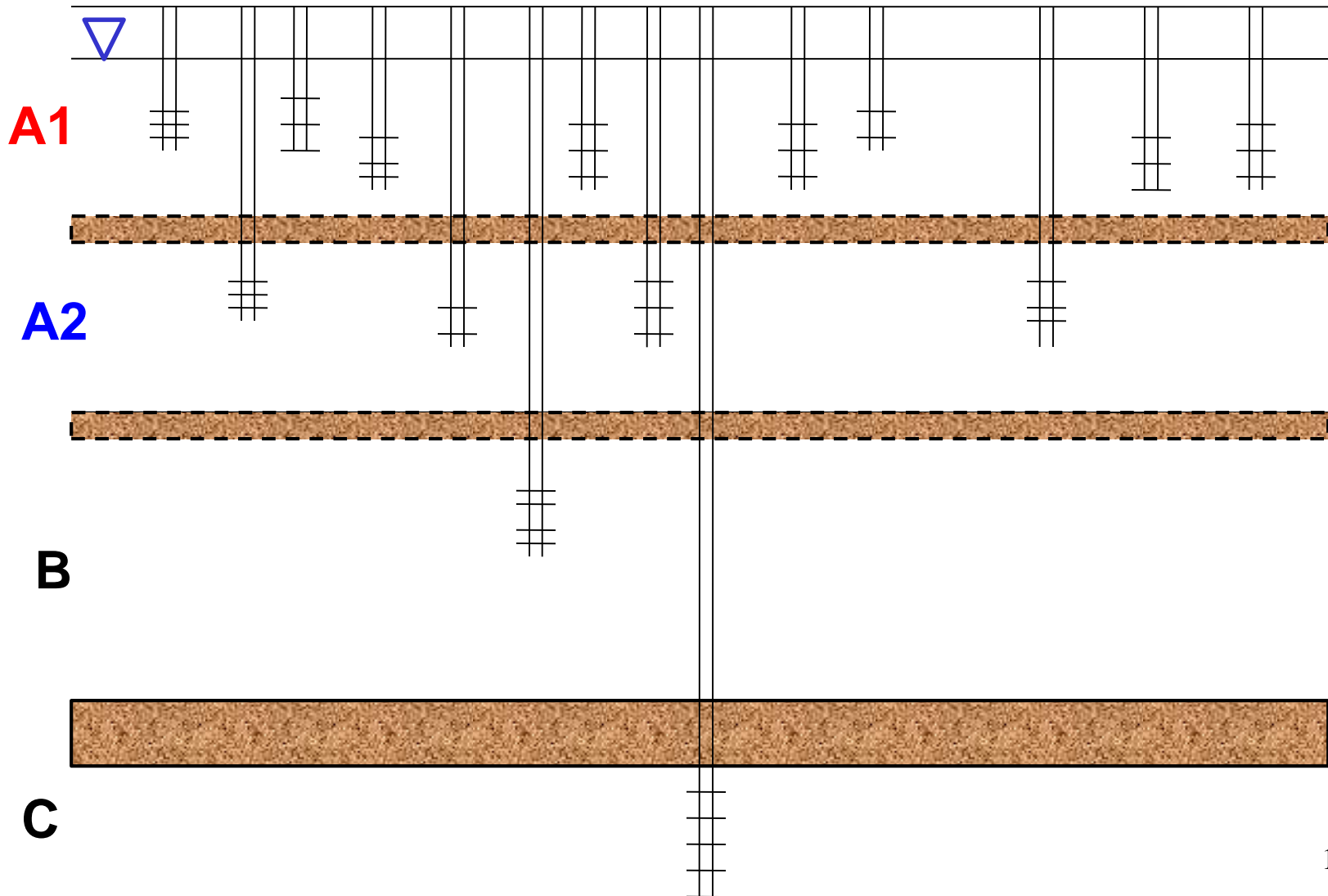
Επισκέψιμος
Υγρότοπος

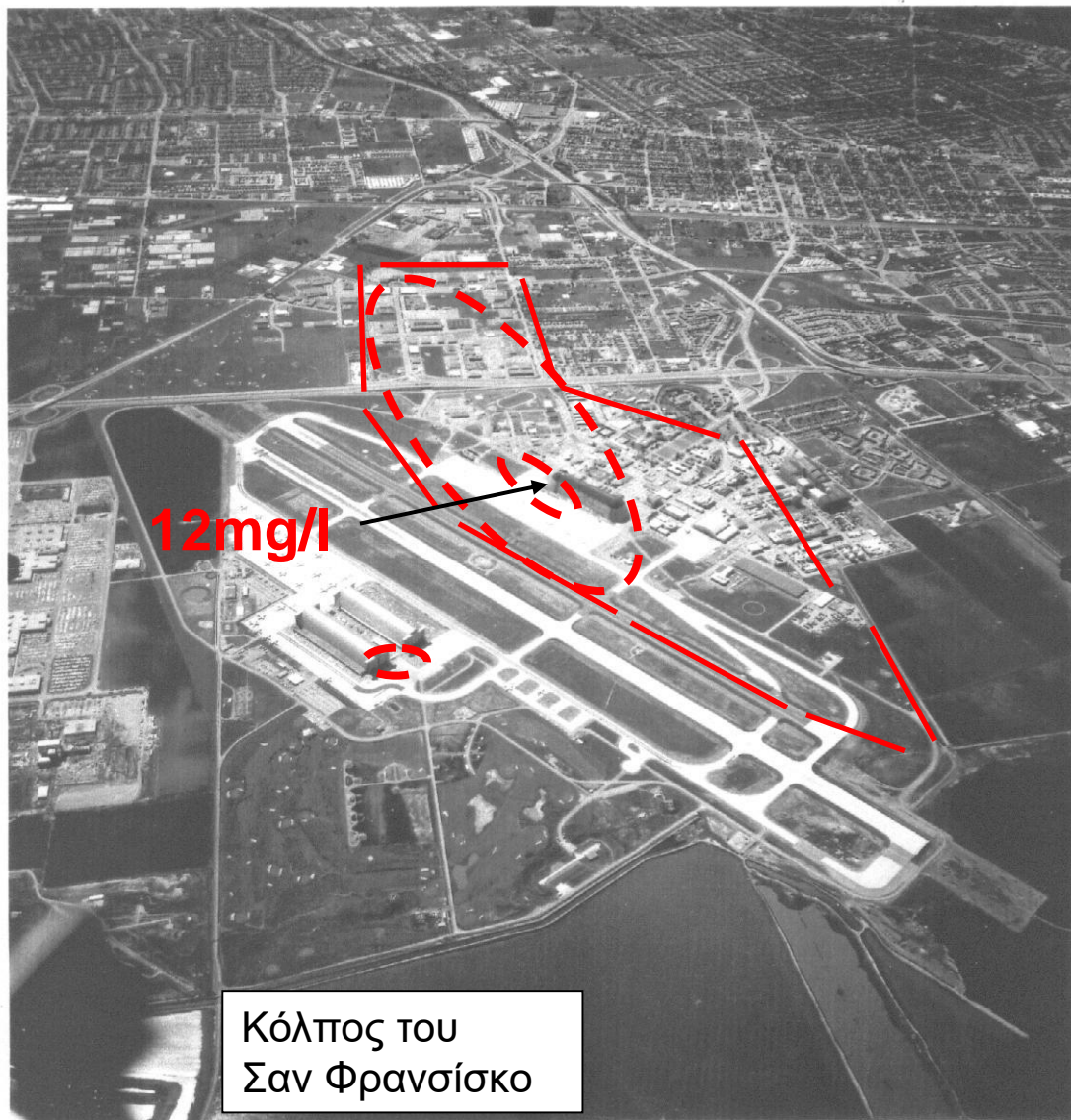


Έκταση Ρύπανσης

- Κατανομή ρύπων στο υπόγειο νερό
 - Οι κύριοι ρύποι εξαπλώνονται σε έκταση μήκους 3-4 km. Σε πιο περιορισμένη έκταση (250-500 m) ανιχνεύεται σημαντικός αριθμός άλλων ρύπων.
- Συγκεντρώσεις: μέγιστες (ανώτατες επιτρεπτές)
 - Τριχλωροαιθέριο, TCE: 27 mg/l (0.005 mg/l)
 - 1,2-Διχλωροαιθέριο, 1,2-DCE: 1.7 mg/l (0.07 mg/l)
 - Τριχλωροαιθάνιο, TCA: 0.2 mg/l (0.2 mg/l)
 - Τετραχλωροαιθέριο, PCE: 0.48 mg/l (0.005 mg/l)
 - Βενζόλιο: 3.7 mg/l (0.005 mg/l)

