

Προς τον

ΟΑΣΠ

Μεσογείων 262

Χαλάνδρι

1174

30-6-87

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 1987

ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΦΑΣΗ Β : ΕΚΘΕΣΗ ΠΡΟΟΔΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η παρούσα έκθεση αφορά την δεύτερη φάση της σχετικής μελέτης. Η συγκεκριμένη εργασία που αφορά την δυναμική απόκριση του εδάφους, στοχεύει κατά την φάση αυτή κύρια στην αξιολόγηση της μεθοδολογίας υπολογισμού, σε σύγκριση με τις παρατηρήσεις από τον πρόσφατο σεισμό. Παράλληλα βέβαια γίνονται και μερικοί πρώτοι υπολογισμοί της δυναμικής απόκρισης των εδαφών.

Τα αποτελέσματα της έκθεσης στηρίζονται :

- α. στα διαθέσιμα γεωτεχνικά στοιχεία της πρώτης φάσης (γεωτρήσεις $N_{(BPT)}$ και CPT)
- β. σε έξι προφίλ δοκιμών cross-hole
- γ. στις διαθέσιμες καταγραφές του κυρίως σεισμού στην Νομαρχία
- δ. στην εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας και στην προκαταρκτική εκτίμηση των συνθετικών επιταχυνσιογραφημάτων της πρώτης φάσης του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

ε. στις γενικές προκαταρκτικές εκτιμήσεις-διαπιστώσεις σχετικά με την κατανομή των ζημιών στην πόλη της Καλαμάτας.

Πρόκειται για μελέτες κλασσικής μονοδιάστατης εδαφικής απόκρισης με την χρήση του κώδικα SHAKE.

Χρησιμοποιήθηκαν δύο "σεισμοί σχεδιασμού" στο βραχώδες υπόστρωμα ("θέσει" βράχος στην μάργα σε βάθος όπου κατ'εκτίμηση έχουμε $v_s \geq 750$ m/sec) και συγκεκριμένα :

- * Το επιταχυνσιογράφημα που προκύπτει από την αντιστροφή της καταγραφής WE της 13.9.86 στην Νομαρχία ($a_{max} = 0,27112$ g) (σχ.2α,β).
- * Το συνθετικό επιταχυνσιογράφημα που προτάθηκε για $M_s = 6,5$ από το Εργαστήριο Γεωφυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών (σχ.3α,β).

Εξετάσθηκαν βασικά οι περιοχές που πραγματοποιήθηκαν δοκιμές Cross-hole και συγκεκριμένα για τον "σεισμό" αντιστροφής της Νομαρχίας οι θέσεις :

- * Κολυμβητήριο (σχ.4α,β,γ , σχ.5α,β , σχ.6α,β)
- * Παλαιολόγου και Μαυρομιχάλη (σχ.7α,β,γ και σχ.8α,β)
- * Στρατόπεδο (σχ.9α,β,γ και 10α,β)
- * Υπαπαντή (σχ.11α,β,γ και 12α,β)
- * Ναυαρίνου και Ηρώων (σχ.13) (αφορά το σύνολο της ανατολικής παραλιακής ζώνης).

Με το συνθετικό επιταχυνσιογράφημα εξετάσθηκαν οι θέσεις :

- * Λιμεναρχείο (σχ.14α,β)
- * Νομαρχία (σχ.15α έως 15κ).

Τα κύρια συμπεράσματα που προκύπτουν με βάση την μελέτη αυτή συνοψίζονται στα παρακάτω :

- * Στην Παλιά Πόλη και γενικά στην βορειοανατολική περιοχή της Καλαμάτας (Υπαπαντή, Στρατόπεδο και Μαυρομιχάλη-Παλαιολόγου) αναπτύχθηκαν κατά τον κυρίως σεισμό εξαιρετικά μεγάλες μέγιστες επιταχύνσεις ($0,70g \div 1,20g$). Οι "πραγματικές" μέγιστες θα πρέπει να κυμαίνονται από $0,5g$ έως $0,85g$ ($\sim 70\%$).

Παράλληλα η δεσπόζουσα περίοδος της κίνησης στην επιφάνεια T_p και η θεμελιώδης περίοδος T_0 της εδαφικής απόθεσης, σχεδόν ταυτίζονται ($\sim 0,30$ sec). Το γεγονός αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με το ποσοστό και το είδος των ζημιών στην περιοχή.

- * Στην περιοχή του Κολυμβητηρίου οι μέγιστες επιταχύνσεις στην επιφάνεια του εδάφους είναι σαφώς μικρότερες από εκείνες την παλιάς πόλης. Επίσης παρατηρείται κάποια ουσιαστική απόκλιση των τιμών T_0 εδαφικής απόθεσης και δόνησης T_p .

Η εκτίμηση του G_{max} αποκλειστικά από το $N_{(ERT)}$ οδηγεί σε σημαντικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με την εκτίμηση του G_{max} από το v_s των cross-hole δοκιμών (σχ.5 και 6). Το γεγονός αυτό πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ' όψη στην συνέχεια της μελέτης, καθώς βέβαια οι δοκιμές cross-hole δεν μπορεί παρά να είναι περιορισμένου αριθμού. Δημιουργούνται επίσης από τις διαφορές αυτές και κάποια ερωτηματικά σχετικά με τον σεισμό σχεδιασμού (αντιστροφή Νομαρχίας). Συγκεκριμένα στην Νομαρχία δεν έχουν γίνει μέχρι την σύνταξη της έκθεσης αυτής δοκιμές cross-hole και κατά συνέπεια χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το $N_{(ERT)}$.

- * Στην παραλιακή ζώνη έχουμε ακόμη μεγαλύτερη μείωση των μέγιστων επιταχύνσεων στην επιφάνεια.
- * Το συνθετικό επιταχυνσιογράφημα ($M_s=6,5$ από $R=10$ km) δημιουργεί ερωτηματικά γύρω από την αξιοπιστία του, ειδικά σε ότι αφορά τα φάσματα S_z και S_v .

Συμπερασματικά διαπιστώνουμε ότι για την επιτυχή και ουσιαστική ολοκλήρωση της μελέτης της εδαφικής απόκρισης πρέπει να δοθεί στην συνέχεια (κατά την τρίτη φάση και κατά την συμπληρωματική έρευνα) ιδιαίτερη έμφαση στα παρακάτω σημεία :

- * Να πραγματοποιηθούν δοκιμές cross-hole στην Νομαρχία, στον ΟΤΕ (παλιό και νέο) και στην περιοχή Νησάκι.
- * Να γίνουν σε χαρακτηριστικούς εδαφικούς σχηματισμούς εργαστηριακές δοκιμές προσδιορισμού των δυναμικών χαρακτηριστικών των εδαφών.
- * Να μελετηθεί το θέμα του "σεισμού σχεδιασμού", τόσο για την συγκεκριμένη σεισμική δράση, όσο και για την πιθανότερη αναμενόμενη.

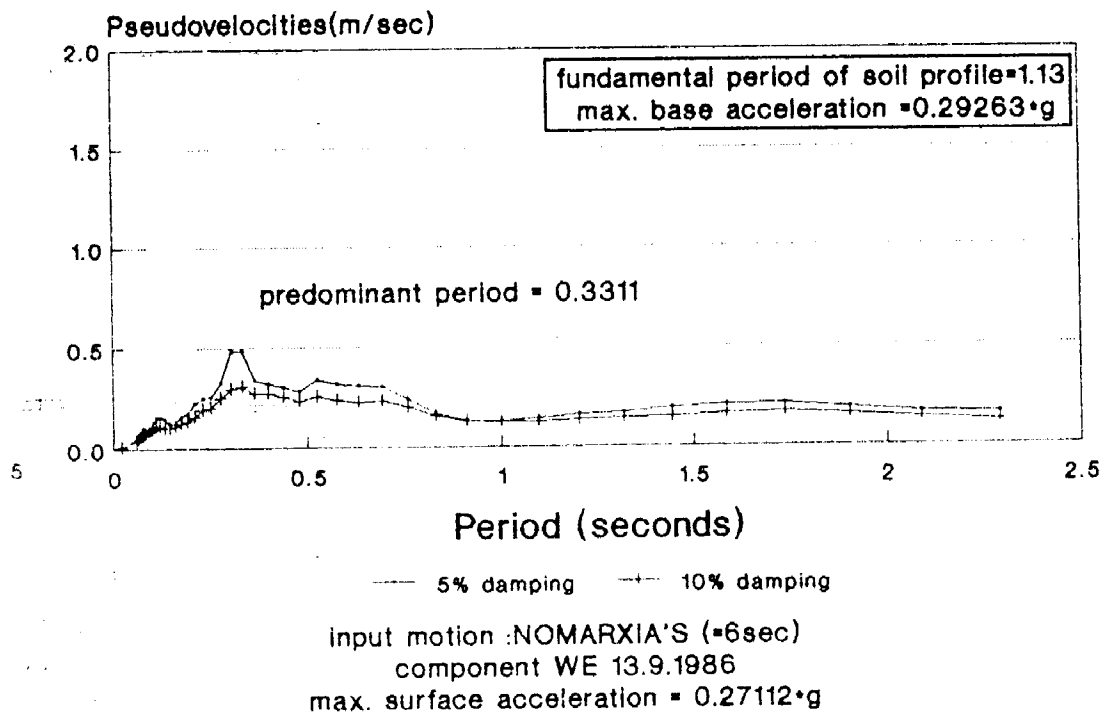
Βλ. Συμπληρωματική Έρευνα 2002-89

- * Η μονοδιάστατη ανάλυση της εδαφικής απόκρισης φαίνεται να δίνει λογικά αποτελέσματα. Εντούτοις για την εξαγωγή πλήρων συμπερασμάτων, και όχι μόνο για την συγκεκριμένη περίπτωση, κρίνεται απόλυτα απαραίτητη η συμπλήρωση της μελέτης της εδαφικής απόκρισης σε τρεις διαστάσεις, λαμβάνοντας υπ' όψη και τον μηχανισμό διάρρηξης.



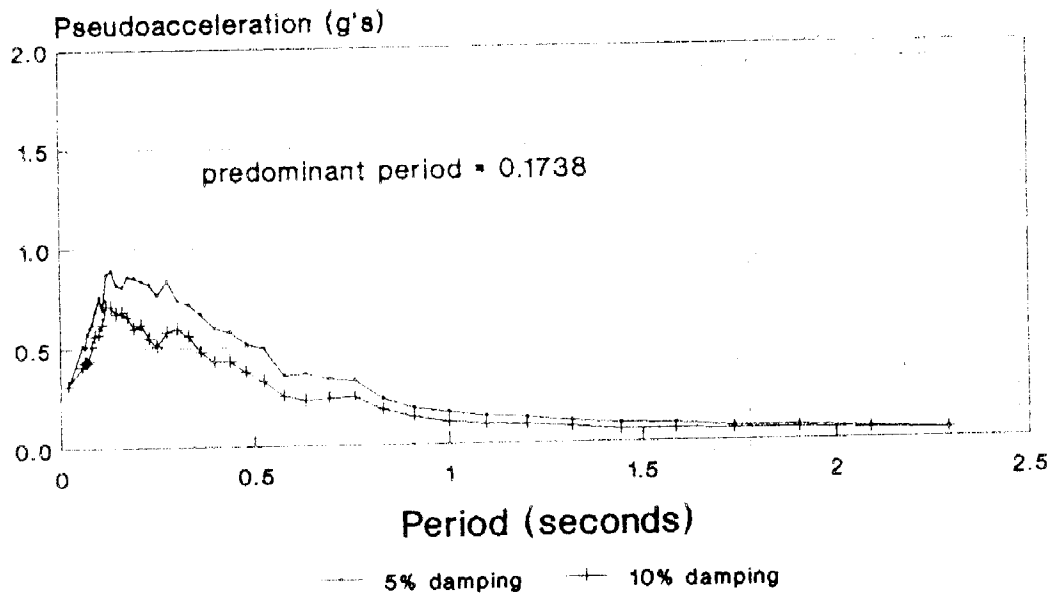
Κ. ΠΙΤΙΛΑΚΗΣ

spectra velocities
Kalamata's microzonation
NOMARXIA's Reversion



$\Sigma x. 2\beta$

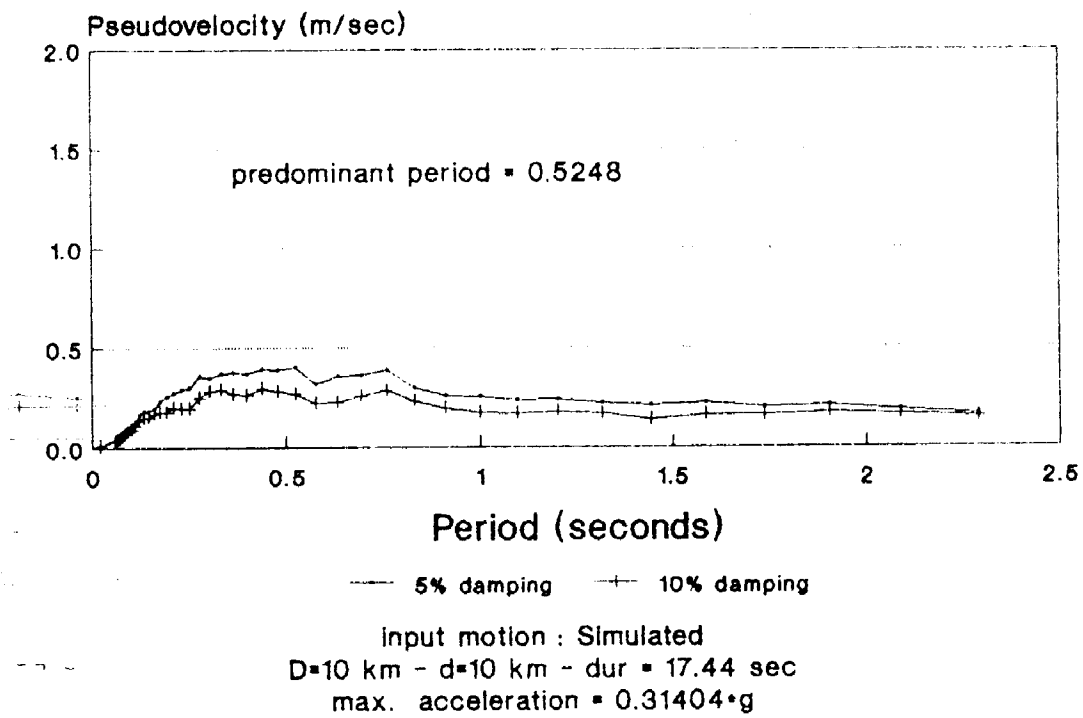
spectra accelerations
Kalamata's microzonation
Simulated earthquake



