

APENDICE D

EVALUACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA LICUEFACCION

Metodología

Con el objetivo de evaluar la susceptibilidad a la licuefacción, en el tramo del Acueducto Orosi comprendido entre el río Taticú y el poblado de Coris, se realizaron 12 sondeos con penetrómetro ligero del tipo alemán (DPL). La ubicación de los sondeos se aprecia en la Figura 36 y la Tabla 12. Así mismo, se realizaron las descripciones litológicas de cada sondeo, se evaluaron la consistencia o compacidad y la resistencia a la compresión simple de los materiales encontrados. En algunos casos calificados se realizaron ensayos granulométricos y de límites de consistencia, utilizándose la metodología de Tsuchida (1970) para estudiar el potencial de licuefacción. Así mismo se evaluaron las perforaciones realizadas por la empresa CIMCO S.A en mayo de 1980 (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 1980).

Iwasaki et al. (1978), proponen un método simplificado para evaluar el factor de resistencia a la licuefacción (F_L) y el factor del potencial de licuefacción (P_L). El método se basa en la utilización del número de golpes, N , en el ensayo de penetración estándar (SPT), el peso unitario de los materiales (γ), su diámetro medio (D_{50}) de partícula y la aceleración máxima en la superficie del terreno (α_{max}). La capacidad de un elemento de suelo, localizado a una profundidad arbitraria, para resistir el fenómeno de licuefacción, se puede expresar por medio del factor de resistencia a la licuefacción (F_L):

$$F_L = R/L$$

donde: R es la resistencia *in situ* de un elemento de suelo a las cargas dinámicas y puede ser evaluada por medio de los resultados de ensayos de corte cíclicos no drenados :

para $0,03 \text{ mm} \leq (D_{50}) \leq 0,6 \text{ mm}$

$$R = 0,0882 (N/\sigma'_v + 0,7)^{0,5} + 0,225 \log_{10}(0,35/D_{50})$$

para $0,6 \text{ mm} \leq (D_{50}) \leq 1,5 \text{ mm}$

$$R = 0,0882 (N/\sigma'_v + 0,7)^4 - 0,05$$

donde σ'_v es el esfuerzo geostático efectivo [kgf/cm²]. L, en la primera ecuación, es la carga dinámica inducida en el elemento de suelo por el evento sísmico y puede estimarse de la siguiente manera:

$$L = \tau_{\text{max}}/\sigma'_v = \alpha_{\text{max}}/g * \sigma/\sigma'_v * r_d,$$

donde τ_{max} es el esfuerzo cortante máximo [kgf/cm²], g la aceleración de la gravedad [980 gals], σ_v el esfuerzo geostático total y r_d el factor de reducción por esfuerzo cortante dinámico.

$$r_d = 1 - 0,015 * Z$$

El índice P_L es una expresión de la severidad de la licuefacción y se calcula como:

$$P_L = \int_{z_1}^{z_2} F * W(Z) dZ,$$

donde: $F = 1 - F_L$, para $F_L \leq 1,0$ y $F = 0$ para $F_L > 1,0$ y

$$W(Z) = 10 - 0,5 * Z$$

El análisis del potencial de licuefacción, utilizando P_L , puede realizarse según lo planteado en la Tabla 13 (Iwasaki et al., 1978).

Resultados

En la evaluación del potencial de licuefacción se han empleado resultados de investigaciones previas (Mora, 1991, en Montero et al., 1991), para la obtención de los parámetros físicos necesarios en el procedimiento de cálculo. Todos los resultados siguientes se resumen de manera gráfica en el mapa de potencial de licuefacción del tramo río Tatiscú - Coris (Fig. 36).

DPL#1

Se localizan dos tramos que pueden presentar el fenómeno de licuefacción, estos se encuentran entre los 1,2 a 1,5 m y 3,3 a 5,1 m de profundidad respectivamente. En este sondeo no aparece el nivel freático, de manera que si se mantienen estas condiciones el potencial de licuefacción sería de grado 1. Si por el contrario, se presenta un ascenso en el nivel freático, el potencial de este sitio, para una aceleración máxima de 0,44 g, puede ascender al grado 2

DPL#2

El tramo de 1.2 a 1.5 m se presenta como posible generador de licuefacción, se trata de un espesor bastante reducido (30 cm), sobre- y subyacente por materiales cohesivos. El potencial de licuefacción del lugar, para una aceleración máxima de 0,28 g, es de grado 2

DPL#3

Este sitio no ofrece las condiciones para la generación del fenómeno de licuefacción. El nivel freático no fue encontrado y los datos DPL indican materiales cohesivos. Su potencial es de grado 1.

DPL A/1

De 1,8 a 2,1 m se localiza un tramo que podría presentar problemas, sin embargo el nivel freático aparece a 2,5 m de profundidad. En caso de un ascenso del nivel freático el sitio podría presentar un potencial de licuefacción de grado 2 para una aceleración máxima de 0,2 g.

DPL#4

En el tramo 2,5 a 3,6 m de profundidad se encuentra una arena bien gradada, completamente saturada, con compacidad que va desde muy suelta a media. En este sitio el potencial de licuefacción es de grado 2 para una aceleración no mayor de 0,4 g y de grado 3 para una aceleración superior. Considerando que el fenómeno puede ocurrir a una profundidad de 2,5 m o mayor, es posible que sus efectos se propaguen hasta la superficie (Ishihara, 1977).

DPL A/2

Este sondeo presenta dos tramos donde puede ocurrir el fenómeno de licuefacción, el primero 0,5 a 1.2 m y el segundo 1,9 a 3,0 m. Para aceleraciones inferiores a 0,4 g el potencial de licuefacción es de grado 2, para valores de aceleración superiores es de grado 3. El nivel freático se encuentra a 0,5 m, con lo que el fenómeno puede propagarse a la superficie (Ishihara, 1977).

DPL A/3

En este sitio de sondeo el tramo que puede presentar problemas se sitúa de 0,4 a 1.2 m, sin embargo el nivel freático aparece hasta una profundidad de 1.58 m, con lo que el fenómeno de licuefacción se presentaría solo si se da un ascenso en el nivel. Para una aceleración inferior a 0,4 g el potencial de licuefacción es de grado 2 y para una superior de grado 3.

DPL#5

Con el nivel freático localizado a 1,84 m, a partir de 1,90 m se encuentra una capa de arena limosa sin plasticidad, la cual puede presentar el fenómeno de licuefacción para aceleraciones superiores a 0,4 g. En este caso el potencial de licuefacción es de grado 3.

DPL#6

En este sondeo se encontraron materiales cohesivos hasta 3,0 m de profundidad, con lo cual se descarta la posibilidad de ocurrencia de licuefacción. El potencial de licuefacción es de grado 1.

DPL#7

Se localizan materiales cohesivos hasta 3,3 m de profundidad y no encuentro el nivel freático. Este sitio tiene una potencial de licuefacción de grado 1.

DPL#8

A pesar de que el nivel freático se encuentra a 1,6 m de profundidad, los materiales son cohesivos hasta 4,2 m, con lo que se establece un potencial de licuefacción de grado 1.

DPL#9

Se exploró el terreno hasta 4,2 m, encontrándose únicamente materiales cohesivos, de esta manera el potencial de licuefacción se señala como de grado 1.

Otras Muestras

En el paso de la tubería sobre el río Taticú, sitio donde la obra se encuentra expuesta, se observó un estrato arenoso, desde la superficie hasta una profundidad de 1.9 m. En este sitio se tomó una muestra (PH17) para análisis granulométrico y de límites de consistencia. El material se ha clasificado como una arena arcillosa (SC) de plasticidad intermedia. Tomando en cuenta que el nivel freático se encuentra a nivel del río y que el material es cohesivo, a pesar de que se encuentra en la región de materiales muy licuables (Fig. 37), el potencial de licuefacción se establece como de grado 1.

La muestra A/1 (Fig. 37) se obtuvo a 1,20 m en la perforación DPL A/3, confirmándose su carácter de material potencialmente licuable, sin embargo no se encuentra en condición de saturación completa, por lo que se mantiene la condición establecida para esta perforación previamente.