Στις επόμενες 9 διαφάνειες: εξάπλωση ρύπων στους υδροφορείς A1, A2



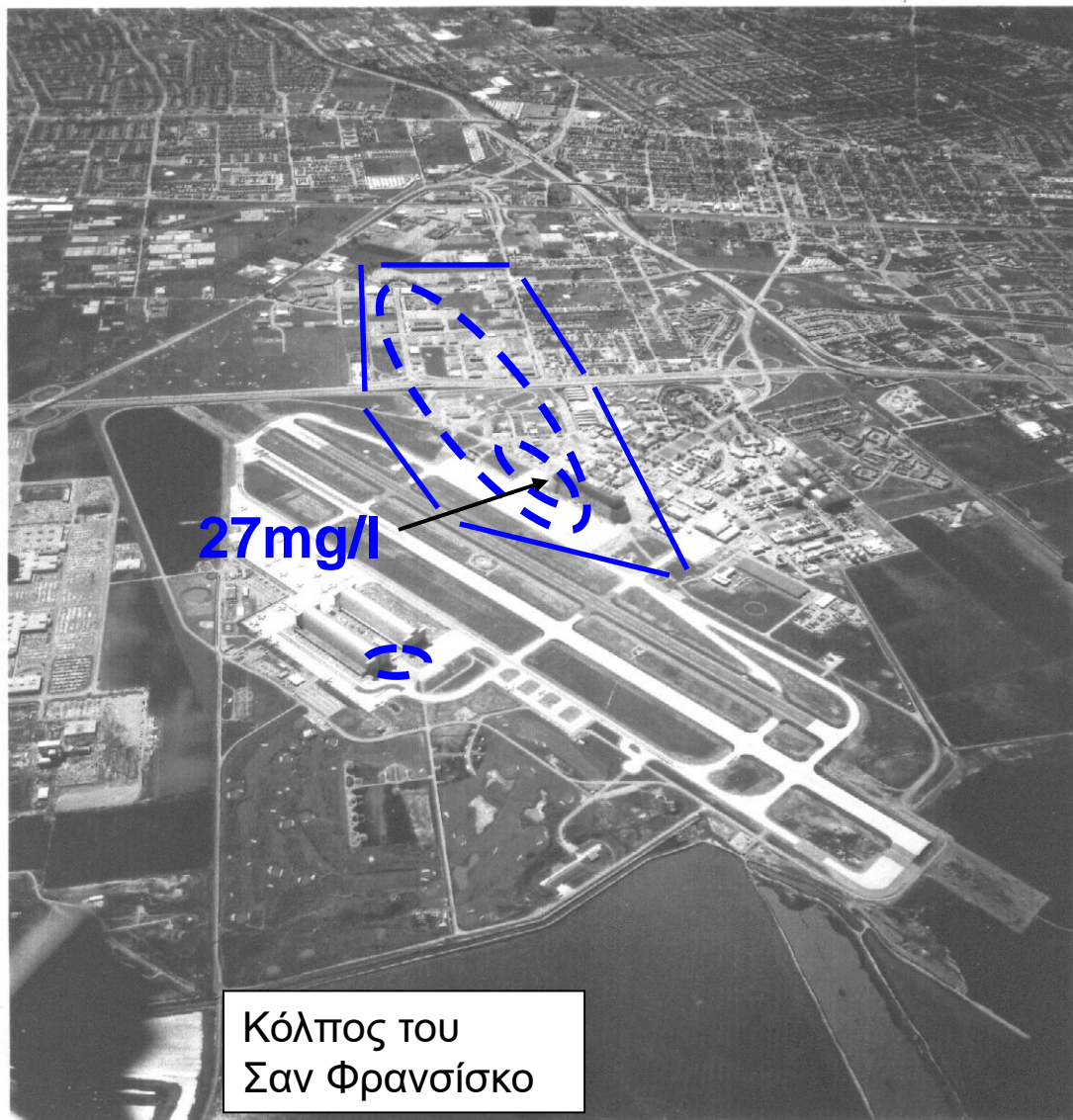


TCE

($C_{\varepsilon\pi}$ =0.005mg/l)