Input motion : Simulated
D=10 km - d=10 km - dur = 17.44 sec
max. acceleration = 0.31404•g

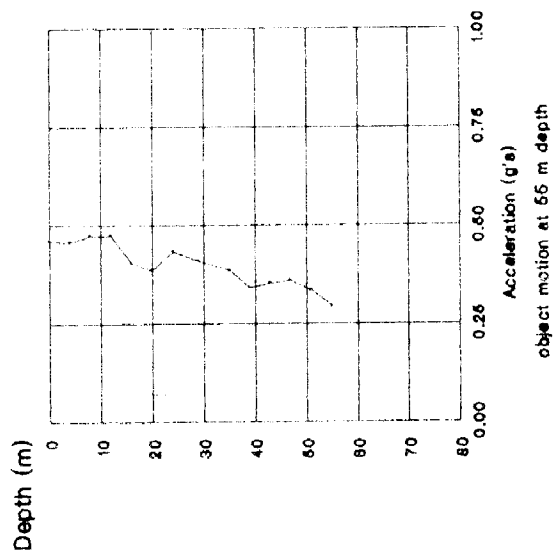
$\sum x_i 3a$

spectra velocities
Kalamata's microzonation
Simulated earthquake

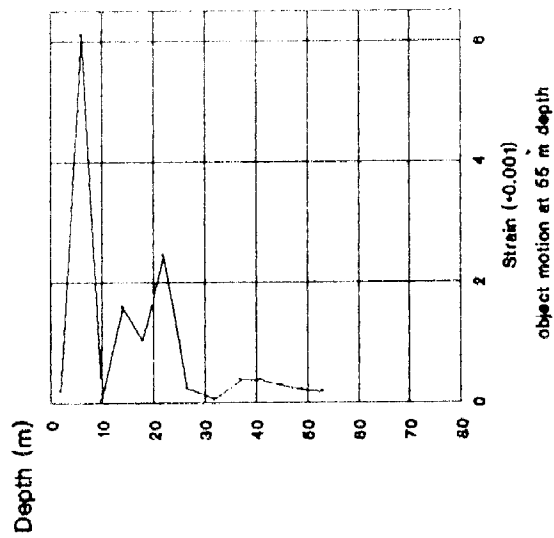


$\Sigma x. 3\beta$

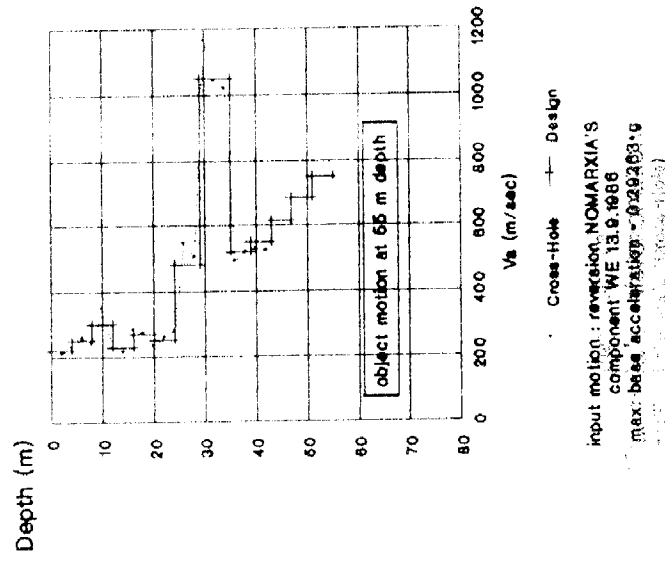
maximum accelerations
Kalamata's microzonation
profile : Kolimbitirio (Cross-Hole)



maximum strains
Kalamata's microzonation
profile : Kolimbitirio (Cross-Hole)

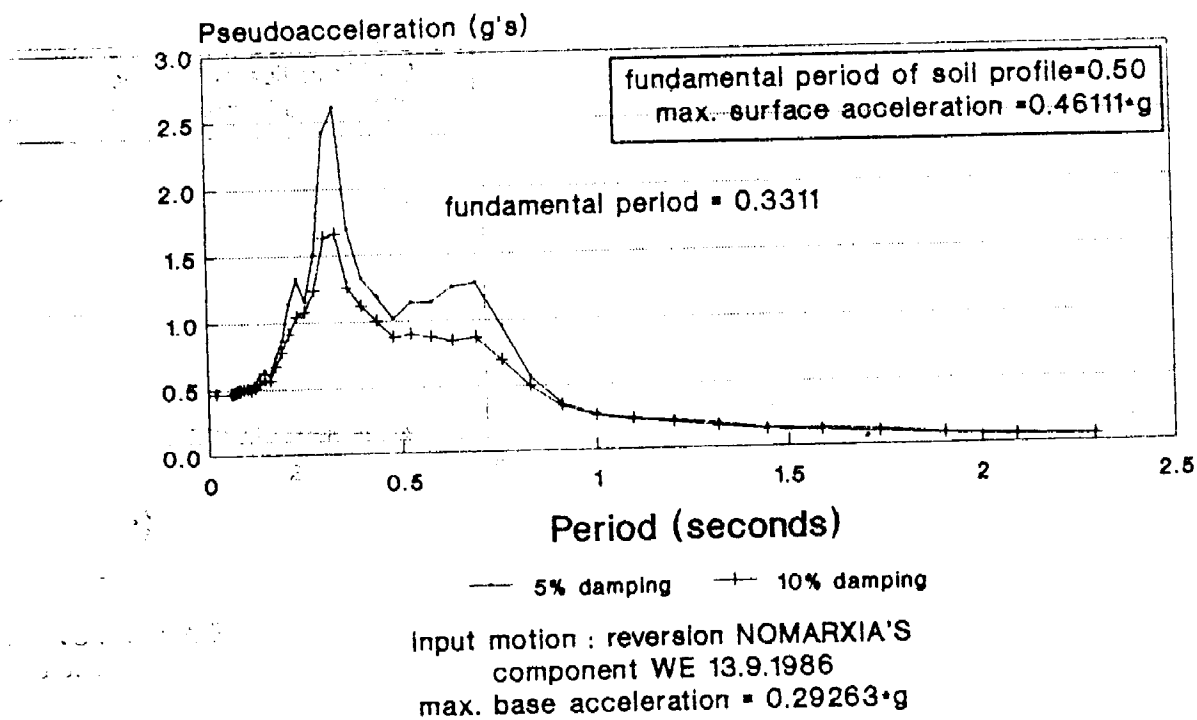


maximum Vs
Kalamata's microzonation
profile : Kolimbitirio (Cross-Hole)



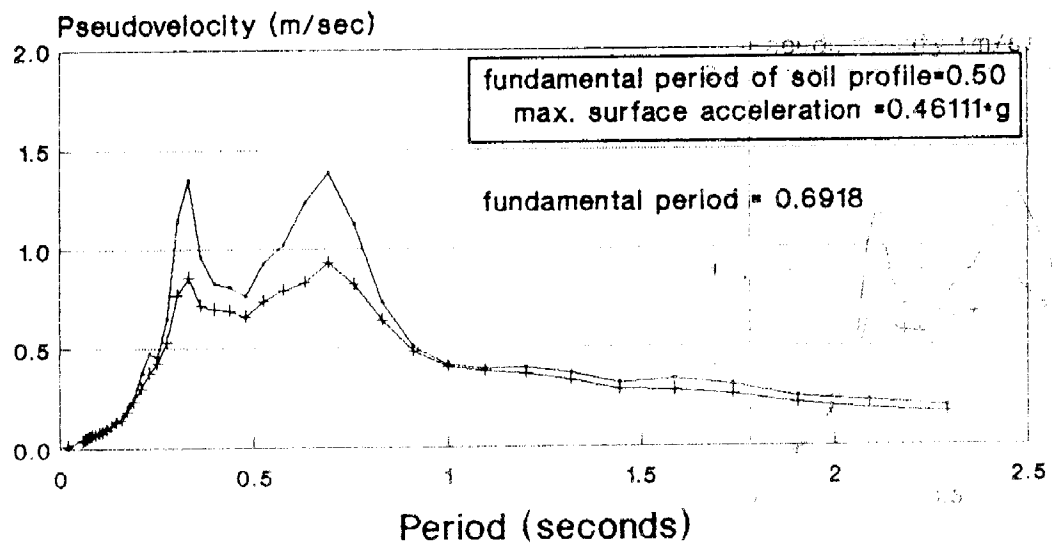
$\Sigma x, 4\alpha, \beta, \gamma$

spectra accelerations
Kalamata's microzonation
profile : Kollimbitirio (Cross-Hole)



Σ_x. 5a

spectra velocities
Kalamata's microzonation
profile : Kolimbitirio (Cross-Hole)



— 5% damping + 10% damping

input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263*g

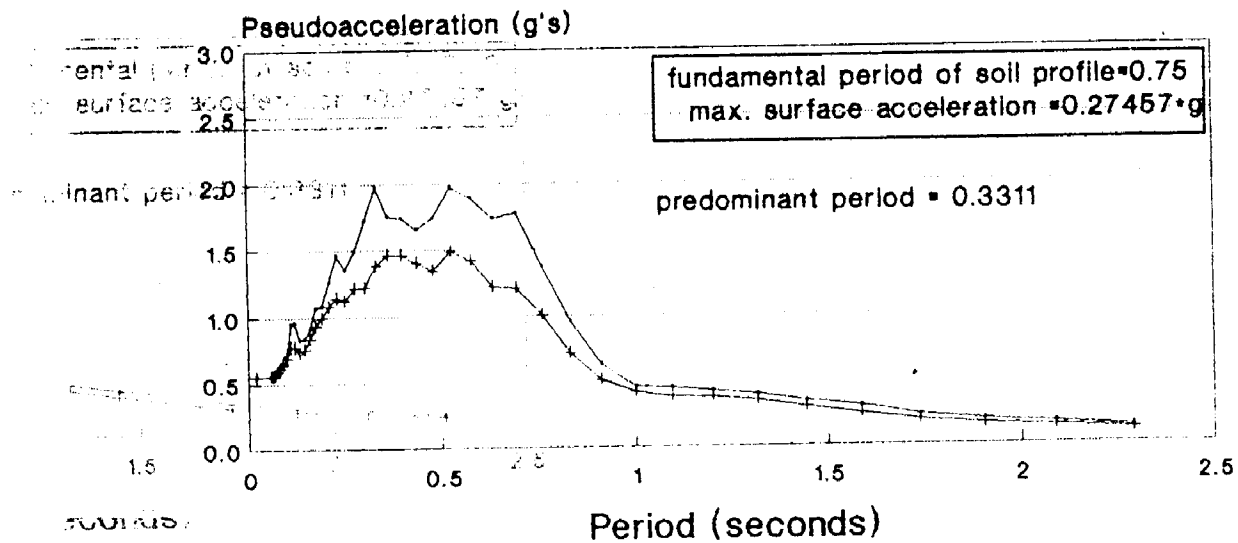
input motion : reversion
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263*g

elerations

microzonation
profile (N-SPT)

spectra accelerations

Kalamata's microzonation
profile : Kolimbitirio (N-SPT)