Las muestras 1-A y 1-B fueron obtenidas en la perforación DPL#5 a profundidades de 1,2 m y 2,4 m respectivamente, se trata de arenas bien gradadas que no presentan plasticidad. Su ubicación en el gráfico de potencial de licuefacción de Tsuchida (1970) (Fig. 38), confirma su potencial elevado de generación del fenómeno.

Desafortunadamente las perforaciones realizadas por la empresa CIMCO S.A. no cuentan con la información concerniente a su ubicación precisa, por lo cual se han analizado con cierta reserva considerando que fueron ejecutadas sobre el trazado actual del acueducto.

6+700 Margen Derecha Río Navarro

Tomando en cuenta que los datos obtenidos de una perforación previa (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 1980) para el margen derecho de río Navarro son inconsistentes, las muestras y SPT no son tomadas a intervalos regulares, y el potencial de licuefacción se establece como grado 2 (bajo). La Figura 39 presenta el factor de resistencia a la licuefacción para el margen derecho del río Navarro, mostrando su posibilidad de licuarse

en caso de que la aceleración máxima de un sismo sea de 0,6 g o mayor, pero la cantidad de golpes por SPT (50 a 100) sugiere que el potencial es muy bajo. Además, el tamaño de los cantos expuestos en terrazas y en el lecho del río sugiere depósitos no muy susceptibles a la licuefacción. Sin embargo, si existen capas de arena suelta bajo el nivel freático, no se puede ignorar la posibilidad de licuefacción y separaciones laterales. Por la diferencia en altura de 2,6 m entre el cause del río y el margen derecho, se establece la posibilidad de desarrollo de separaciones laterales por licuefacción.

Río Toyogres

En caso de aceleraciones de 0,6 g o superiores, el fenómeno de licuefacción podría presentarse de 1,5 m a 3,0 m de profundidad (Fig. 40), lo anterior produciría la propagación a la superficie de los efectos. El potencial de licuefacción sería de grado 3.

Río Reventado

El cruce bajo el río Reventado es importante porque la tubería tiene un revestimiento de concreto que, en caso de que los materiales pierdan su resistencia, puede asentarse diferencialmente más severamente que en caso de no tener el revestimiento. Los resultados de DPL indican un nivel freático elevado (1,84 m) y una capa de arena a partir de 1,90 m, con características de material potencialmente licuable para aceleraciones superiores a 0,4 g. En este caso el potencial de licuefacción es de grado 3 (alto). Utilizando los datos del CIMCO S.A., el nivel freático se encuentra a 4,0 m, el fenómeno de licuefacción se puede presentar si las aceleraciones son de 0,4 g o superiores, esto a partir de los 4,8 m de profundidad y hasta los 7,5 m (Fig. 41). Por falta de la ubicación específica de la perforación no se puede establecer la posibilidad de aparición del fenómeno de separación lateral. En este caso, el potencial de licuefacción sería de grado 1.

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL#1 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 203.4N-544.65E Tipo de suelo:

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)	Consistencia o compacidad	Resistencia a la compresion simple [kPa]	Tipo de suelo
0.1	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.2	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.3	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.4	4	1	2	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.5	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.6	2	1	1	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.7	3	1	2	3 blanda	25-50	arena arcillosa
0.8	4	1	2	3 blanda	25-50	arena arcillosa
0.9	8	3	5	3 blanda	25-50	arena arcillosa
1.0	9	3	5	8 media	50-100	arena arcillosa
1.1	20	7	12	8 media	50-100	arena arcillosa
1.2	12	4	7	8 media	50-100	arena arcillosa
1.3	9	3	4	4 muy suelta	0	arena limosa
1.4	7	2	3	4 muy suelta	0	arena limosa
1.5	7	2	3	4 muy suelta	0	arena limosa
1.6	7	2	4	4 blanda	25-50	arena arcillosa
1.7	8	3	5	4 blanda	25-50	arena arcillosa
1.8	7	2	4	4 blanda	25-50	arena arcillosa
1.9	7	2	4	4 blanda	25-50	arena arcillosa
2.0	6	2	4	4 blanda	25-50	arena arcillosa
2.1	6	2	4	4 blanda	25-50	arena arcillosa
2.2	4	1	2	3 blanda	25-50	arena arcillosa
2.3	5	2	3	3 blanda	25-50	arena arcillosa
2.4	5	2	3	3 blanda	25-50	arena arcillosa
2.5	6	2	4	3 blanda	25-50	arena arcillosa
2.6	5	2	3	3 blanda	25-50	arena arcillosa
2.7	5	2	3	3 blanda	25-50	arena arcillosa
2.8	5	2	3	3 blanda	25-50	arena arcillosa
2.9	6	2	4	3 blanda	25-50	arena arcillosa
3.0	6	2	4	3 blanda	25-50	arena arcillosa
3.1	8	3	5	4 blanda	25-50	arena arcillosa
3.2	5	2	3	4 blanda	25-50	arena arcillosa
3.3	6	2	4	4 blanda	25-50	arena arcillosa
3.4	8	3	4	5 suelta	0	arena fina
3.5	10	3	5	5 suelta	0	arena fina
3.6	16	5	7	5 suelta	0	arena fina
3.7	11	4	5	6 suelta	0	arena fina
3.8	9	3	4	6 suelta	0	arena fina
3.9	16	5	7	6 suelta	0	arena fina
4.0	19	6	9	6 suelta	0	arena fina
4.1	6	2	3	6 suelta	0	arena fina
4.2	12	4	6	6 suelta	0	arena fina
4.3	24	8	11	10 suelta	0	
4.4	22	7	10	10 suelta	0	
4.5	16	5	7	10 suelta	0	
4.6	29	10	14	13 med.	0	
4.7	38	13	18	13 med.	0	
4.8	19	6	9	13 med.	0	
4.9	14	5	7	9 suelta	0	
5.0	13	4	6	9 suelta	0	
5.1	30	10	14	9 suelta	0	

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL#2 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 203.25N-545.9E Tipo de suelo:

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)		Consistencia o compacidad	Resistencia a la compresion simple [kPa]	Tipo de suelo
0.1	2	1	1	1	muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.2	2	1	1	1	muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.3	3	1	2	1	muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.4	3	1	2	2	muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.5	4	1	2	2	muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.6	5	2	3	2	muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.7	5	2	3	3	blanda	25-50	arcilla café amarillenta
0.8	5	2	3	3	blanda	25-50	arcilla café amarillenta
0.9	5	2	3	3	blanda	25-50	arcilla café amarillenta
1.0	4	1	2	3	blanda	25-50	arcilla café amarillenta
1.1	5	2	3	3	blanda	25-50	arcilla café amarillenta
1.2	5	2	3	3	blanda	25-50	arcilla café amarillenta
1.3	5	2	3	14	med	0	sin recuperación
1.4	5	2	3	14	med.	0	sin recuperación
1.5	60	20	36	14	med	0	sin recuperación
1.6	15	5	9	9	semidura	100-200	arcilla gris amarillenta
1.7	14	5	8	9	semidura	100-200	arcilla gris amarillenta
1.8	14	5	8	9	semidura	100-200	arcilla gris amarillenta
1.9	15	5	9	10	semidura	100-200	arcilla gris amarillenta
2.0	16	5	10	10	semidura	100-200	arcilla gris amarillenta
2.1	17	6	10	10	semidura	100-200	arcilla gris amarillenta
2.2	17	6	10	11	semidura	100-200	arcilla gris amarillenta
2.3	18	6	11	11	semidura	100-200	arcilla gris amarillenta
2.4	20	7	12	11	semidura	100-200	arcilla gris amarillenta
2.5	24	8	14	16	dura	200-400	arena arcillosa
2.6	27	9	16	16	dura	200-400	arena arcillosa
2.7	27	9	16	16	dura	200-400	arena arcillosa
2.8	29	10	17	21	dura	200-400	arena arcillosa
2.9	35	12	21	21	dura	200-400	arena arcillosa
3.0	43	15	26	21	dura	200-400	arena arcillosa

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL#3 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 203.4N-544.65E Tipo de suelo:

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SFT(N30)		Consistencia o compacidad	Resistencia a la compresion simple [kPa]	Tipo de suelo
0.1	3	1	2	2	muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.2	3	1	2	2	muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.3	5	2	3	2	muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.4	6	2	4	3	blanda	25-50	capa vegetal
0.5	5	2	3	3	blanda	25-50	capa vegetal
0.6	6	2	4	3	blanda	25-50	capa vegetal
0.7	7	2	4	4	blanda	25-50	capa vegetal
0.8	6	2	4	4	blanda	25-50	capa vegetal
0.9	8	3	5	4	blanda	25-50	capa vegetal
1.0	42	14	25	25	dura	200-400	arena arcillosa
1.1	42	14	25	25	dura	200-400	arena arcillosa
1.2	42	14	25	25	dura	200-400	bloques de roca

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL A/1 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 203.6N-544.1E Tipo de suelo: Nivel freático: 2.50 m

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)	Consistencia o compacidad	Resistencia a la compresion simple [kPa]	Tipo de suelo
0.1	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	relleno
0.2	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	relleno
0.3	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	relleno
0.4	1	0	1	2 muy blanda	<0.25	arcilla orgánica
0.5	4	1	2	2 muy blanda	<0.25	arcilla orgánica
0.6	6	2	4	2 muy blanda	<0.25	arcilla orgánica
0.7	4	1	2	2 muy blanda	<0.25	arcilla orgánica
0.8	4	1	2	2 muy blanda	<0.25	arcilla orgánica
0.9	2	1	1	2 muy blanda	<0.25	arcilla orgánica
1.0	5	2	3	5 media	50-100	capa vegetal
1.1	11	4	7	5 media	50-100	capa vegetal
1.2	7	2	4	5 media	50-100	capa vegetal
1.3	4	1	2	4 blanda	25-50	arena arcillosa
1.4	9	3	5	4 blanda	25-50	arena arcillosa
1.5	7	2	4	4 blanda	25-50	arena arcillosa
1.6	7	2	4	5 media	50-100	arena arcillosa
1.7	8	3	5	5 media	50-100	arena arcillosa
1.8	10	3	6	5 media	50-100	no se recupera
1.9	13	4	8	7 media	50-100	no se recupera
2.0	13	4	8	7 media	50-100	no se recupera
2.1	11	4	7	7 media	50-100	no se recupera
2.2	11	4	7	10 semidura	100-200	arena arcillosa
2.3	19	6	11	10 semidura	100-200	arcilla arenosa
2.4	21	7	13	10 semidura	100-200	arcilla arenosa
2.5	20	7	12	11 semidura	100-200	arena limosa
2.6	19	6	11	11 semidura	100-200	arena limosa
2.7	14	5	8	11 semidura	100-200	arena limosa
2.8	12	4	7	10 semidura	100-200	arena limosa
2.9	19	6	11	10 semidura	100-200	arena limosa
3.0	19	6	11	10 semidura	100-200	arena limosa
3.1	25	9	15	15 dura	200-400	arena limosa
3.2	24	8	14	16 dura	200-400	arena limosa
3.3	29	10	17	16 dura	200-400	
3.4	44	15	26	21 dura	200-400	
3.5	30	10	18	21 dura	200-400	
3.6	29	10	17	21 dura	200-400	
3.7	32	11	19	17 dura	200-400	
3.8	28	10	17	17 dura	200-400	
3.9	25	9	15	17 dura	200-400	
4.0	25	9	15	15 semidura	100-200	
4.1	25	9	15	15 semidura	100-200	
4.2	25	9	15	15 semidura	100-200	

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL#4 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 203.6N-543.8E Tipo de suelo: Nivel freático: 1.70 m.

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)	Consistencia o compacidad	Resistencia a la compresion simple [kPa]	Tipo de suelo
0.1	2	1	1	1 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.2	3	1	2	1 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.3	2	1	1	1 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.4	2	1	1	1 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.5	1	0	1	1 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.6	3	1	2	1 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.7	4	1	2	2 muy blanda	<0.25	relleno
0.8	2	1	1	2 muy blanda	<0.25	relleno
0.9	2	1	1	2 muy blanda	<0.25	relleno
1.0	2	1	1	2 muy blanda	<0.25	arena arcillosa
1.1	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	arena arcillosa
1.2	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	arena arcillosa
1.3	4	1	2	3 blanda	25-50	arena arcillosa
1.4	5	2	3	3 blanda	25-50	arena arcillosa
1.5	6	2	4	3 blanda	25-50	arena arcillosa
1.6	5	2	3	3 blanda	25-50	arena limosa
1.7	5	2	3	3 blanda	25-50	arena limosa
1.8	3	1	2	3 blanda	25-50	arena limosa
1.9	5	2	3	3 blanda	25-50	arena limosa
2.0	4	1	2	3 blanda	25-50	arena limosa
2.1	5	2	3	3 blanda	25-50	arena limosa
2.2	4	1	2	3 blanda	25-50	arena limosa
2.3	6	2	4	3 blanda	25-50	arena limosa
2.4	7	2	4	3 blanda	25-50	arena limosa
2.5	8	3	4	4 muy suelta	0	arena bien gradada
2.6	9	3	4	4 muy suelta	0	arena bien gradada
2.7	10	3	5	4 muy suelta	0	arena bien gradada
2.8	10	3	5	5 suelta	0	arena bien gradada
2.9	10	3	5	5 suelta	0	arena bien gradada
3.0	9	3	4	5 suelta	0	arena bien gradada
3.1	9	3	4	8 suelta	0	arena bien gradada
3.2	13	4	6	8 suelta	0	arena bien gradada
3.3	32	11	15	8 suelta	0	arena bien gradada
3.4	46	16	21	21 med.	0	arena bien gradada
3.5	46	16	21	21 med.	0	arena bien gradada
3.6	46	16	21	21 med.	0	arena bien gradada

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL A/2 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 203.55N-543.5E Tipo de suelo: Nivel freático: 0.50 m.

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)	Consistencia o compacidad	Resistencia a la compresión simple [kPa]	Tipo de suelo
0.1	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	relleno
0.2	6	2	4	2 muy blanda	<0.25	relleno
0.3	2	1	1	2 muy blanda	<0.25	relleno
0.4	2	1	1	2 muy blanda	<0.25	relleno
0.5	4	1	2	2 muy suelta	0	arena media a fina
0.6	4	1	2	2 muy suelta	0	arena media a fina
0.7	4	1	2	2 muy suelta	0	arena media a fina
0.8	3	1	1	2 muy suelta	0	arena media a fina
0.9	3	1	1	2 muy suelta	0	arena media a fina
1.0	2	1	1	1 muy suelta	0	arena media a fina
1.1	3	1	1	1 muy suelta	0	arena media a fina
1.2	3	1	1	1 muy suelta	0	arena media a fina
1.3	4	1	2	4 blanda	25-50	arcilla limosa
1.4	7	2	4	4 blanda	25-50	arcilla limosa
1.5	10	3	6	4 blanda	25-50	arcilla limosa
1.6	11	4	7	8 media	50-100	arena limosa
1.7	13	4	8	8 media	50-100	arena limosa
1.8	14	5	8	8 media	50-100	arena limosa
1.9	17	6	8	8 suelta	0	arena media a fina
2.0	20	7	9	8 suelta	0	arena media a fina
2.1	14	5	7	8 suelta	0	arena media a fina
2.2	15	5	7	12 med	0	arena media a fina
2.3	37	13	17	12 med	0	arena media a fina
2.4	23	8	11	12 med	0	arena media a fina
2.5	30	10	14	13 med.	0	arena media a fina
2.6	28	10	13	13 med.	0	arena media a fina
2.7	25	9	12	13 med.	0	arena media a fina
2.8	27	9	13	13 med	0	arena media a fina
2.9	25	9	12	13 med	0	arena media a fina
3.0	29	10	14	13 med.	0	arena media a fina

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL A/3 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 203.65N-543.1E Tipo de suelo: Nivel freático: 1.58 m.