Διαπερατή

ζώνη A1

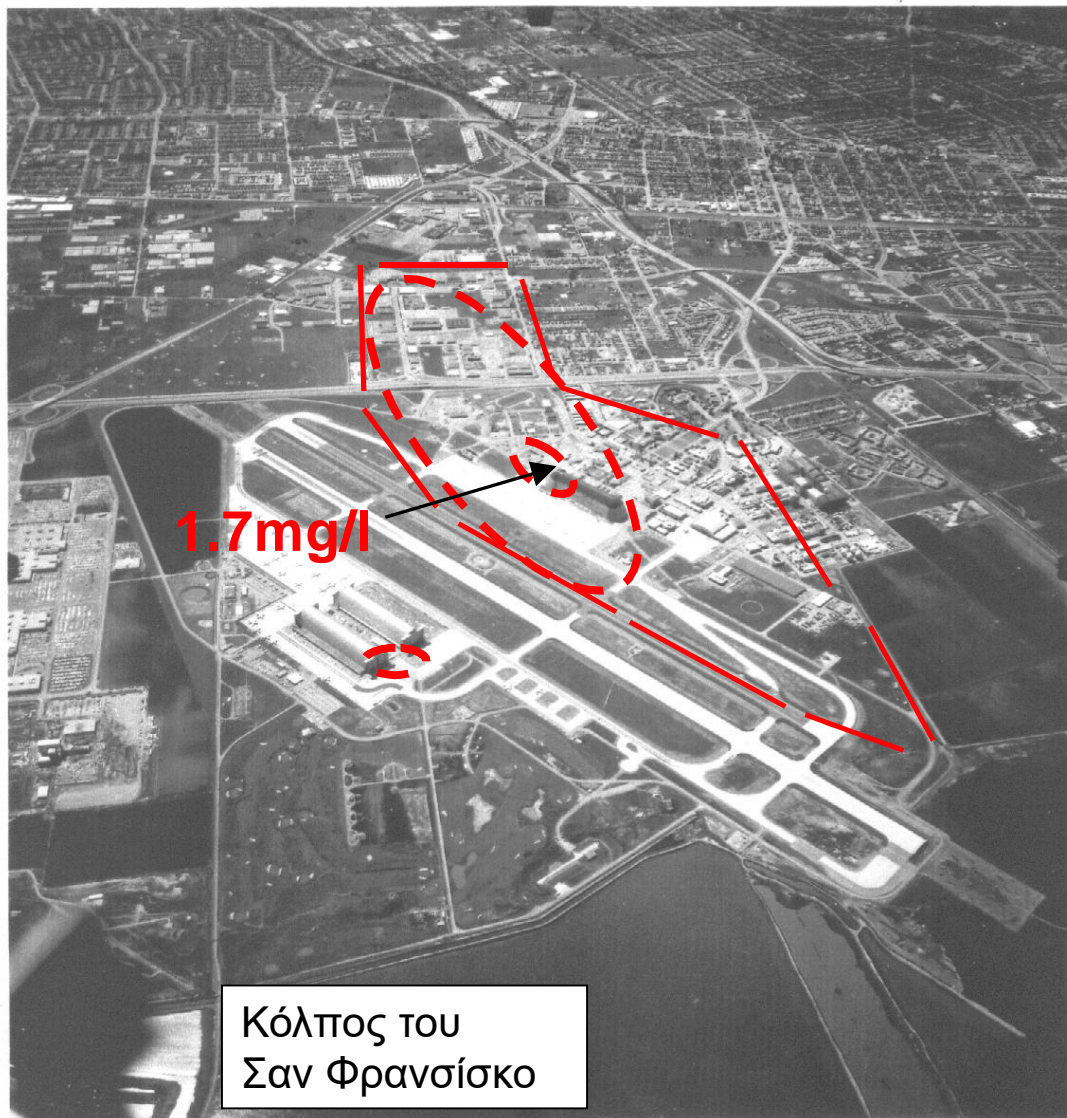


TCE

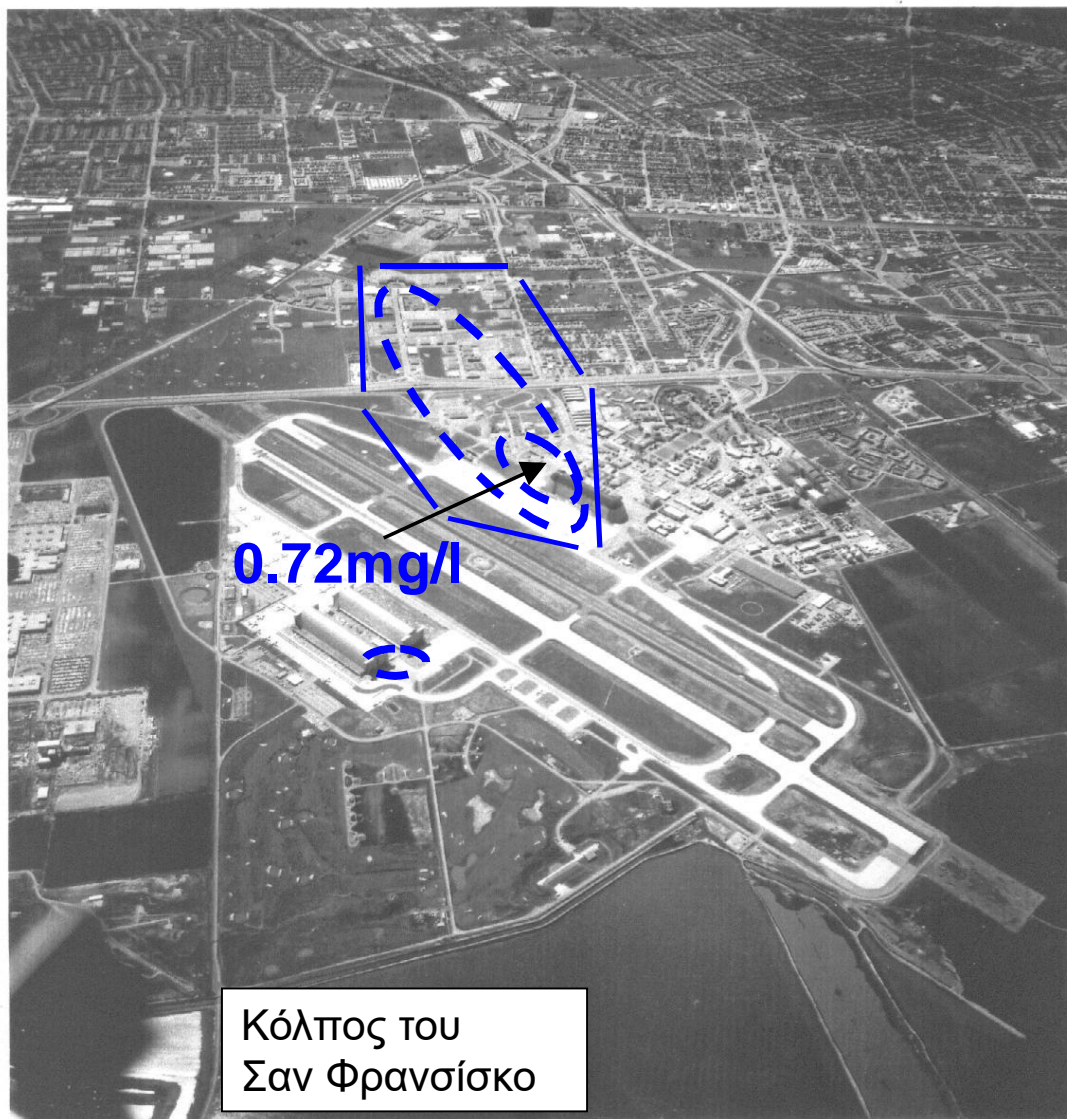
($C_{\varepsilon\pi}$ =0.005mg/l)

Διαπερατή

ζώνη A2 (maxC)



1,2-DCE
($C_{\varepsilon\pi}=0.07\text{mg/l}$)
Διαπερατή
ζώνη A1 (**maxC**)