— 5% damping + 10% damping

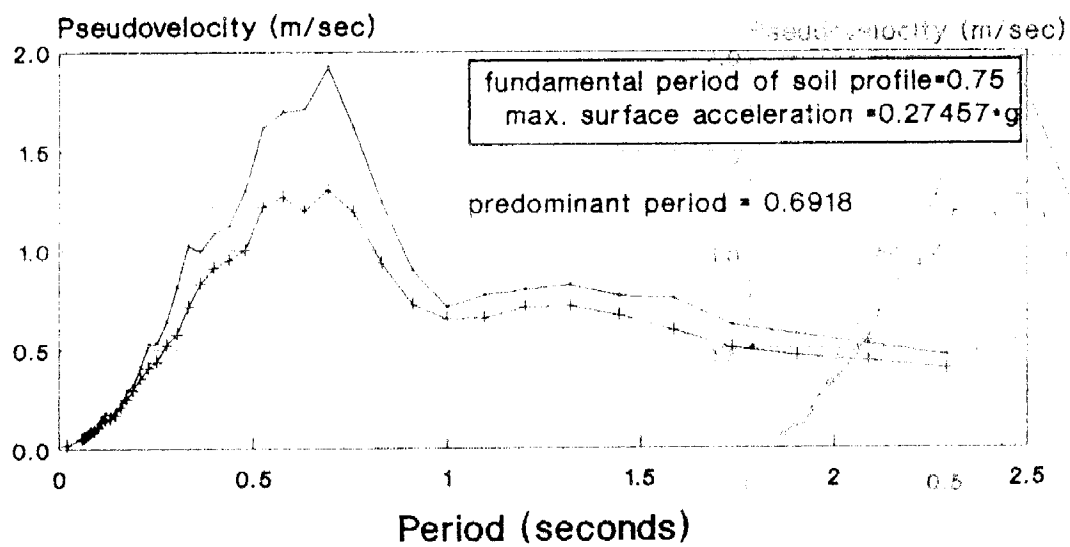
Input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263*g

Input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263*g

$\Sigma x_i \cdot b_i$

spectra velocities
Kalamata's microzonation
profile : Kolimblirio (N-SPT)

Kalamata's microzonation
profile : Kolimblirio (N-SPT)



— 5% damping + 10% damping

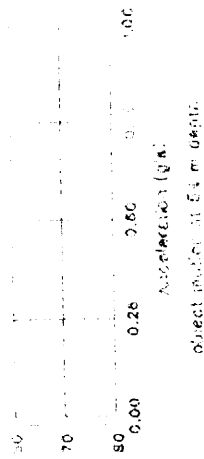
input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263*g

— 5% damping + 10% damping

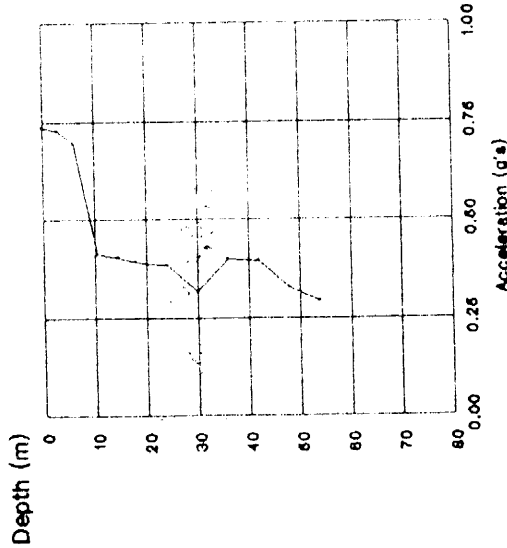
input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263*g

$\Sigma x. 6\beta$

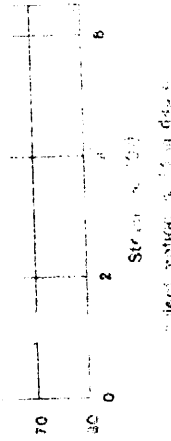
$\Sigma x. 6\beta$



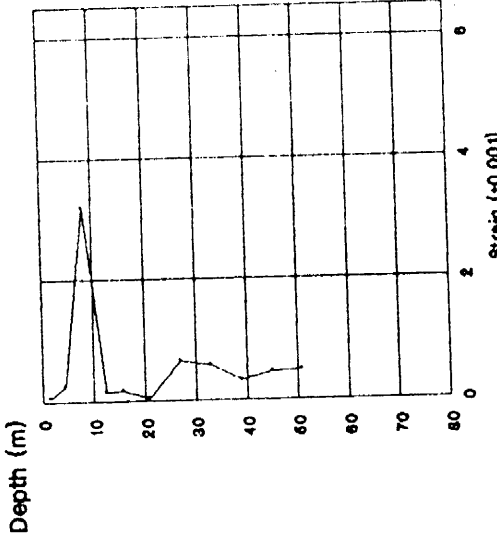
input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29283-g



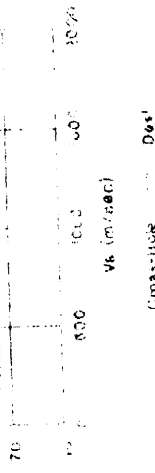
input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29283-g



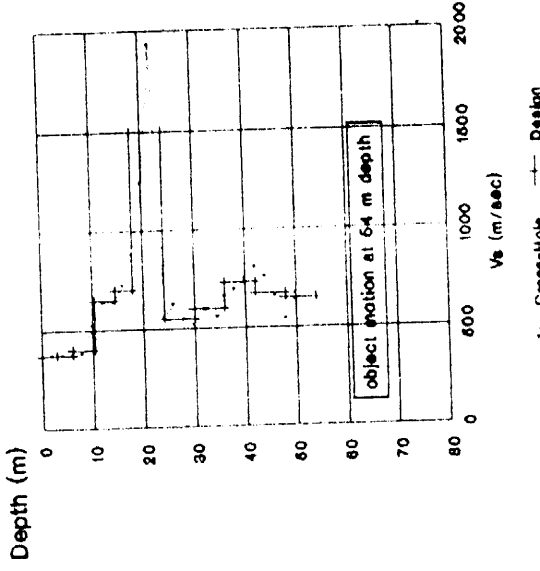
input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29283-g



input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29283-g



input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29283-g

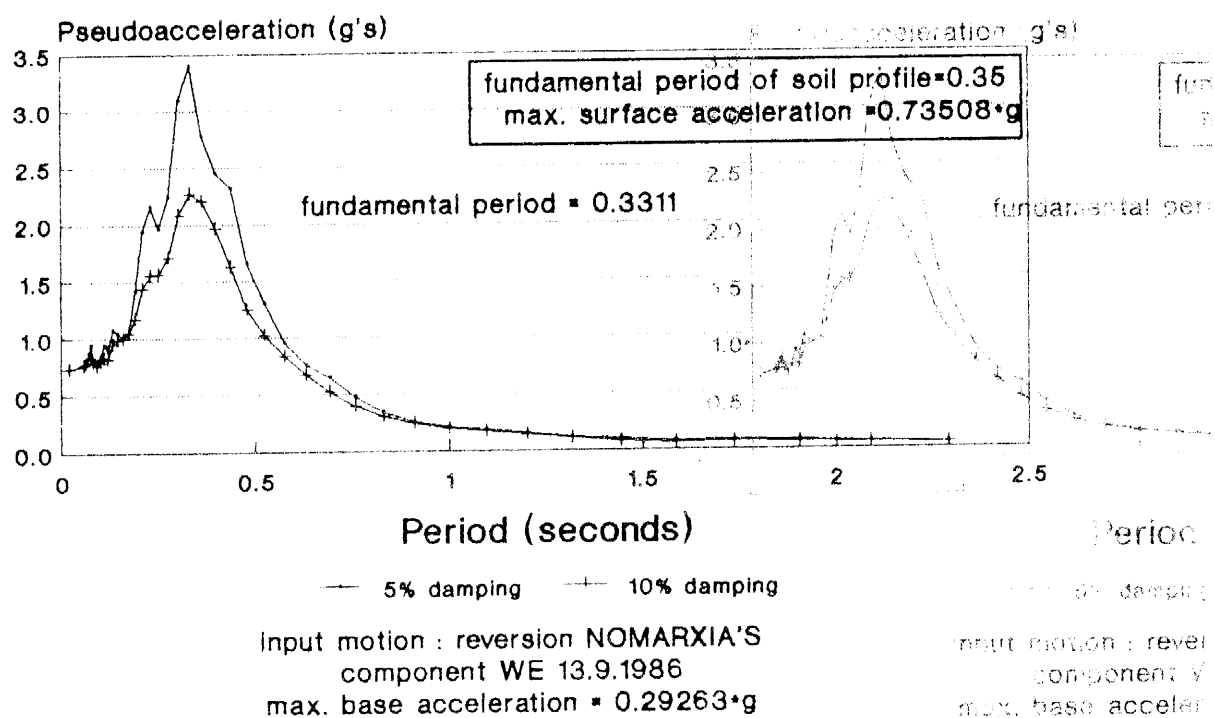


input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29283-g

$\Sigma x. 7\alpha, \beta, \gamma$

spectra accelerations
Kalamata's microzonation
profile :Palaiologou-Mauromixali

spectra 2
Kalamata's
profile :Palaiol

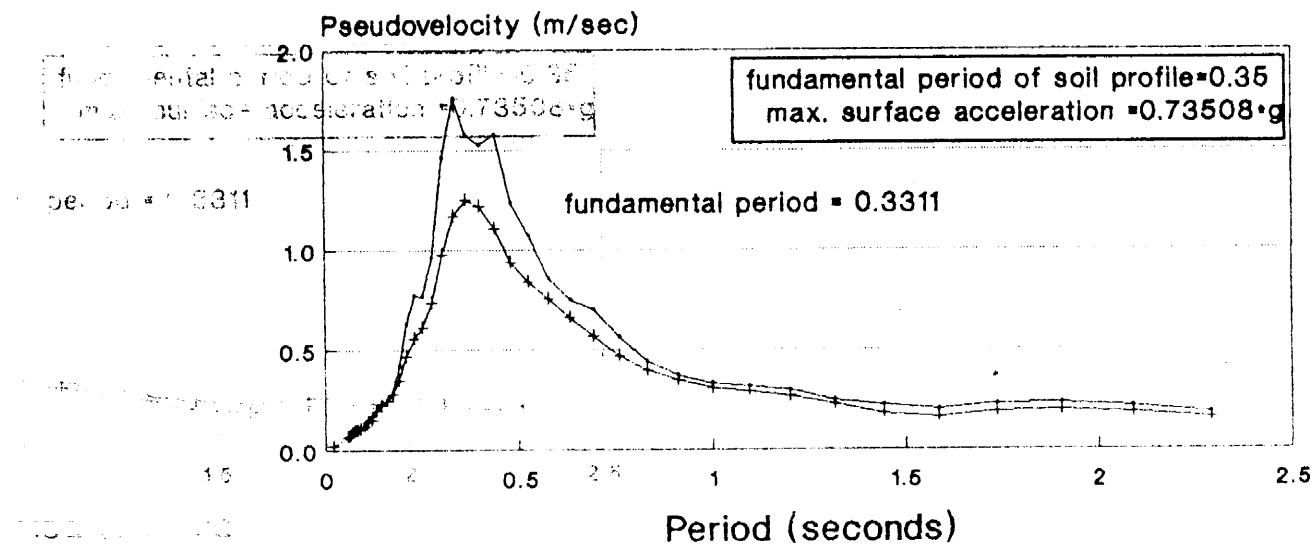


Σx. 8a

Σx. 8b

control velocities
 Palalologou-Mauromixali

spectra velocities
Kalamata's microzonation
 profile :Palalologou-Mauromixali



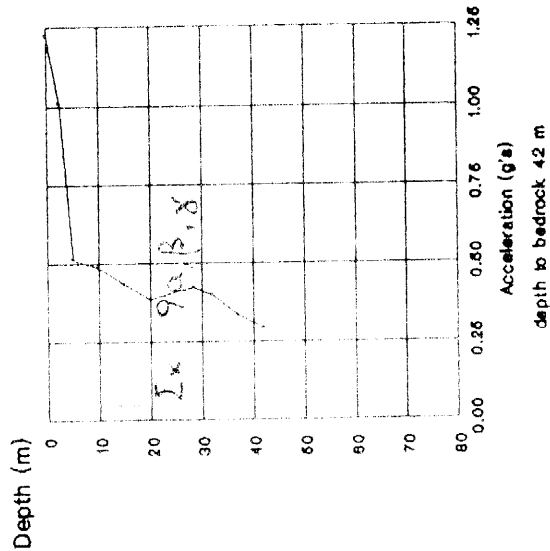
damping 5% damping 10%

5% damping 10% damping

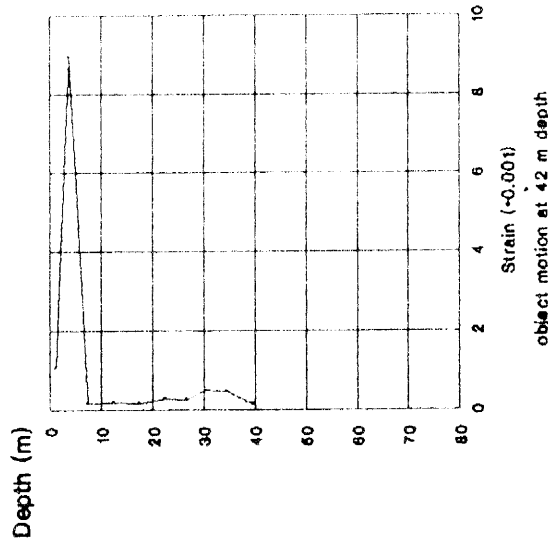
reversion NOMARXIA'S
 13.9.1986
 max. base acceleration = 0.29263*g

input motion : reversion NOMARXIA'S
 component WE 13.9.1986
 max. base acceleration = 0.29263*g