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)	Consistencia o compacidad	Resistencia a la compresion simple [kPa]	Tipo de suelo	
0.1	3	1	2	3	blanda	25-50	relleno
0.2	3	1	2	3	blanda	25-50	relleno
0.3	10	3	6	3	blanda	25-50	relleno
0.4	11	4	5	3	muy suelta	0	arena media a fina
0.5	5	2	2	3	muy suelta	0	arena media a fina
0.6	5	2	2	3	muy suelta	0	arena media a fina
0.7	3	1	1	1	muy suelta	0	arena media a fina
0.8	3	1	1	1	muy suelta	0	arena media a fina
0.9	3	1	1	1	muy suelta	0	arena media a fina
1.0	5	2	2	1	muy suelta	0	arena media a fina
1.1	2	1	1	1	muy suelta	0	arena media a fina
1.2	1	0	0	1	muy suelta	0	arena media a fina
1.3	2	1	1	2	muy blanda	<0.25	arcilla limosa
1.4	3	1	2	2	muy blanda	<0.25	arcilla limosa
1.5	3	1	2	2	muy blanda	<0.25	arcilla limosa
1.6	5	2	3	4	blanda	25-50	arena arcillosa
1.7	6	2	4	4	blanda	25-50	arena arcillosa
1.8	7	2	4	4	blanda	25-50	arena arcillosa
1.9	8	3	5	5	media	50-100	arena arcillosa
2.0	8	3	5	5	media	50-100	arena arcillosa
2.1	8	3	5	5	media	50-100	arena arcillosa
2.2	9	3	5	7	media	50-100	arena arcillosa
2.3	12	4	7	7	media	50-100	arena arcillosa
2.4	13	4	8	7	media	50-100	arena arcillosa
2.5	15	5	9	9	semidura	100-200	arena arcillosa
2.6	14	5	8	9	semidura	100-200	arena arcillosa
2.7	15	5	9	9	semidura	100-200	arena arcillosa
2.8	12	4	7	7	media	50-100	
2.9	12	4	7	7	media	50-100	
3.0	12	4	7	7	media	50-100	
3.1	12	4	7	8	media	50-100	
3.2	13	4	8	8	media	50-100	
3.3	15	5	9	8	media	50-100	
3.4	15	5	9	10	semidura	100-200	
3.5	16	5	10	10	semidura	100-200	
3.6	17	6	10	10	semidura	100-200	
3.7	15	5	9	9	semidura	100-200	
3.8	15	5	9	9	semidura	100-200	
3.9	17	6	10	9	semidura	100-200	
4.0	30	10	18	18	dura	200-400	
4.1	30	10	18	18	dura	200-400	
4.2	30	10	18	18	dura	200-400	

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL#5 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 203.7N-542.55E Tipo de suelo: Nivel freático: 1.84 m.

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)	Consistencia o compacidad	Resistencia a la compresion simple [kPa]	Tipo de suelo
0.1	2	1	1	1 muy suelta	0	arena limosa
0.2	3	1	1	1 muy suelta	0	arena limosa
0.3	1	0	0	1 muy suelta	0	arena limosa
0.4	1	0	0	1 muy suelta	0	arena limosa
0.5	3	1	1	1 muy suelta	0	arena limosa
0.6	3	1	1	1 muy suelta	0	arena limosa
0.7	4	1	2	12 med.	0	arena limosa
0.8	30	10	14	12 med.	0	arena limosa
0.9	46	16	21	12 med.	0	arena limosa
1.0	21	7	13	8 media	50-100	arcilla café claro
1.1	12	4	7	8 media	50-100	arcilla café claro
1.2	6	2	4	8 media	50-100	limo arenoso
1.3	6	2	4	4 blanda	25-50	limo arenoso
1.4	7	2	4	4 blanda	25-50	limo arenoso
1.5	8	3	5	4 blanda	25-50	limo arenoso
1.6	8	3	5	4 blanda	25-50	limo arenoso
1.7	6	2	4	4 blanda	25-50	limo arenoso
1.8	6	2	4	4 blanda	25-50	limo arenoso
1.9	6	2	3	4 muy suelta	0	arena limosa
2.0	9	3	4	4 muy suelta	0	arena limosa
2.1	9	3	4	4 muy suelta	0	arena limosa
2.2	7	2	3	5 suelta	0	arena limosa
2.3	9	3	4	5 suelta	0	arena limosa
2.4	13	4	6	5 suelta	0	arena limosa
2.5	30	10	14	16 med.	0	
2.6	34	12	16	16 med.	0	
2.7	42	14	20	16 med.	0	
2.8	34	12	16	15 med.	0	
2.9	30	10	14	15 med.	0	
3.0	30	10	14	15 med.	0	
3.1	36	12	17	18 med.	0	
3.2	39	13	18	18 med.	0	
3.3	42	14	20	18 med.	0	
3.4	53	18	25	25 med.	0	
3.5	53	18	25	25 med.	0	
3.6	53	18	25	25 med.	0	

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL#6 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 203.95N-542.15E Tipo de suelo: Nivel freático

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)		Consistencia o compacidad	Resistencia a la compresion simple [kPa]	Tipo de suelo
0.1	3	1	2	3	blanda	25-50	capa vegetal
0.2	5	2	3	3	blanda	25-50	capa vegetal
0.3	5	2	3	3	blanda	25-50	capa vegetal
0.4	5	2	3	4	blanda	25-50	arcilla pardo-amarilla
0.5	6	2	4	4	blanda	25-50	arcilla pardo-amarilla
0.6	7	2	4	4	blanda	25-50	arcilla pardo-amarilla
0.7	9	3	5	5	media	50-100	arcilla pardo-amarilla
0.8	8	3	5	5	media	50-100	arcilla pardo-amarilla
0.9	7	2	4	5	media	50-100	arcilla pardo-amarilla
1.0	6	2	4	4	blanda	25-50	arcilla pardo-amarilla
1.1	8	3	5	4	blanda	25-50	arcilla pardo-amarilla
1.2	7	2	4	4	blanda	25-50	arcilla pardo-amarilla
1.3	7	2	4	6	media	50-100	arena limosa
1.4	10	3	6	6	media	50-100	arena limosa
1.5	13	4	8	6	media	50-100	arena limosa
1.6	10	3	6	6	media	50-100	arena limosa
1.7	9	3	5	6	media	50-100	arena limosa
1.8	11	4	7	6	media	50-100	arena limosa
1.9	9	3	5	4	blanda	25-50	arena limosa
2.0	6	2	4	4	blanda	25-50	arena limosa
2.1	6	2	4	4	blanda	25-50	arena limosa
2.2	9	3	5	5	media	50-100	arena limosa
2.3	9	3	5	5	media	50-100	arena limosa
2.4	8	3	5	5	media	50-100	arena limosa
2.5	11	4	7	5	media	50-100	
2.6	7	2	4	5	media	50-100	
2.7	9	3	5	5	media	50-100	
2.8	24	8	14	14	semidura	100-200	
2.9	21	7	13	14	semidura	100-200	
3.0	26	9	16	14	semidura	100-200	

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL#7 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 204.25N-541.3E Tipo de suelo. Nivel freático:

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)	Consistencia o cohesividad	Resistencia a la compresión simple [kPa]	Tipo de suelo
0.1	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.2	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.3	4	1	2	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.4	4	1	2	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.5	3	1	2	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.6	5	2	3	2 muy blanda	<0.25	capa vegetal
0.7	9	3	5	7 media	50-100	arcilla gris-café
0.8	13	4	8	7 media	50-100	arcilla gris-café
0.9	11	4	7	7 media	50-100	arcilla gris-café
1.0	9	3	5	4 blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
1.1	7	2	4	4 blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
1.2	6	2	4	4 blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
1.3	11	4	7	6 media	50-100	arcilla pardo-grisácea
1.4	9	3	5	6 media	50-100	arcilla pardo-grisácea
1.5	12	4	7	6 media	50-100	arcilla pardo-grisácea
1.6	16	5	10	9 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
1.7	14	5	8	9 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
1.8	13	4	8	9 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
1.9	10	3	6	6 media	50-100	arcilla pardo-grisácea
2.0	10	3	6	6 media	50-100	arcilla pardo-grisácea
2.1	10	3	6	6 media	50-100	arcilla pardo-grisácea
2.2	14	5	8	10 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
2.3	18	6	11	10 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
2.4	17	6	10	10 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
2.5	21	7	13	12 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
2.6	22	7	13	12 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
2.7	19	6	11	12 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
2.8	18	6	11	13 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
2.9	22	7	13	13 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
3.0	27	9	16	13 semidura	100-200	arcilla pardo-grisácea
3.1	37	13	22	28 dura	200-400	arcilla pardo-grisácea
3.2	43	15	26	28 dura	200-400	arcilla pardo-grisácea
3.3	58	20	35	28 dura	200-400	arcilla pardo-grisácea

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL#8 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 204.55N-540.5E Tipo de suelo Nivel freático: 1.60 m.