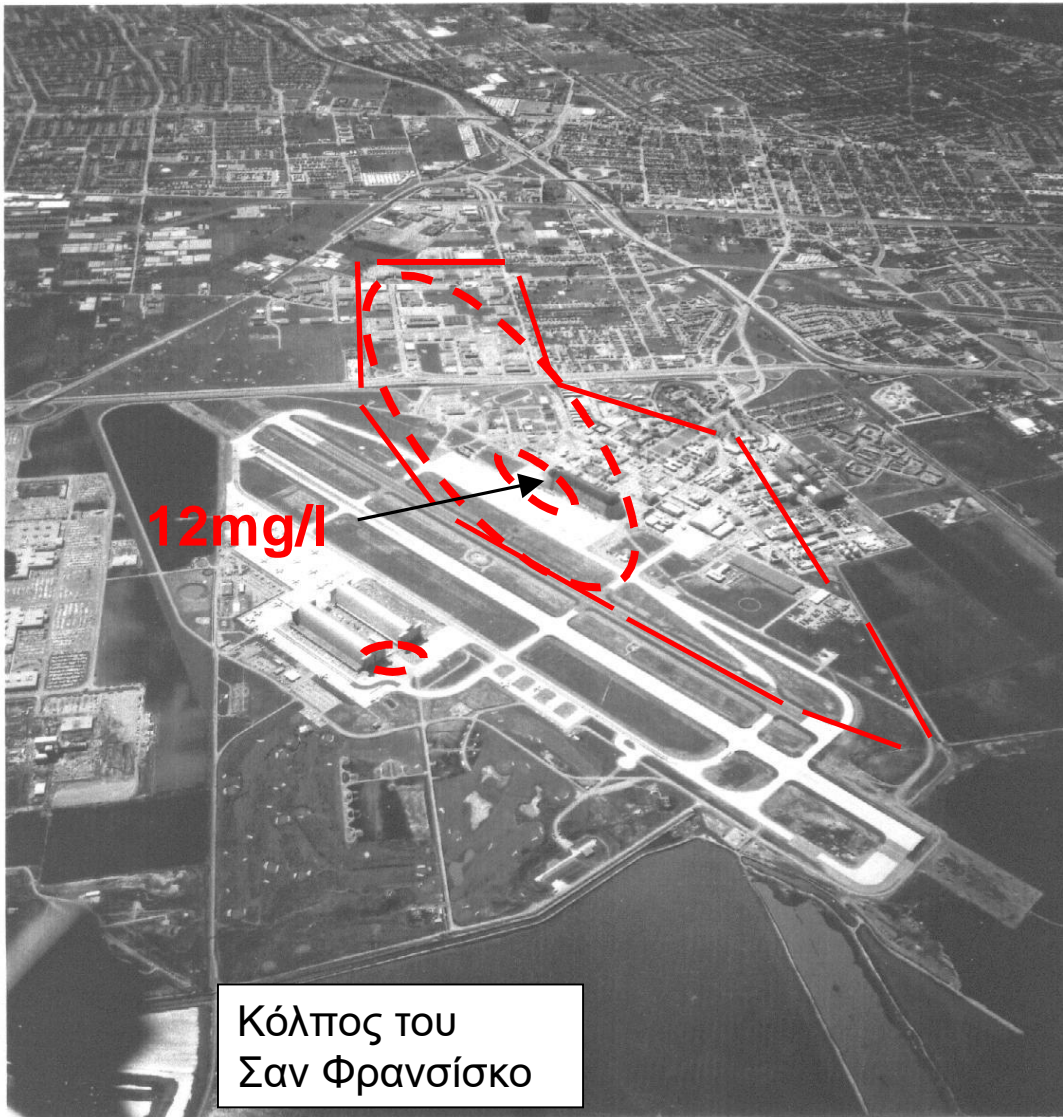


1,2-DCE

($C_{\epsilon\pi}$ =0.07mg/l)

Διαπερατή

ζώνη A2



TCA

($C_{\varepsilon\pi} = 0.2 \text{ mg/l}$)

Διαπερατή

ζώνη A1 (**maxC**)