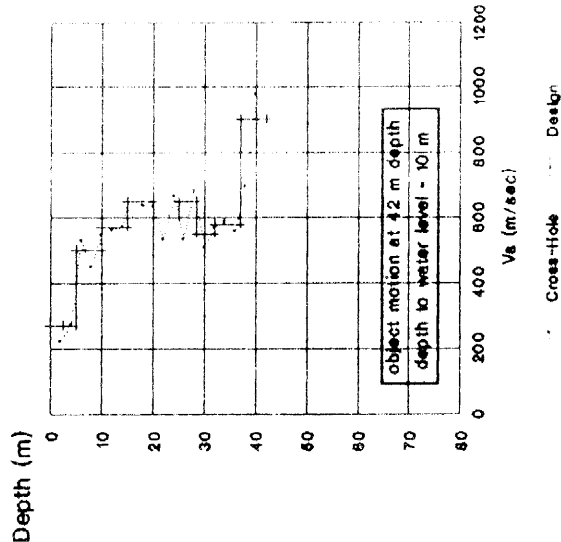
$\Sigma x. 8\beta$



input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g



input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g



input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g

input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g

input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g

input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g

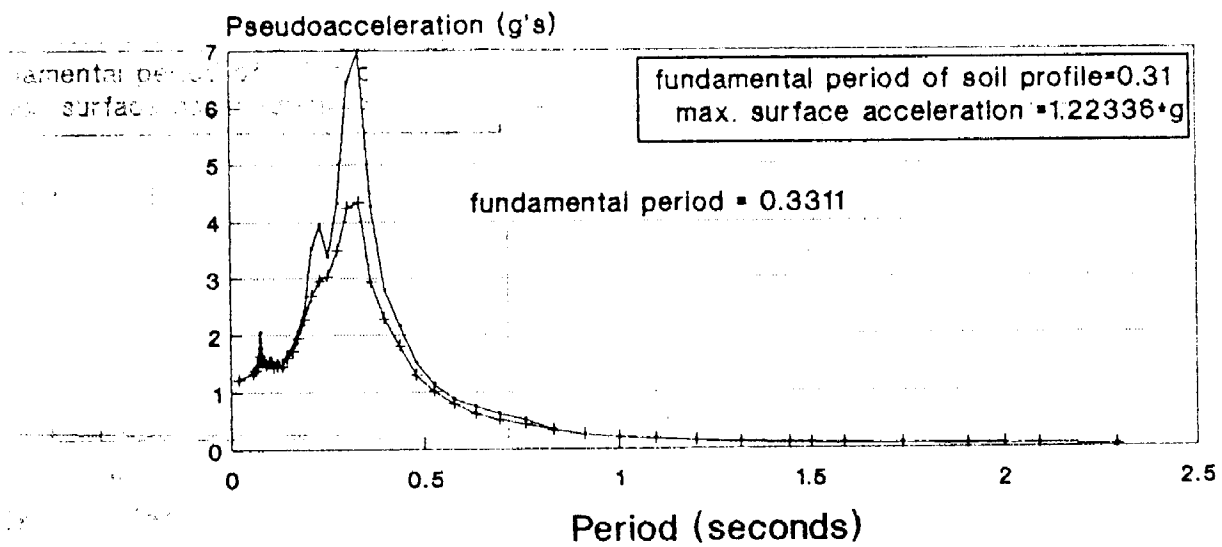
input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g

input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g

Σx $9\alpha, \beta, \gamma$

acceleration
microzonation
stratopedo

spectra accelerations Kalamata's microzonation profile :Stratopedo



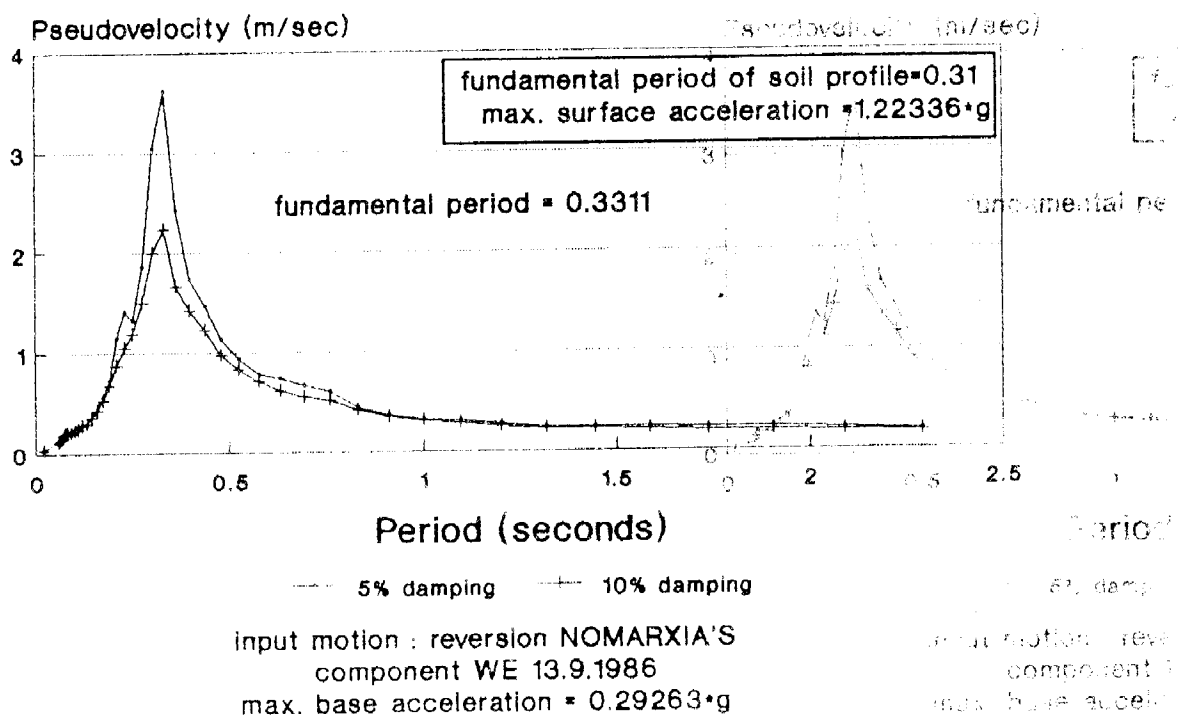
— 5% damping + 10% damping

Input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263*g

$$\sum x_i 10\alpha$$

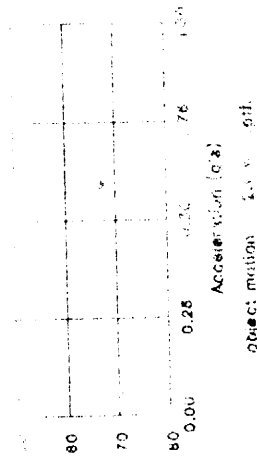
spectra velocities
Kalamata's microzonation
profile :Stratopedo

spectra
Kalamata's
profile

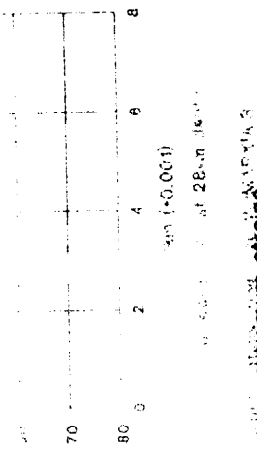
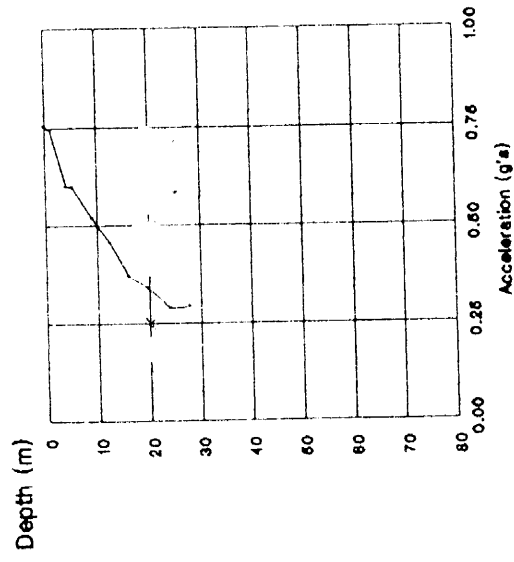


$\Sigma \times 10^3$

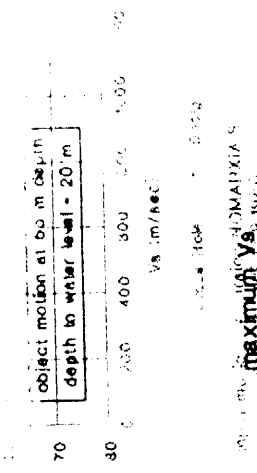
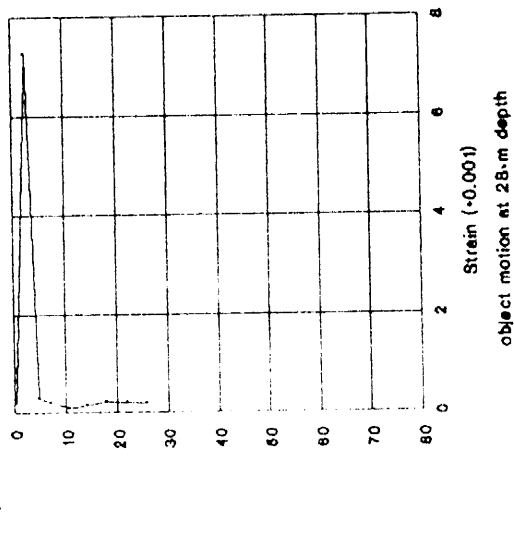
$\Sigma \times 10^3$



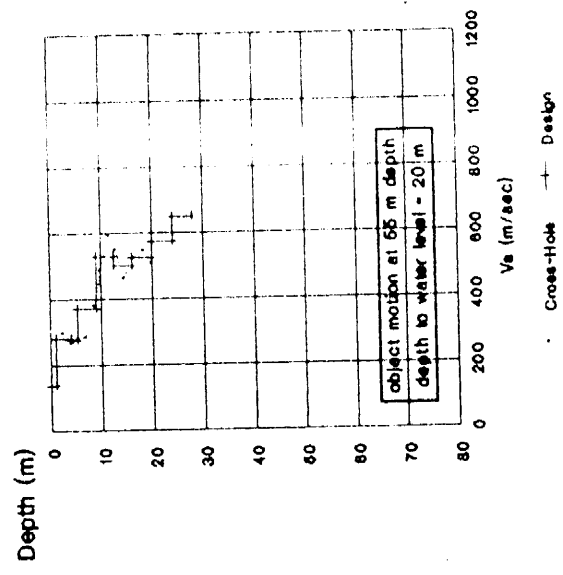
input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g