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)	Consistencia o compactad	Resistencia a la compresión simple [kPa]	Tipo de suelo	
0.1	5	2	3	5	media	50-100	capa vegetal
0.2	7	2	4	5	media	50-100	capa vegetal
0.3	11	4	7	5	media	50-100	capa vegetal
0.4	5	2	3	5	media	50-100	capa vegetal
0.5	14	5	8	5	media	50-100	capa vegetal
0.6	7	2	4	5	media	50-100	capa vegetal
0.7	8	3	5	5	media	50-100	arcilla pardo-grisáce.
0.8	10	3	6	5	media	50-100	arcilla pardo-grisáce.
0.9	7	2	4	5	media	50-100	arcilla pardo-grisáce.
1.0	6	2	4	4	blanda	25-50	arcilla pardo-grisáce.
1.1	5	2	3	4	blanda	25-50	arcilla pardo-grisáce.
1.2	7	2	4	4	blanda	25-50	arcilla pardo-grisáce.
1.3	8	3	5	5	media	50-100	arcilla pardo-grisáce.
1.4	9	3	5	5	media	50-100	arcilla pardo-grisáce.
1.5	10	3	6	5	media	50-100	arcilla pardo-grisáce.
1.6	11	4	7	6	media	50-100	arena limo-arcillosa
1.7	9	3	5	6	media	50-100	arena limo-arcillosa
1.8	8	3	5	6	media	50-100	arena limo-arcillosa
1.9	6	2	4	4	blanda	25-50	arena limo-arcillosa
2.0	8	3	5	4	blanda	25-50	arena limo-arcillosa
2.1	7	2	4	4	blanda	25-50	arena limo-arcillosa
2.2	9	3	5	6	media	50-100	arena limo-arcillosa
2.3	10	3	6	6	media	50-100	arena limo-arcillosa
2.4	11	4	7	6	media	50-100	arena limo-arcillosa
2.5	15	5	9	10	semidura	100-200	arena limo-arcillosa
2.6	18	6	11	10	semidura	100-200	arena limosa
2.7	19	6	11	10	semidura	100-200	arena limosa
2.8	15	5	9	11	semidura	100-200	arena limosa
2.9	16	5	10	11	semidura	100-200	arena limosa
3.0	25	9	15	11	semidura	100-200	arena limosa
3.1	15	5	9	10	semidura	100-200	arena limosa
3.2	17	6	10	10	semidura	100-200	arena limosa
3.3	19	6	11	10	semidura	100-200	arena limosa
3.4	26	9	16	13	semidura	100-200	arena limosa
3.5	21	7	13	13	semidura	100-200	arena limosa
3.6	20	7	12	13	semidura	100-200	arena limosa
3.7	30	10	18	20	dura	200-400	arena limosa
3.8	36	12	22	20	dura	200-400	arena limosa
3.9	36	12	22	20	dura	200-400	arena limosa
4.0	32	11	19	19	dura	200-400	arena limosa
4.1	32	11	19	19	dura	200-400	arena limosa
4.2	32	11	19	19	dura	200-400	arena limosa

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Numero de sondeo: DPL#9 Fecha: Sonda: DPL
 Localización: 205.05N-539.15E Tipo de suelo: Nivel freático:

Profundidad [m]	# de golpes DPL(N10)	# de golpes DPH(N10)	# golpes SPT(N30)	Consistencia o compacidad	Resistencia a la compresion simple [kPa]	Tipo de suelo	
0.1	10	3	6	4	blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
0.2	4	1	2	4	blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
0.3	4	1	2	4	blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
0.4	5	2	3	3	blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
0.5	5	2	3	3	blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
0.6	4	1	2	3	blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
0.7	5	2	3	4	blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
0.8	5	2	3	4	blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
0.9	8	3	5	4	blanda	25-50	arcilla pardo-grisácea
1.0	12	4	7	7	media	50-100	arcilla pardo-grisácea
1.1	10	3	6	7	media	50-100	arcilla pardo-grisácea
1.2	12	4	7	7	media	50-100	arcilla pardo-grisácea
1.3	12	4	7	7	media	50-100	arcilla pardo-grisácea
1.4	13	4	8	7	media	50-100	arcilla pardo-grisácea
1.5	11	4	7	7	media	50-100	arcilla pardo-grisácea
1.6	10	3	6	5	media	50-100	arcilla orgánica
1.7	9	3	5	5	media	50-100	arcilla orgánica
1.8	8	3	5	5	media	50-100	arcilla orgánica
1.9	10	3	6	6	media	50-100	arcilla orgánica
2.0	10	3	6	6	media	50-100	arcilla orgánica
2.1	8	3	5	6	media	50-100	arcilla orgánica
2.2	8	3	5	5	media	50-100	arcilla orgánica
2.3	8	3	5	5	media	50-100	arcilla orgánica
2.4	7	2	4	5	media	50-100	arcilla orgánica
2.5	8	3	5	5	media	50-100	arcilla orgánica
2.6	9	3	5	5	media	50-100	arcilla orgánica
2.7	8	3	5	5	media	50-100	arcilla orgánica
2.8	7	2	4	4	blanda	25-50	arcilla orgánica
2.9	7	2	4	4	blanda	25-50	
3.0	7	2	4	4	blanda	25-50	
3.1	5	2	3	4	blanda	25-50	
3.2	5	2	3	4	blanda	25-50	
3.3	9	3	5	4	blanda	25-50	
3.4	11	4	7	9	semidura	100-200	
3.5	14	5	8	9	semidura	100-200	
3.6	18	6	11	9	semidura	100-200	
3.7	20	7	12	12	semidura	100-200	
3.8	20	7	12	12	semidura	100-200	
3.9	21	7	13	12	semidura	100-200	
4.0	21	7	13	13	semidura	100-200	
4.1	21	7	13	13	semidura	100-200	
4.2	21	7	13	13	semidura	100-200	

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGIA
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Proyecto:		Perforación No:	
Localización:	Cartago	Muestra N.:	P H 17
Descripción del suelo:		Fecha :	26/05/94
Profundidad de la muestra:	180 m	Peso inicial (g):	200.00
Realizado por:	Javier A. y Julio H.		

Tamiz No	Diámetro [mm]	Peso retenido [g]	% retenido	% que pasa
2"	50.800		0.00	100.00
1 1/2"	38.100		0.00	100.00
1 1/4"	31.500		0.00	100.00
1"	25.400		0.00	100.00
3/4"	19.000		0.00	100.00
1/2"	12.700		0.00	100.00
3/8"	9.500		0.00	100.00
4	4.750		0.00	100.00
10	2.000		0.00	100.00
20	0.850	20.90	10.47	89.53
40	0.425	25.06	12.55	76.98
60	0.250	31.18	15.61	61.37
80	0.180	23.44	11.74	49.63
100	0.150	11.24	5.63	44.00
200	0.075	42.04	21.05	22.95
270	0.053	19.46	9.75	13.20
325	0.045	2.28	1.14	12.06
FONDO		24.08	12.06	
	total:	199.68	100.00	

Pérdida de material [g] : 0.32
 Pérdida de material [%] : 0.16

Porcentaje de grava:	0.00	D60 [mm]:	
Porcentaje de arenas:	77.05	D30 [mm]:	
Porcentaje de finos:	22.95	D10 [mm]:	
	100.00		

Límite líquido (wL%):	36.9	Coefficiente de uniformidad, Cu :	ERR
Límite plástico (wP%):	20.4	Coefficiente de concavidad, Cc :	ERR
Índice de plasticidad:	16.5		

Clasificación según Sistema Unificado de Clasificación de Suelos :

- Arena Arcillosa (SC), de Plasticidad Intermedia

LABORATORIO DE GEOTECNIA
 ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGIA
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Muestra : P H 17
 Descripción del suelo:
 Realizado por: Javier A. y Julio H.