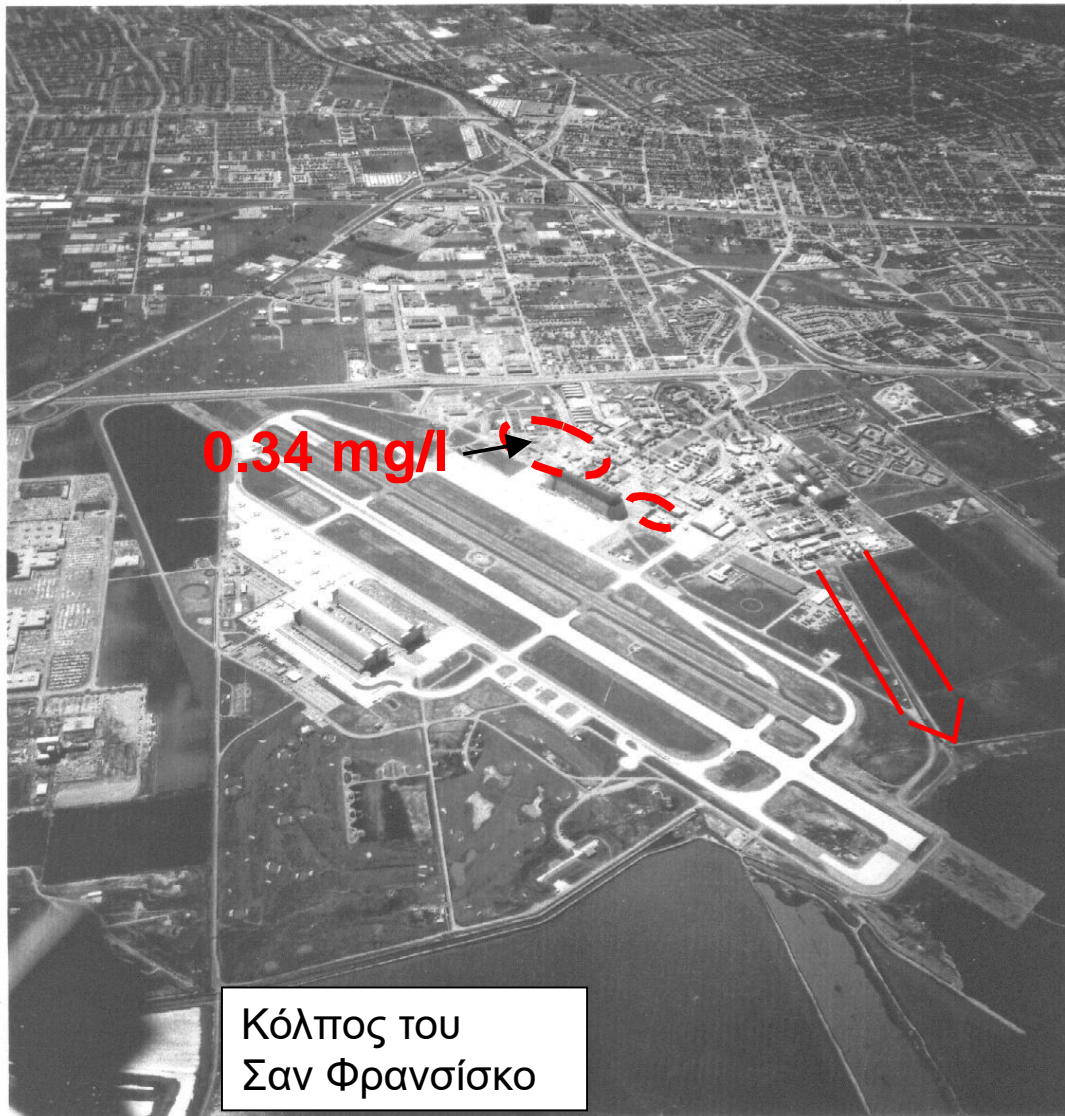


TCA

($C_{\varepsilon\pi}$ = 0.2 mg/l)