input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g



input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g

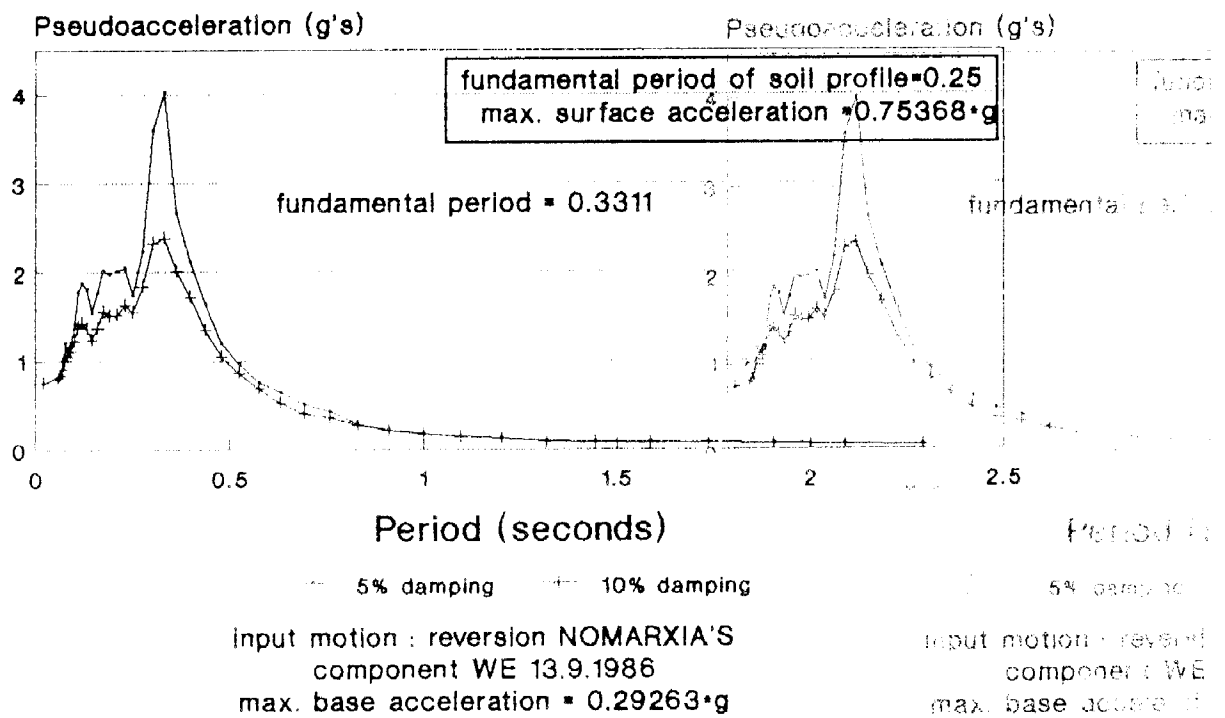


input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263-g

$\Sigma x. 11 \alpha, \beta, \gamma$

spectra accelerations
Kalamata's microzonation
profile : Ypapanti

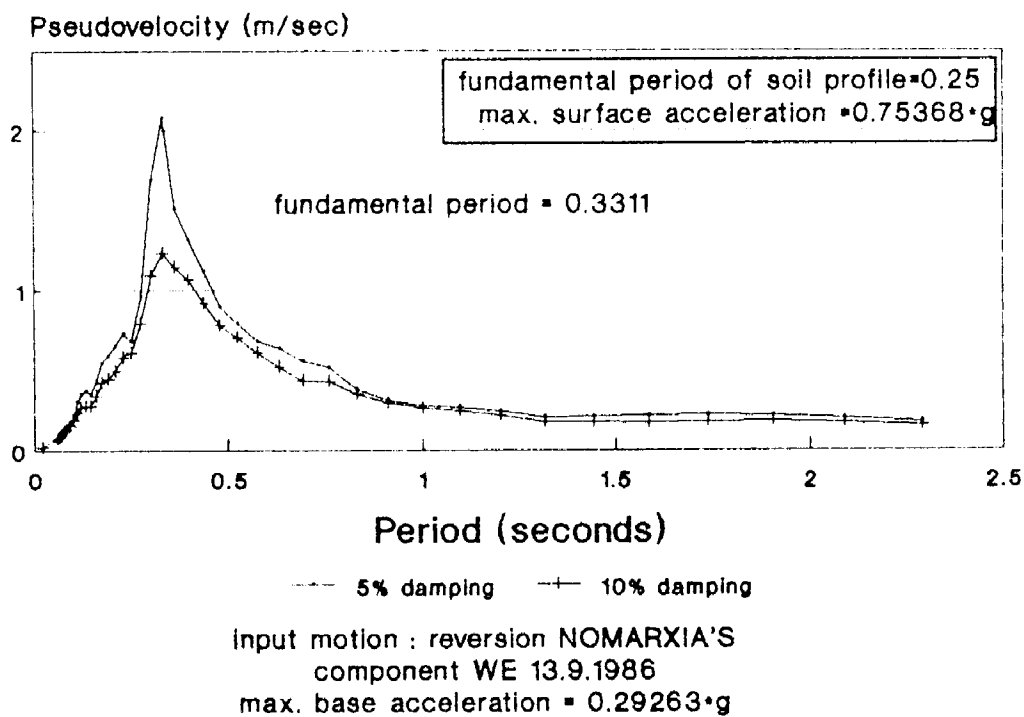
spectra as
Kalamata's
profile :



$\Sigma x. 12a$

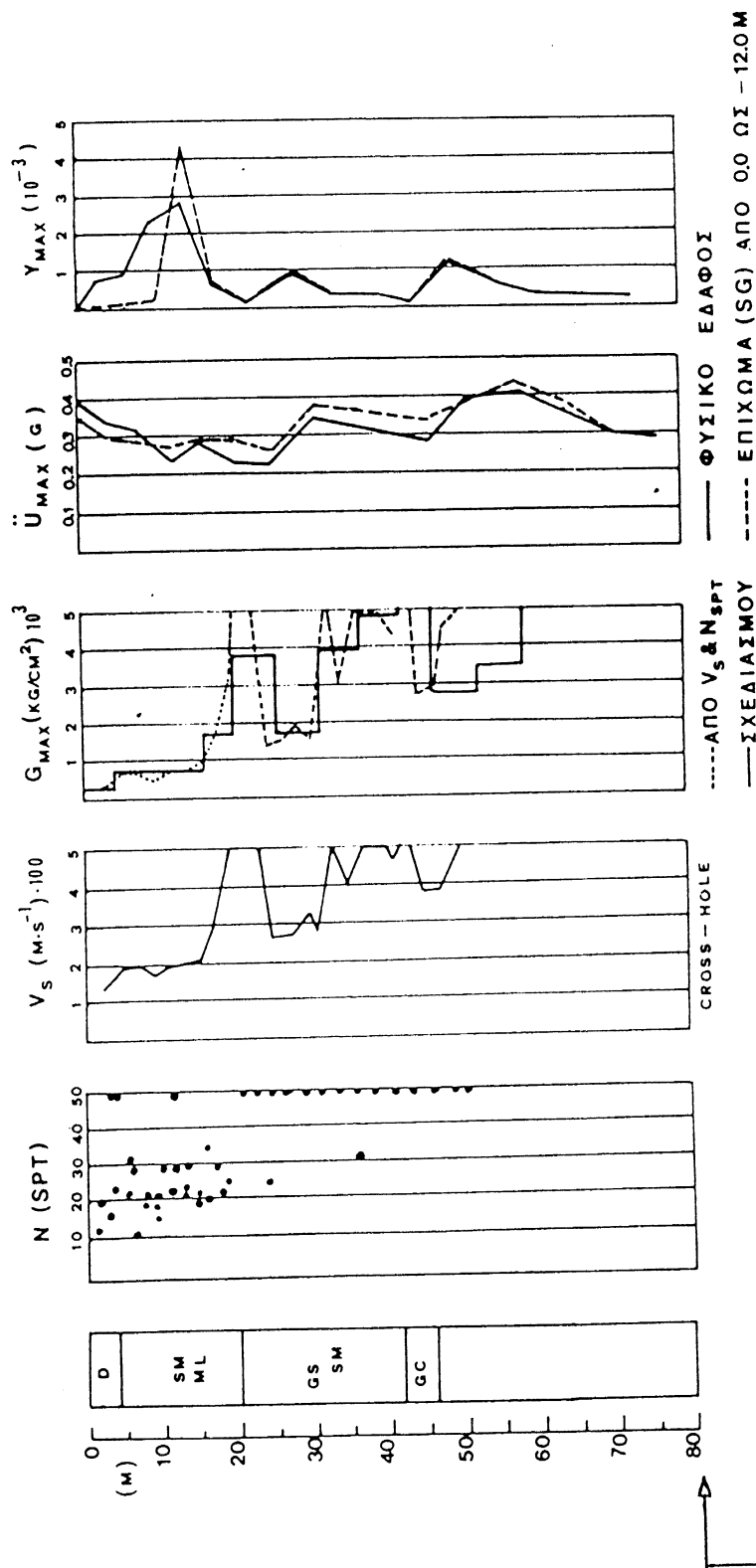
$\Sigma x. 12a$

spectra velocities
Kalamata's microzonation
profile : Ypapanti

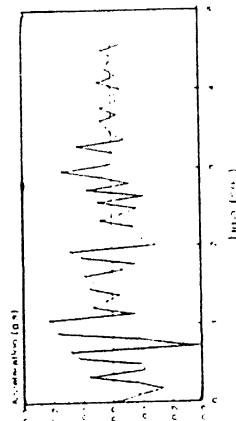


$\Sigma x. 12\beta$

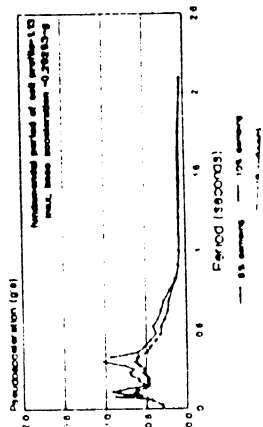
ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ (ΝΑΥΑΡΙΝΟΥ ΚΑΙ ΗΡΩΩΝ)



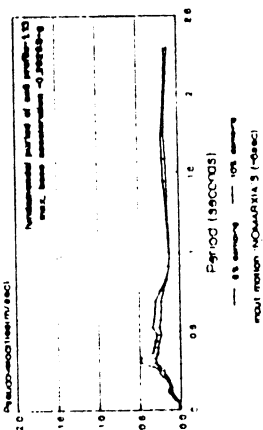
KALAMATA 13-9-1986
reversion NOMARXIA'S
Component WE



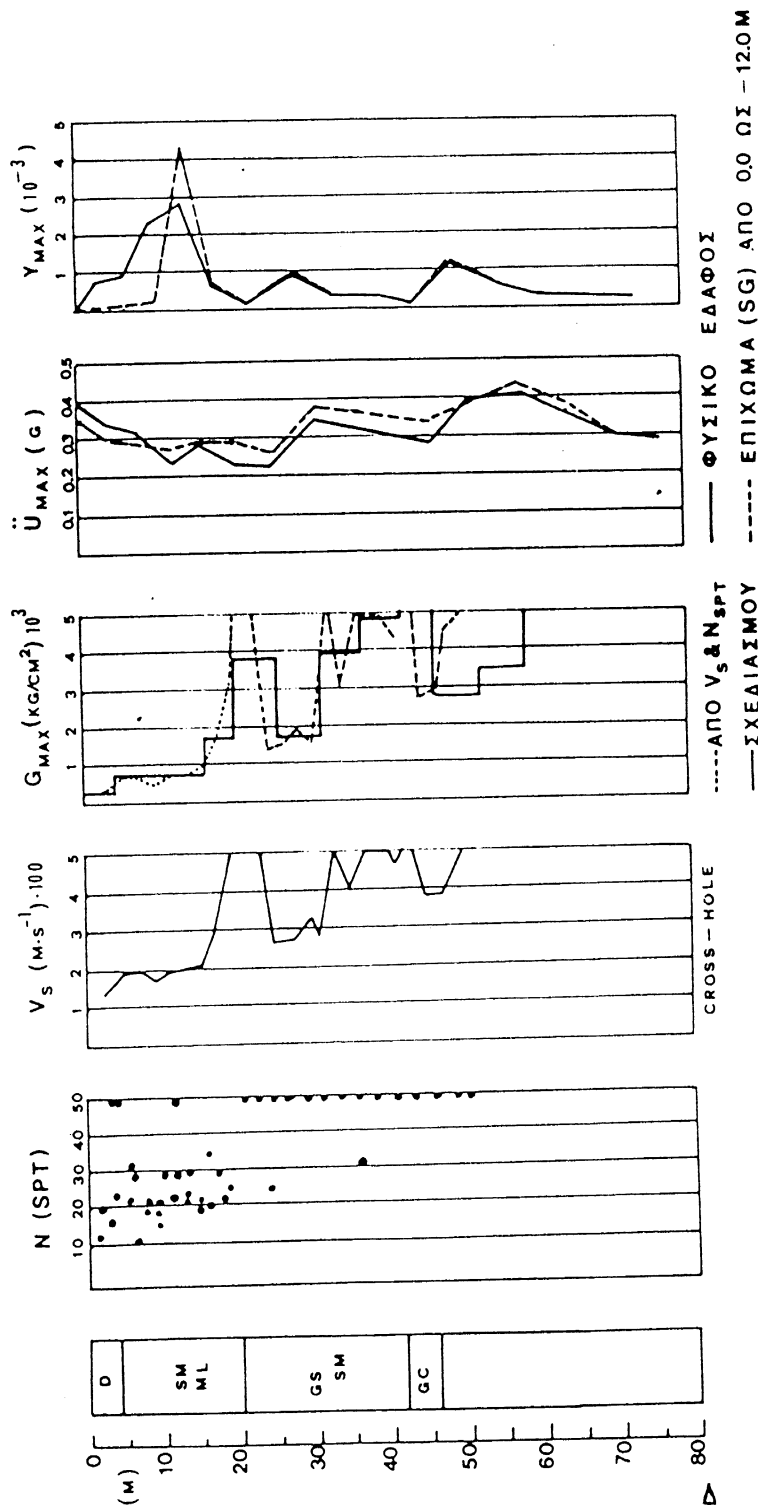
spectra accelerations
Kalamata-NOMARXIA'S reversion
one-dimensional analysis (8/8/82)