Localización: Cartago
 Profundidad:
 Fecha: 26/05/94

LIMITE LIQUIDO [X]:	36.9				
No. de lata	18	10	11	4	1
Peso del suelo húmedo + lata [g] :	36.50	44.62	50.31	49.21	48.95
Peso del suelo seco + lata [g] :	31.17	35.74	40.62	38.84	38.17
Peso de la lata [g] :	13.21	13.13	13.79	14.12	12.96
Peso del suelo seco [g]:	17.96	23.61	26.83	24.72	25.21
Peso del agua [g] :	5.33	7.88	9.69	10.37	10.78
Contenido de Humedad % :	29.7	33.4	36.1	41.9	42.8
Número de golpes :	34	30	26	21	18
LIMITE PLASTICO [X] :	20.4				
No. de lata :	37	17	41		
Peso del suelo húmedo + lata [g] :	21.90	16.07	22.28		
Peso del suelo seco + lata [g] :	21.72	15.81	21.98		
Peso de la lata [g] :	20.81	14.59	20.49		
Peso del suelo seco [g]:	0.91	1.22	1.49		
Peso del agua [g] :	0.18	0.26	0.30		
Contenido de humedad [g]:	19.8	21.3	20.1		

INDICE DE PLASTICIDAD [X] : 16.5
 CLASIFICACION (BSI) : Arcilla de Plasticidad Intermedia (CI)

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGIA
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Proyecto: Acueducto de Grosi Perforación No:
 Localización: Pitahaya, Cartago Muestra N.: A / 1
 Descripción del suelo: Fecha : 15/06/94
 Profundidad de la muestra: 1.20 m Peso inicial (g): 50.00
 Realizado por: Javier A. y Julio H.

Tamiz No	Diámetro [mm]	Peso retenido [g]	% retenido	% que pasa
2"	50.800		0.00	100.00
1 1/2"	38.100		0.00	100.00
1 1/4"	31.500		0.00	100.00
1"	25.400		0.00	100.00
3/4"	19.000		0.00	100.00
1/2"	12.700		0.00	100.00
3/8"	9.500		0.00	100.00
4	4.750		0.00	100.00
10	2.000	1.30	2.62	97.38
20	0.850	6.18	12.44	84.94
40	0.425	9.85	19.83	65.11
60	0.250	8.41	16.93	48.18
80	0.180	5.94	11.96	36.22
100	0.150		0.00	36.22
200	0.075		0.00	36.22
270	0.053		0.00	36.22
325	0.045		0.00	36.22
FONDO		17.99	36.22	
	total:	49.67	100.00	

Pérdida de material (g) : 0.33
 Pérdida de material (%) : 0.66

Porcentaje de grava: 0.00 D60 [mm]:
 Porcentaje de arena: 63.78 D30 [mm]:
 Porcentaje de finos: 36.22 D10 [mm]:
 100.00

Límite líquido (wL%): Coeficiente de uniformidad, Cu : ERR
 Límite plástico (wP%): Coeficiente de concavidad, Cc : ERR
 Índice de plasticidad: 0.0

Clasificación según Sistema Unificado de Clasificación de Suelos :

- Arena bien gradada (SW)

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGIA
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Proyecto:	Acueducto de Orosi	Perforación No:	
Localización:	Guadalupe, Cartago	Muestra N.:	1-A
Descripción del suelo:		Fecha :	09/06/94
Profundidad de la muestra:	1.20 m.	Peso inicial [g]:	62.00
Realizado por:	Javier A. y Julio H.		

Tamiz No	Diámetro [mm]	Peso retenido [g]	% retenido	% que pasa
2"	50.800		0.00	100.00
1 1/2"	38.100		0.00	100.00
1 1/4"	31.500		0.00	100.00
1"	25.400		0.00	100.00
3/4"	19.000		0.00	100.00
1/2"	12.700		0.00	100.00
3/8"	9.500		0.00	100.00
4	4.750		0.00	100.00
10	2.000		0.00	100.00
20	0.850	16.33	26.46	73.54
40	0.425	12.01	19.46	54.08
60	0.250	7.34	11.89	42.18
80	0.180	4.10	6.64	35.54
100	0.150	1.65	2.67	32.86
200	0.075	9.19	14.89	17.97
270	0.053		0.00	17.97
325	0.045		0.00	17.97
FONDO		11.09	17.97	
total:		61.71	100.00	

Pérdida de material [g] : 0.29
 Pérdida de material [%] : 0.47

Porcentaje de grava:	0.00	D50 [mm]:
Porcentaje de arena:	82.03	D30 [mm]:
Porcentaje de finos:	17.97	D10 [mm]:
	100.00	

Límite líquido (wL%):	Coefficiente de uniformidad, Cu :	ERR
Límite plástico (pL%):	Coefficiente de concavidad, Cc :	ERR
Indice de plasticidad:	0.0	

Clasificación según Sistema Unificado de Clasificación de Suelos :

- Arena Bien Gradada (SW)

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGIA
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Proyecto: Acueducto de Orosi
 Localización: Guadalupe, Cartago
 Descripción del suelo:
 Profundidad de la muestra: 2.4 m.
 Realizado por: Javier A. y Julio H.

Perforación No:
 Muestra N.: 1-B
 Fecha : 09/06/94
 Peso inicial (g): 54.40

Tamiz No	Diámetro [mm]	Peso retenido [g]	% retenido	% que pasa
2"	50.800		0.00	100.00
1 1/2"	38.100		0.00	100.00
1 1/4"	31.500		0.00	100.00
1"	25.400		0.00	100.00
3/4"	19.000		0.00	100.00
1/2"	12.700		0.00	100.00
3/8"	9.500		0.00	100.00
4	4.750		0.00	100.00
10	2.000	7.79	14.35	85.65
20	0.850	10.94	20.15	65.51
40	0.425	10.05	18.51	47.00
60	0.250	6.49	11.95	35.05
80	0.180	5.82	10.72	24.33
100	0.150		0.00	24.33
200	0.075		0.00	24.33
270	0.053		0.00	24.33
325	0.045		0.00	24.33
FONDO		13.21	24.33	
	total:	54.30	100.00	

Pérdida de material (g) : 0.10
 Pérdida de material (%) : 0.18

Porcentaje de grava: 0.00 D60 [mm]:
 Porcentaje de arena: 75.67 D30 [mm]:
 Porcentaje de finos: 24.33 D10 [mm]:
 100.00

Límite líquido (wL%): Coeficiente de uniformidad, Cu : .ERR
 Límite plástico (wP%): Coeficiente de concavidad, Cc : ERR
 Índice de plasticidad: 0.0

Clasificación según Sistema Unificado de Clasificación de Suelos :

- Arena Bien Gradada (SW)

FACTOR DE RESISTENCIA A LA LICUEFACCION (Iwasaki et al., 1980)
LABORATORIO DE GEOTECNIA
ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Sondeo #: Fecha MAYO 1980
 Lugar: 6+700 MARGEN DERECHA RIO NAVARRO Sonda JOY-7