Διαπερατή

ζώνη A2

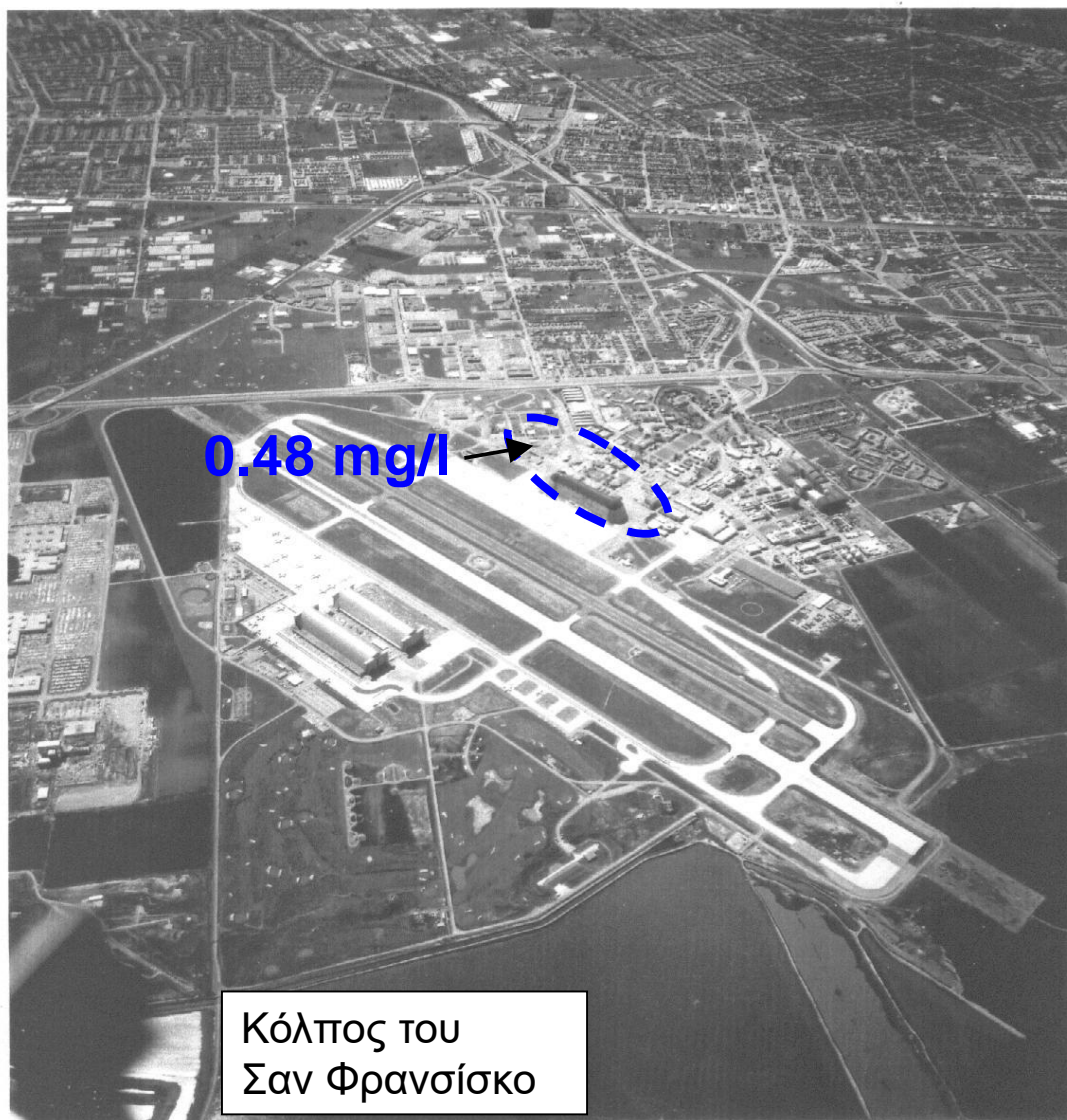


PCE

($C_{\varepsilon\pi}$ =0.005 mg/l)

Διαπερατή

ζώνη A1

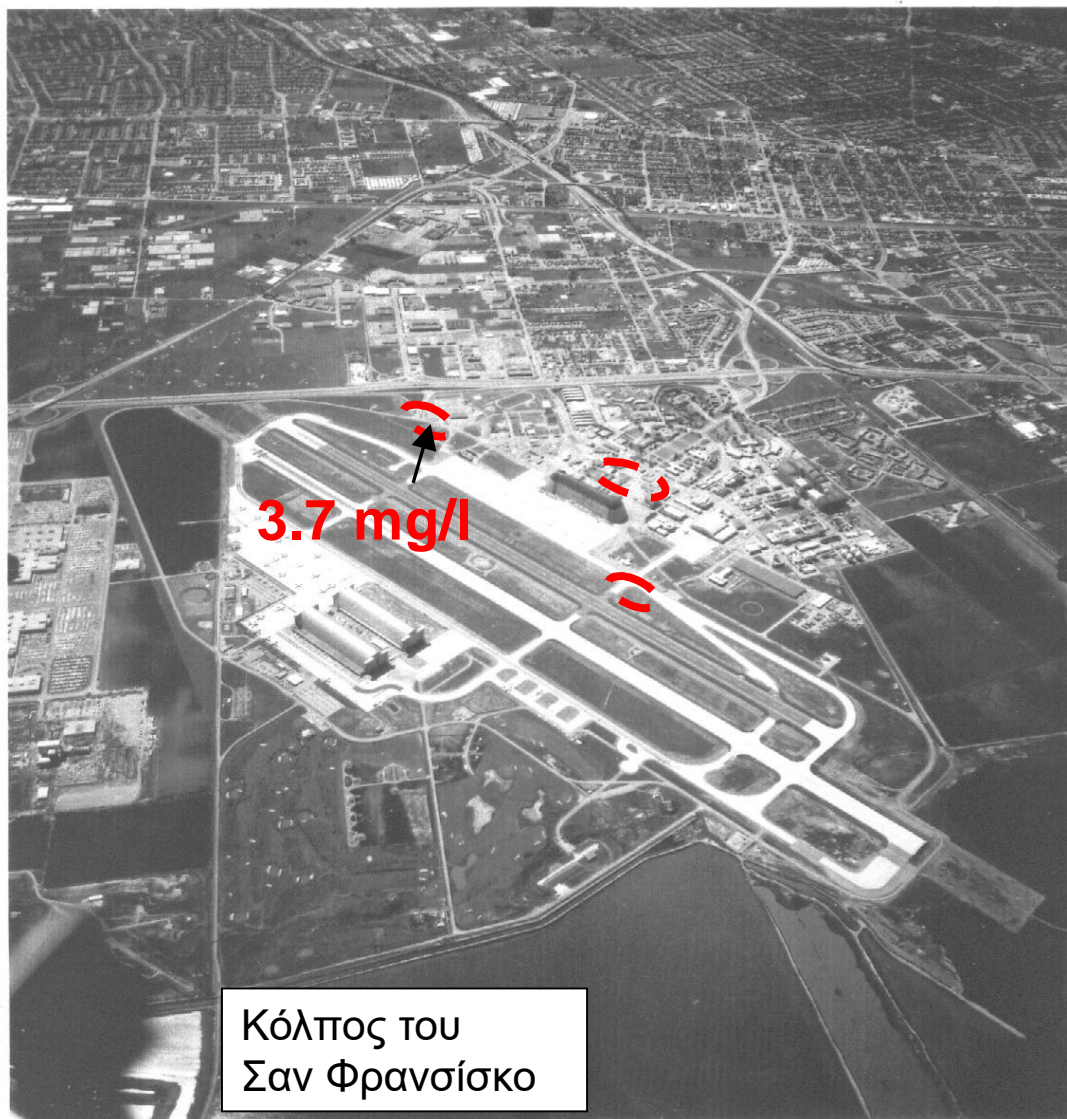


PCE

($C_{\varepsilon\pi} = 0.005$ mg/l)

Διαπερατή

ζώνη A2 (**maxC**)



Βενζόλιο
($C_{επ}$ =0.005 mg/l)
Διαπερατή
ζώνη Α1

Ερώτηση Κατανόησης

- Από τους οργανικούς ρύπους σε μη υδατική φάση (NAPL), μας προβληματίζουν περισσότερο οι διαρροές των βαρύτερων από το νερό (DNAPL) σε σχέση με τις διαρροές των ελαφρότερων από το νερό (LNAPL).