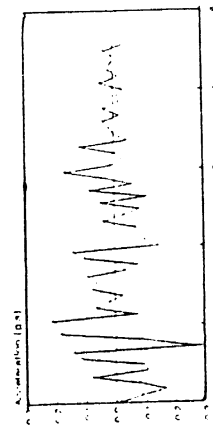
spectra velocities
Kalamata-NOMARXIA'S reversion
one-dimensional analysis (8/8/82)



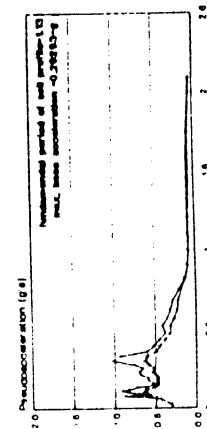
ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ (ΝΑΥΑΡΙΝΟΥ ΚΑΙ ΗΡΩΩΝ)



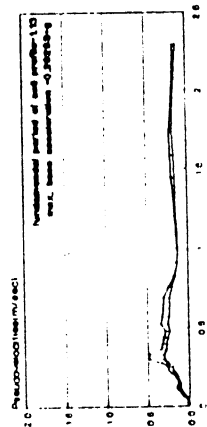
ΚΑΛΑΜΑΤΑ 13-9-1986
reversion NOMARKIA'S
Component WE



speeds accelerations
Kalamata-NOMARKIA'S reversion
anti-seismological analysis (6-0-0-0)

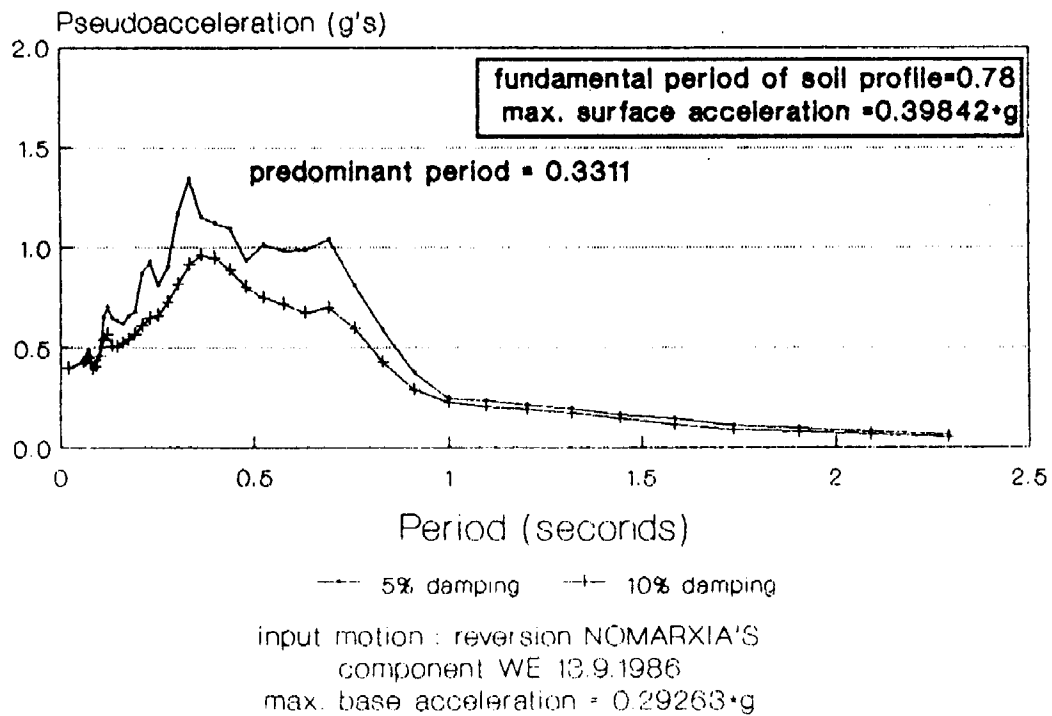


speeds velocities
Kalamata-NOMARKIA'S reversion
anti-seismological analysis (6-0-0-0)



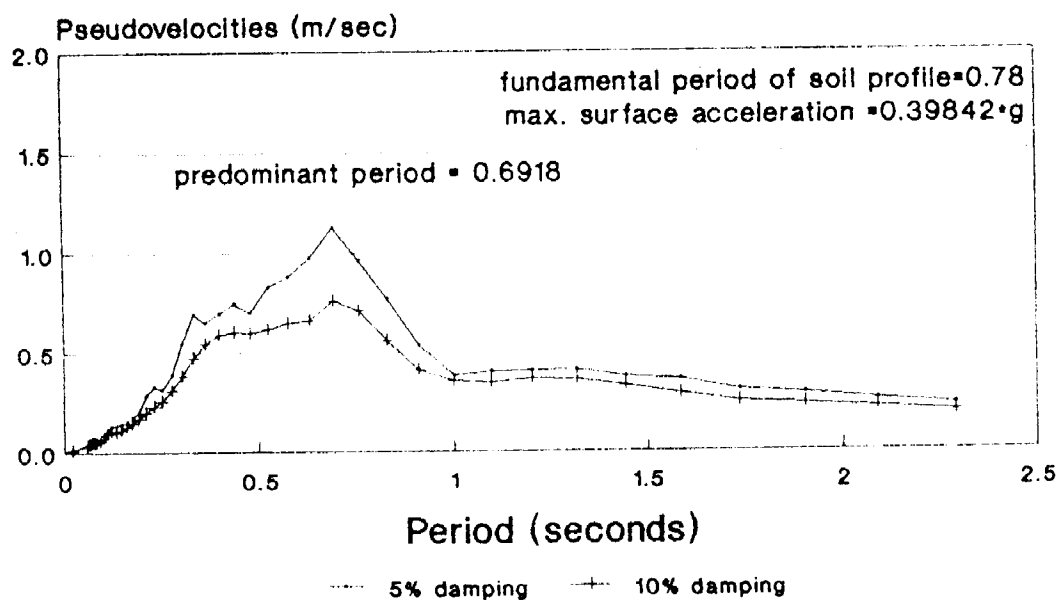
23

spectra accelerations
Kalamata's microzonation
 profile : breakwater (natural soil)



$\Sigma x. 13\beta$

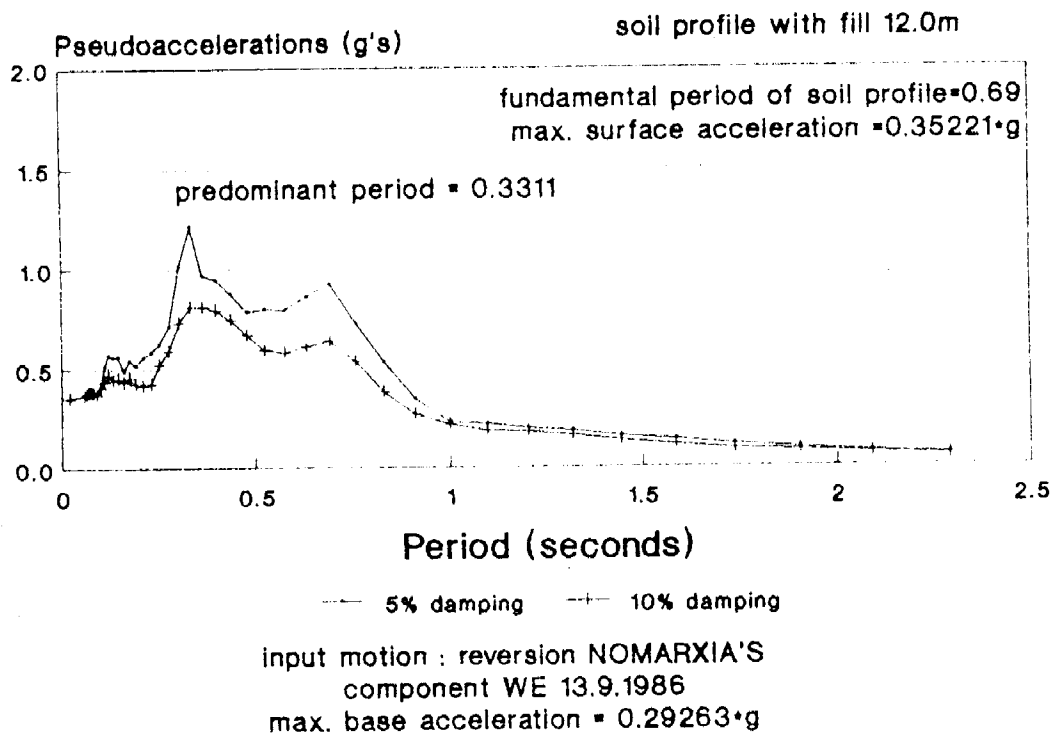
spectra velocities
Kalamata's microzonation
profile : breakwater (natural soil)



Input motion : reversion NOMARXIA'S
component WE 13.9.1986
max. base acceleration = 0.29263*g

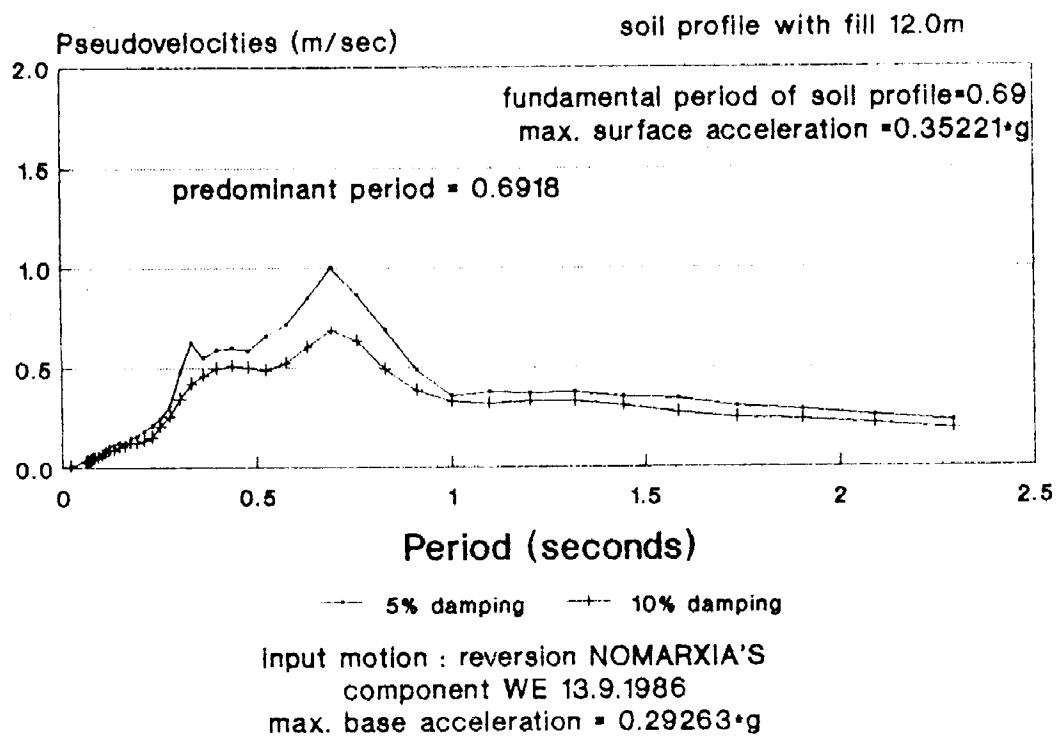
$\Sigma x. 138$

spectra accelerations
Kalamata's microzonation
 profile : breakwater (with backfill)