Aceleración máxima [%] 0.6		Aceleración máxima [gal]: 588		Peso unitario del suelo [kN/m ³]: 20.0		Nivel freático [m]: 3.5		Peso unitario del agua [kN/m ³]: 9.8		D50	rd	L	R	FL
Profundidad	SPT	Esfuerzo total	Nivel freático	Presión de poros	Esfuerzo efectivo	[kPa]	[kg/cm ²]	[mm]						
[m]		[kPa]		[kPa]	[kPa]									
0.0	9	0.0	0	0.0	0.0	0.00	1.5	1.000	ERR	0.266	ERR			
0.3	9	6.0	0	0.0	6.0	0.06	1.5	0.996	0.597	0.253	0.424			
0.6	9	12.0	0	0.0	12.0	0.12	1.5	0.991	0.595	0.242	0.407			
0.9	50	18.0	0	0.0	18.0	0.18	1.5	0.937	0.592	0.613	1.036			
1.2	50	24.0	0	0.0	24.0	0.24	1.5	0.932	0.589	0.592	1.004			
1.5	50	30.0	0	0.0	30.0	0.31	1.5	0.978	0.587	0.572	0.975			
1.8	50	36.0	0	0.0	36.0	0.37	1.5	0.973	0.584	0.554	0.949			
2.1	50	42.0	0	0.0	42.0	0.43	1.5	0.959	0.581	0.537	0.924			
2.4	50	48.0	0	0.0	48.0	0.49	1.5	0.964	0.578	0.522	0.902			
2.7	50	54.0	0	0.0	54.0	0.55	1.5	0.960	0.576	0.508	0.882			
3.0	100	60.0	0	0.0	60.0	0.61	1.5	0.955	0.573	0.720	1.257			
3.3	100	66.0	0	0.0	66.0	0.67	1.5	0.951	0.570	0.703	1.232			
3.6	100	72.0	1	1.0	71.0	0.72	1.5	0.946	0.575	0.689	1.197			
3.9	100	78.0	1	3.9	74.1	0.76	1.5	0.942	0.595	0.681	1.145			
4.2	100	84.0	1	6.9	77.1	0.79	1.5	0.937	0.612	0.673	1.100			
4.5	100	90.0	1	9.8	80.2	0.82	1.5	0.933	0.628	0.666	1.061			
4.8	100	96.0	1	12.7	83.3	0.85	1.5	0.928	0.642	0.659	1.026			
5.1	100	102.0	1	15.7	86.3	0.88	1.5	0.924	0.655	0.652	0.995			
5.4	100	108.0	1	18.6	89.4	0.91	1.5	0.919	0.666	0.645	0.968			
5.7	100	114.0	1	21.6	92.4	0.94	1.5	0.915	0.677	0.638	0.943			
6.0	100	120.0	1	24.5	95.5	0.97	1.5	0.910	0.686	0.632	0.921			
6.3	100	126.0	1	27.5	98.5	1.00	1.5	0.906	0.695	0.626	0.900			
6.6	100	132.0	1	30.4	101.6	1.04	1.5	0.901	0.702	0.619	0.882			
6.9	100	138.0	1	33.3	104.7	1.07	1.5	0.897	0.709	0.613	0.865			
7.2	100	144.0	1	36.3	107.7	1.10	1.5	0.892	0.715	0.608	0.849			
7.5	100	150.0	1	39.2	110.8	1.13	1.5	0.888	0.721	0.602	0.835			

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI		Sondeo #:		Fecha MAYO 1980							
Lugar: 6+700 MARGEN DERECHA RIO NAVARRO				Sonda JOY-7							
Aceleración máxima [%] 0.4		Aceleración máxima [gal]:		392							
Peso unitario del suelo [kN/m3]:		20.0		Nivel freático [m]: 3.5							
Peso unitario del agua [kN/m3]:		9.8									
Profundidad	SPT	Esfuerzo total	Nivel freático	Presión de poros	Esfuerzo efectivo	D50	rd	L	R	FL	
[m]		[kPa]		[kPa]	[kPa]	[kg/cm2]	[mm]				
0.0	9	0.0	0	0.0	0.0	0.00	1.5	1.000	ERR	0.266	ERR
0.3	9	6.0	0	0.0	6.0	0.06	1.5	0.996	0.398	0.253	0.636
0.6	9	12.0	0	0.0	12.0	0.12	1.5	0.991	0.396	0.242	0.610
0.9	50	18.0	0	0.0	18.0	0.18	1.5	0.987	0.395	0.613	1.555
1.2	50	24.0	0	0.0	24.0	0.24	1.5	0.982	0.393	0.592	1.506
1.5	50	30.0	0	0.0	30.0	0.31	1.5	0.978	0.391	0.572	1.462
1.8	50	36.0	0	0.0	36.0	0.37	1.5	0.973	0.389	0.554	1.423
2.1	50	42.0	0	0.0	42.0	0.43	1.5	0.969	0.387	0.537	1.387
2.4	50	48.0	0	0.0	48.0	0.49	1.5	0.964	0.386	0.522	1.353
2.7	50	54.0	0	0.0	54.0	0.55	1.5	0.960	0.384	0.508	1.323
3.0	100	60.0	0	0.0	60.0	0.61	1.5	0.955	0.382	0.720	1.885
3.3	100	66.0	0	0.0	66.0	0.67	1.5	0.951	0.380	0.703	1.848
3.6	100	72.0	1	1.0	71.0	0.72	1.5	0.946	0.384	0.689	1.796
3.9	100	78.0	1	3.9	74.1	0.76	1.5	0.942	0.397	0.681	1.718
4.2	100	84.0	1	6.9	77.1	0.79	1.5	0.937	0.408	0.673	1.650
4.5	100	90.0	1	9.8	80.2	0.82	1.5	0.933	0.419	0.666	1.591
4.8	100	96.0	1	12.7	83.3	0.85	1.5	0.928	0.428	0.659	1.539
5.1	100	102.0	1	15.7	86.3	0.88	1.5	0.924	0.437	0.652	1.493
5.4	100	108.0	1	18.6	89.4	0.91	1.5	0.919	0.444	0.645	1.452
5.7	100	114.0	1	21.6	92.4	0.94	1.5	0.915	0.451	0.638	1.415
6.0	100	120.0	1	24.5	95.5	0.97	1.5	0.910	0.457	0.632	1.381
6.3	100	126.0	1	27.5	98.5	1.00	1.5	0.906	0.463	0.626	1.351
6.6	100	132.0	1	30.4	101.6	1.04	1.5	0.901	0.468	0.619	1.323
6.9	100	138.0	1	33.3	104.7	1.07	1.5	0.897	0.473	0.613	1.297
7.2	100	144.0	1	36.3	107.7	1.10	1.5	0.892	0.477	0.608	1.274
7.5	100	150.0	1	39.2	110.8	1.13	1.5	0.888	0.481	0.602	1.252

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI		Sondeo #:		Fecha MAYO 1980							
Lugar: 6+700 MARGEN DERECHA RIO NAVARRO				Sonda JOY-7							
Aceleración máxima [%] 0.2		Aceleración máxima [gal]:		196							
Peso unitario del suelo [kN/m3]:		20.0		Nivel freático [m]: 3.5							
Peso unitario del agua [kN/m3]:		9.8									
Profundidad	SPT	Esfuerzo total	Nivel freático	Presión de poros	Esfuerzo efectivo	D50	rd	L	R	FL	
[m]		[kPa]		[kPa]	[kPa]	[mm]					
0.0	9	0.0	0	0.0	0.0	0.00	1.5	1.000	ERR	0.266	ERR
0.3	9	6.0	0	0.0	6.0	0.06	1.5	0.996	0.199	0.253	1.272
0.6	9	12.0	0	0.0	12.0	0.12	1.5	0.991	0.198	0.242	1.220
0.9	50	18.0	0	0.0	18.0	0.18	1.5	0.987	0.197	0.613	3.109
1.2	50	24.0	0	0.0	24.0	0.24	1.5	0.982	0.196	0.592	3.012
1.5	50	30.0	0	0.0	30.0	0.31	1.5	0.978	0.196	0.572	2.925
1.8	50	36.0	0	0.0	36.0	0.37	1.5	0.973	0.195	0.554	2.846
2.1	50	42.0	0	0.0	42.0	0.43	1.5	0.969	0.194	0.537	2.773
2.4	50	48.0	0	0.0	48.0	0.49	1.5	0.964	0.193	0.522	2.707
2.7	50	54.0	0	0.0	54.0	0.55	1.5	0.960	0.192	0.508	2.646
3.0	100	60.0	0	0.0	60.0	0.61	1.5	0.955	0.191	0.720	3.770
3.3	100	66.0	0	0.0	66.0	0.67	1.5	0.951	0.190	0.703	3.697
3.6	100	72.0	1	1.0	71.0	0.72	1.5	0.946	0.192	0.689	3.592
3.9	100	78.0	1	3.9	74.1	0.76	1.5	0.942	0.198	0.681	3.435
4.2	100	84.0	1	6.9	77.1	0.79	1.5	0.937	0.204	0.673	3.300
4.5	100	90.0	1	9.8	80.2	0.82	1.5	0.933	0.209	0.666	3.162
4.8	100	96.0	1	12.7	83.3	0.85	1.5	0.928	0.214	0.659	3.078
5.1	100	102.0	1	15.7	86.3	0.88	1.5	0.924	0.218	0.652	2.985
5.4	100	108.0	1	18.6	89.4	0.91	1.5	0.919	0.222	0.645	2.903
5.7	100	114.0	1	21.6	92.4	0.94	1.5	0.915	0.226	0.638	2.829
6.0	100	120.0	1	24.5	95.5	0.97	1.5	0.910	0.229	0.632	2.762
6.3	100	126.0	1	27.5	98.5	1.00	1.5	0.906	0.232	0.626	2.701
6.6	100	132.0	1	30.4	101.6	1.04	1.5	0.901	0.234	0.619	2.646
6.9	100	138.0	1	33.3	104.7	1.07	1.5	0.897	0.236	0.613	2.595
7.2	100	144.0	1	36.3	107.7	1.10	1.5	0.892	0.238	0.608	2.548
7.5	100	150.0	1	39.2	110.8	1.13	1.5	0.888	0.240	0.602	2.505