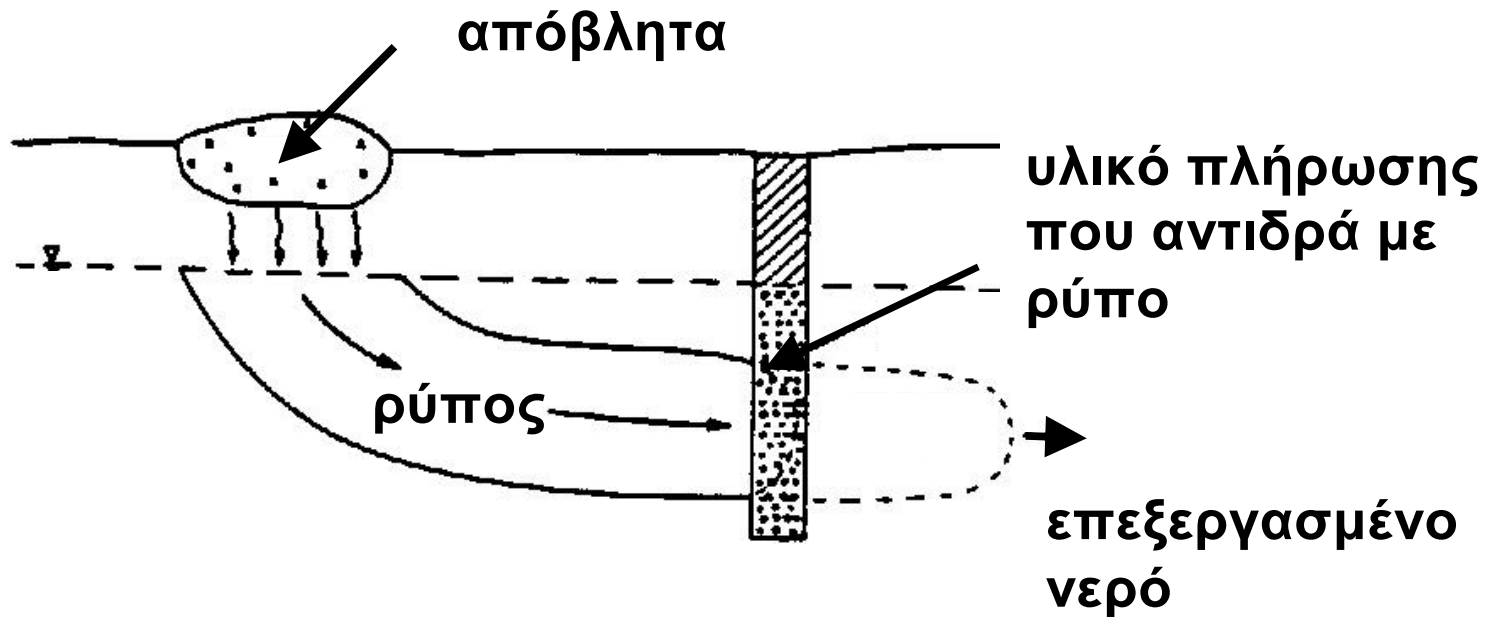
Σωστό ✓

Γιατί;

Έργα Αποκατάστασης

- Στόχοι αποκατάστασης
 - Προστασία αποδεκτών από έκθεση στους ρύπους, περιορισμός εξάπλωσης ρύπων, μείωση μάζας ρύπων
- Τεχνολογίες αποκατάστασης
 - Βιομηχανικές μονάδες: απομάκρυνση δεξαμενών, σφράγισμα πηγαδιών υδροληψίας, κατασκευή περιμετρικών αργιλικών διαφραγμάτων, άντληση αέρα εδαφικών κενών, άντληση υπόγειου νερού
 - Υπόγειες αποθήκες καυσίμων βάσης: απομάκρυνση δεξαμενών, άντληση υπόγειου νερού
 - Στεγνοκαθαριστήριο βάσης: κατασκευή περατού διαφράγματος-αντιδραστήρα

Επί τόπου επεξεργασία με περατά διαφράγματα





↖
**ασυνεχές διάφραγμα
“funnel and gate”**

**θύρα
διαφράγματος
και σωλήνες
δειγματοληψίας** ↘



**πλήρωση
διαφράγματος** ↘



Η περίπτωση του αεροδρομίου Μόφετ μας θυμίζει κάτι στην Ελλάδα;



Ερώτηση Επανάληψης

- Η ρύπανση του υπεδάφους από χημικές ουσίες γίνεται αντιληπτή με καθυστέρηση επειδή (τσεκάρετε όλα τα σωστά):
 - η ρύπανση του υπεδάφους δεν είναι γενικώς ορατή
 - το υπόγειο νερό κινείται αργά
 - για να ανιχνευθεί ρύπος σε δείγμα υπόγειου νερού πρέπει να ζητηθεί η συγκεκριμένη χημική ανάλυση
 - υπεργενικεύεται η έννοια της «αφομοιωτικής ικανότητας» του εδάφους
 - δεν υπάρχει νομοθεσία σχετική με την προστασία του εδάφους