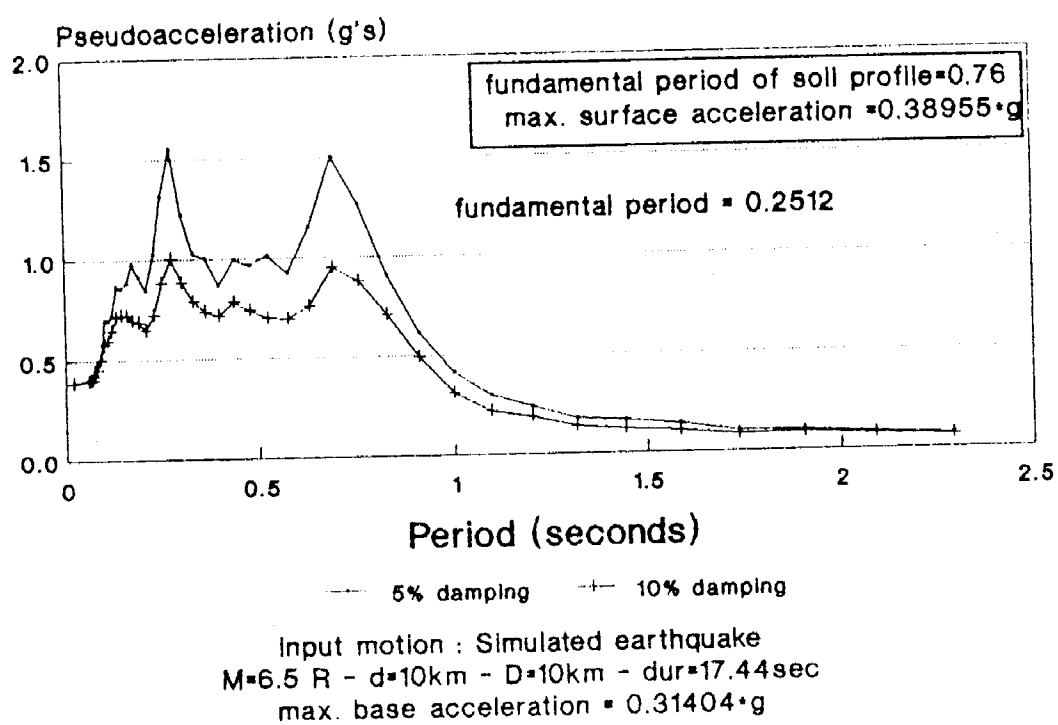
$\Sigma x. 135$

spectra velocities
Kalamata's microzonation
profile : breakwater (with backfill)



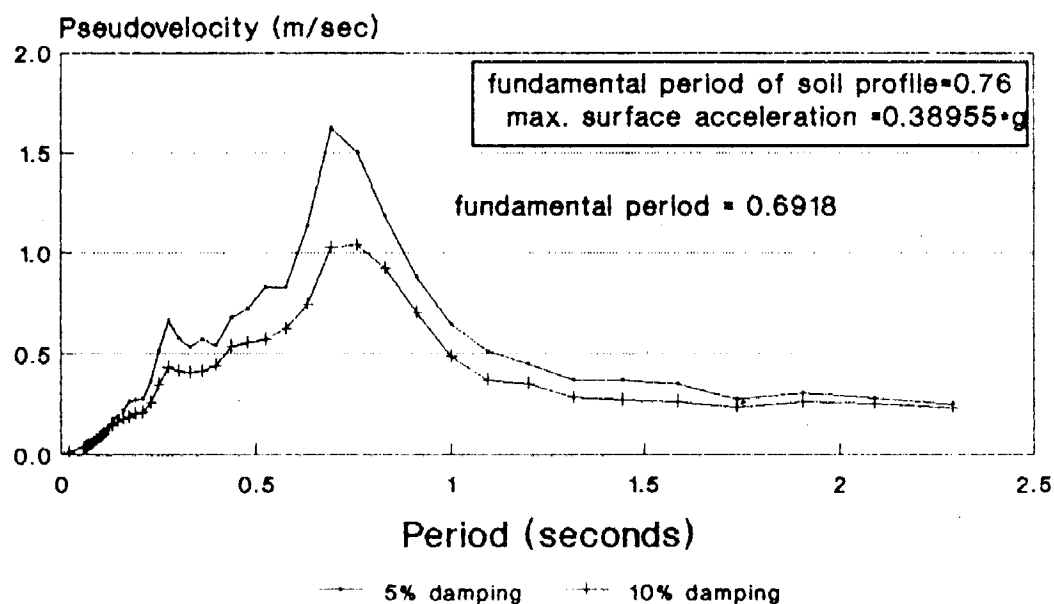
$\sum x. 13 \varepsilon$

spectra accelerations
Kalamata's microzonation
profile : Limenarxio



$\sum x. 14 \alpha$

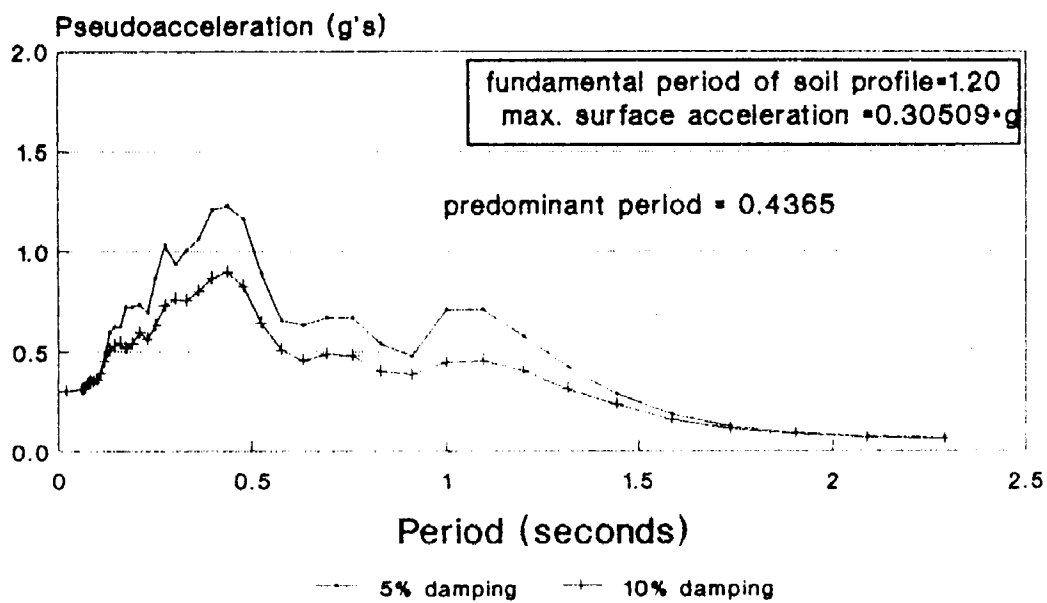
spectra velocities
Kalamata's microzonation
 profile : Limenarxlo



Input motion : Simulated earthquake
 M=6.5 R - d=10km - D=10km - dur=17.44sec
 max. base acceleration = 0.31404*g

$\Sigma x. 14\beta$

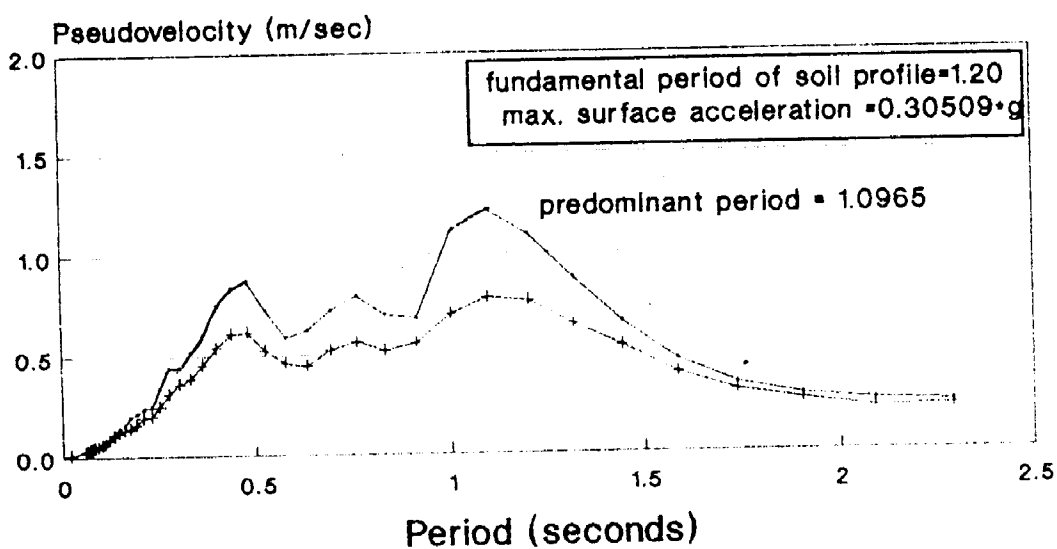
spectra accelerations
Kalamata's microzonation
profile : Nomarxia



Input motion : Simulated earthquake
M=6.5 R - d=10km - D=10km - dur=17.44sec
max. base acceleration = 0.31404*g

$\Sigma x. 15a$

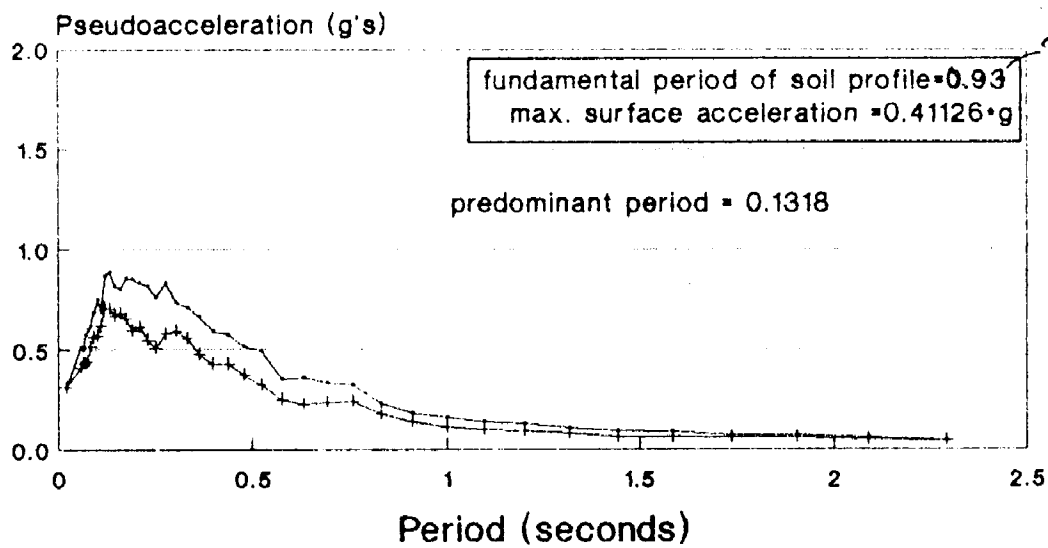
spectra velocities
Kalamata's microzonation
profile : Nomarxia



--- 5% damping -+- 10% damping

Input motion : Simulated earthquake
M=6.5 R = d=10km - D=10km - dur=17.44sec
max. base acceleration = 0.31404 * g

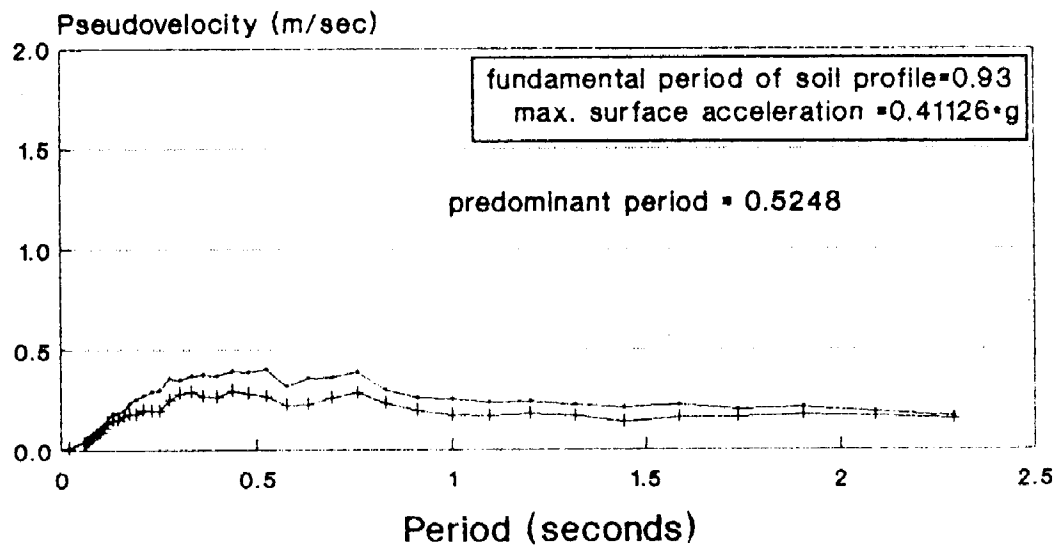
spectra accelerations
Kalamata's microzonation
profile : Nomarxia ($U_s=550$ m/sec)



— 5% damping + 10% damping

Input motion : Simulated earthquake
M=6.5 R - d=10km - D=10km - dur=17.44sec
max. base acceleration = 0.31404*g

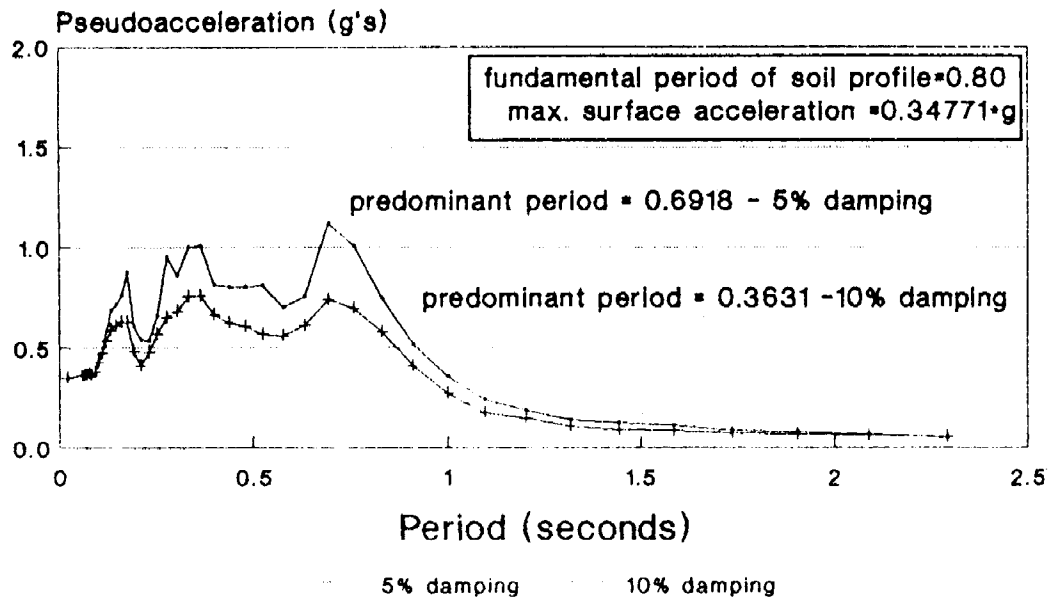
spectra velocities
Kalamata's microzonation
 profile : Nomarxia ($U_s=550$ m/sec)



— 5% damping + 10% damping

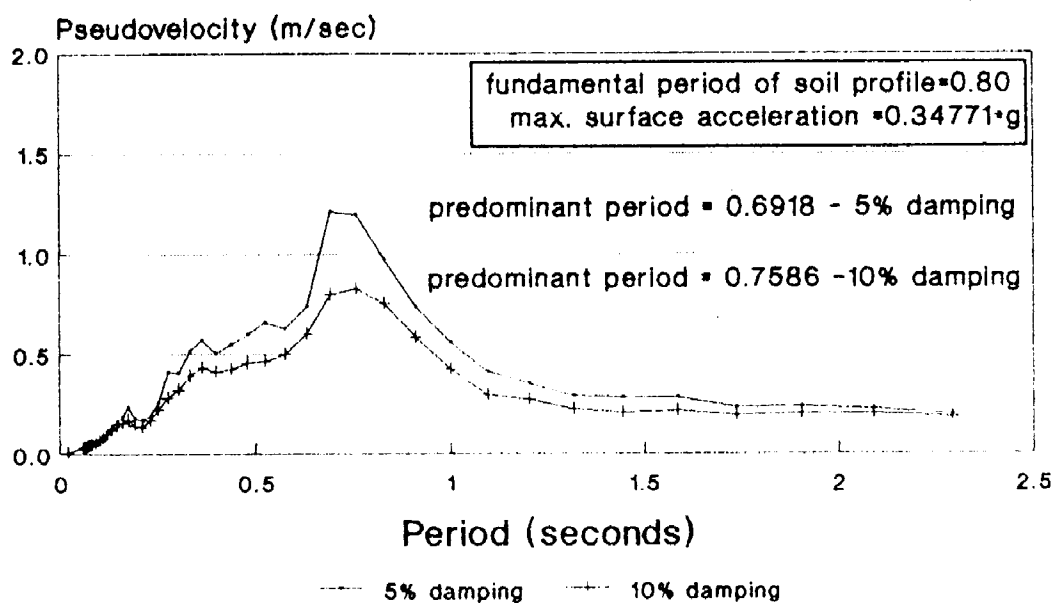
input motion : Simulated earthquake
 $M=6.5$ R - d=10km - D=10km - dur=17.44sec
 max. base acceleration = 0.31404*g

spectra accelerations
Kalamata's microzonation
 profile : Nomarxia (Rock base at 45.5 m)



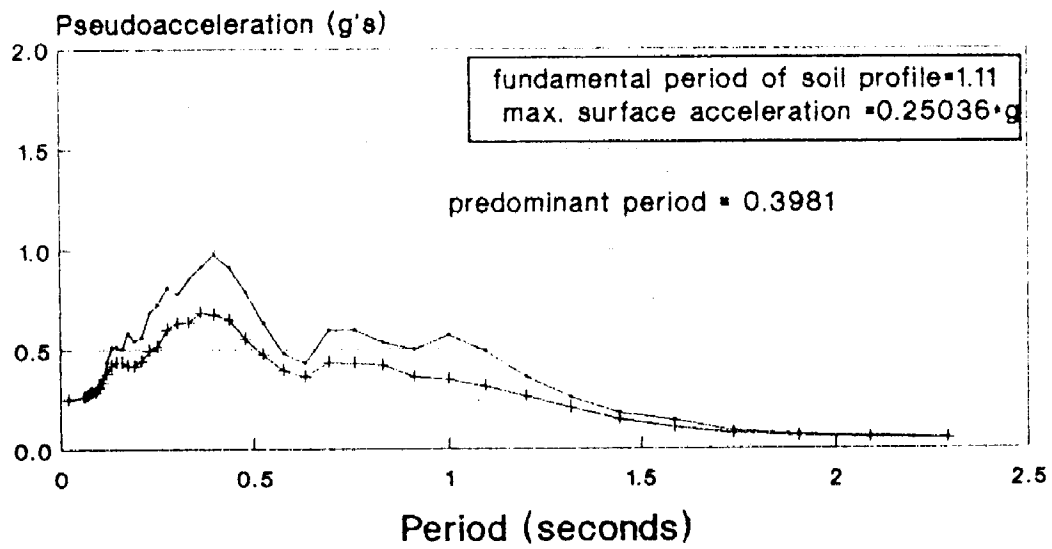
input motion : Simulated earthquake
 M=6.5 R - d=10km - D=10km - dur=17.44sec
 max. base acceleration = 0.22976*g

spectra velocities
Kalamata's microzonation
 profile : Nomarxia (Rock base at 45.5 m)



input motion : Simulated earthquake
 M=6.5 R - d=10km - D=10km - dur=17.44sec
 max. base acceleration = 0.22976*g

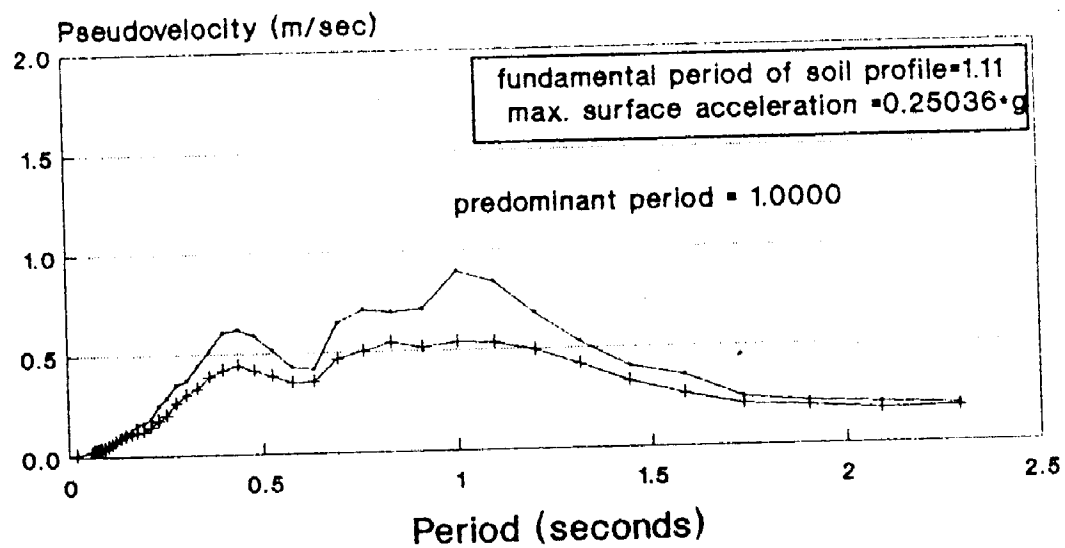
spectra accelerations
Kalamata's microzonation
profile : Nomarxia



----- 5% damping +-+ 10% damping

Input motion : Simulated earthquake
M=6.5 R - d=10km - D=10km - dur=17.44sec
max. base acceleration = 0.22976*g

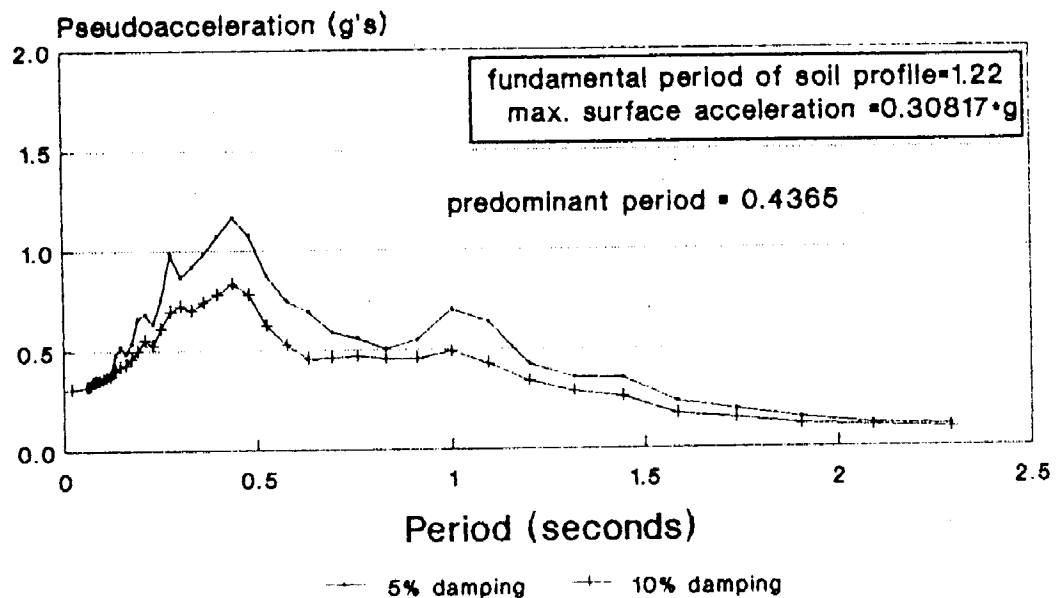
spectra velocities
Kalamata's microzonation
profile : Nomarxia



— 5% damping +- 10% damping

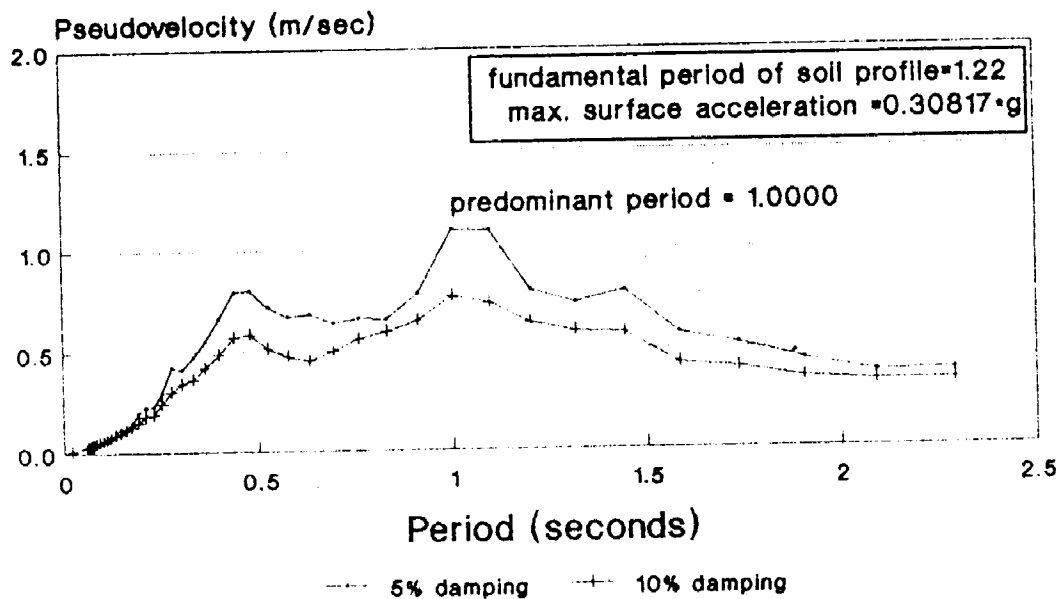
input motion : Simulated earthquake
M=6.5 R - d=10km - D=10km - dur=17.44sec
max. base acceleration = 0.22976*g

spectra accelerations
Kalamata's microzonation
profile : Nomarxia



input motion : Simulated earthquake
M=6.5 R - d=10km - D=10km - dur=10.0 sec
max. base acceleration = 0.31576*g

spectra velocities
Kalamata's microzonation
profile : Nomarxia



Input motion : Simulated earthquake
M=6.5 R - d=10km - D=10km - dur=10.0 sec
max. base acceleration = 0.31576·g