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Sondeo #: Fecha MAYO 1980
 Lugar: RIO TOYOGRES Sonda JOY-7

Aceleración máxima [%] 0.6

Aceleración máxima [gal]: 588

Peso unitario del suelo [kN/m³]:

17.2 Nivel freático [m]: 1.5

Peso unitario del agua [kN/m³]:

9.8

Profundidad	SPT	Esfuerzo total	Nivel freático	Presión de poros	Esfuerzo efectivo	D50	rd	L	R	FL
[m]		[kPa]		[kPa]	[kPa] [kg/cm ²]	[mm]				
0.0	46	0.0	0	0.0	0.0 0.00	1.5	1.000	ERR	0.665	ERR
0.3	46	5.2	0	0.0	5.2 0.05	1.5	0.996	0.597	0.640	1.071
0.6	46	10.3	0	0.0	10.3 0.11	1.5	0.991	0.595	0.617	1.037
0.9	46	15.5	0	0.0	15.5 0.16	1.5	0.987	0.592	0.596	1.007
1.2	46	20.6	0	0.0	20.6 0.21	1.5	0.982	0.589	0.577	0.979
1.5	46	25.8	1	0.0	25.8 0.26	1.5	0.978	0.587	0.560	0.954
1.8	46	31.0	1	2.9	28.0 0.29	1.5	0.973	0.645	0.553	0.856
2.1	46	36.1	1	5.9	30.2 0.31	1.5	0.969	0.694	0.546	0.786
2.4	46	41.3	1	8.8	32.5 0.33	1.5	0.964	0.736	0.539	0.733
2.7	46	46.4	1	11.8	34.7 0.35	1.5	0.960	0.771	0.533	0.691
3.0	26	51.5	1	14.7	36.9 0.38	0.425	0.955	0.801	0.415	0.517
3.3	26	56.8	1	17.7	39.1 0.40	0.425	0.951	0.828	0.410	0.495
3.6	26	61.9	1	20.6	41.3 0.42	0.425	0.946	0.850	0.406	0.477
3.9	26	67.1	1	23.5	43.5 0.44	0.425	0.942	0.870	0.402	0.461
4.2	39	72.2	1	26.5	45.8 0.47	2	0.937	0.888	0.460	0.518
4.5	39	77.4	1	29.4	48.0 0.49	2	0.933	0.903	0.455	0.504
4.8	42	82.6	1	32.4	50.2 0.51	2	0.928	0.916	0.469	0.512
5.1	42	87.7	1	35.3	52.4 0.53	0.425	0.924	0.927	0.495	0.534
5.4	29	92.9	1	38.2	54.6 0.56	0.425	0.919	0.937	0.405	0.432
5.7	29	98.0	1	41.2	56.9 0.58	0.425	0.915	0.946	0.401	0.424
6.0	29	103.2	1	44.1	59.1 0.60	0.075	0.910	0.954	0.557	0.594
6.3	54	108.4	1	47.1	61.3 0.62	0.075	0.906	0.961	0.714	0.743
6.6	54	113.5	1	50.0	63.5 0.65	0.075	0.901	0.966	0.709	0.734
6.9	59	118.7	1	53.0	65.7 0.67	0.075	0.897	0.971	0.729	0.751
7.2	59	123.8	1	55.9	67.9 0.69	0.075	0.892	0.976	0.725	0.743
7.5	59	129.0	1	58.8	70.2 0.72	0.075	0.888	0.979	0.720	0.735

FACTOR DE RESISTENCIA A LA LICUEFACCION (Iwasaki et al., 1980)
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGIA
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



Proyecto: ACUEDUCTO OROSI		Sondeo #:		Fecha MAYO 1980						
Lugar: RIO TOYOGRES				Sonda JOY-7						
Aceleración máxima [%] 0.4		Aceleración máxima [gal]:		392						
Peso unitario del suelo [kN/m3]:		17.2		Nivel freático [m]: 1.5						
Peso unitario del agua [kN/m3]:		9.8								
Profundidad	SPT	Esfuerzo total	Nivel freático	Presión de poros	Esfuerzo efectivo	D50	rd	L	R	FL
[m]		[kPa]		[kPa]	[kPa] [kg/cm2]	[mm]				
0.0	46	0.0	0	0.0	0.0 0.00	1.5	1.000	ERR	0.655	ERR
0.3	46	5.2	0	0.0	5.2 0.05	1.5	0.996	0.398	0.640	1.606
0.6	46	10.3	0	0.0	10.3 0.11	1.5	0.991	0.396	0.617	1.556
0.9	46	15.5	0	0.0	15.5 0.16	1.5	0.987	0.395	0.596	1.510
1.2	46	20.6	0	0.0	20.6 0.21	1.5	0.982	0.393	0.577	1.469
1.5	46	25.8	1	0.0	25.8 0.26	1.5	0.978	0.391	0.560	1.431
1.8	46	31.0	1	2.9	28.0 0.29	1.5	0.973	0.430	0.553	1.285
2.1	46	36.1	1	5.9	30.2 0.31	1.5	0.969	0.463	0.546	1.179
2.4	46	41.3	1	8.8	32.5 0.33	1.5	0.964	0.490	0.539	1.099
2.7	46	46.4	1	11.8	34.7 0.35	1.5	0.960	0.514	0.533	1.036
3.0	26	51.6	1	14.7	36.9 0.38	0.425	0.955	0.534	0.415	0.776
3.3	26	56.8	1	17.7	39.1 0.40	0.425	0.951	0.552	0.410	0.743
3.6	26	61.9	1	20.6	41.3 0.42	0.425	0.946	0.567	0.406	0.716
3.9	26	67.1	1	23.5	43.5 0.44	0.425	0.942	0.580	0.402	0.692
4.2	39	72.2	1	26.5	45.8 0.47	2	0.937	0.592	0.460	0.777
4.5	39	77.4	1	29.4	48.0 0.49	2	0.933	0.602	0.455	0.756
4.8	42	82.6	1	32.4	50.2 0.51	2	0.928	0.611	0.469	0.769
5.1	42	87.7	1	35.3	52.4 0.53	0.425	0.924	0.618	0.495	0.801
5.4	29	92.9	1	38.2	54.6 0.56	0.425	0.919	0.625	0.405	0.648
5.7	29	98.0	1	41.2	56.9 0.58	0.425	0.915	0.631	0.401	0.636
6.0	29	103.2	1	44.1	59.1 0.60	0.075	0.910	0.636	0.567	0.891
6.3	54	108.4	1	47.1	61.3 0.62	0.075	0.906	0.640	0.714	1.114
6.6	54	113.5	1	50.0	63.5 0.65	0.075	0.901	0.644	0.709	1.100
6.9	59	118.7	1	53.0	65.7 0.67	0.075	0.897	0.648	0.729	1.126
7.2	59	123.8	1	55.9	67.9 0.69	0.075	0.892	0.650	0.725	1.114
7.5	59	129.0	1	58.8	70.2 0.72	0.075	0.888	0.653	0.720	1.103

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI		Sondeo #:		Fecha MAYO 1980							
Lugar: RIO TOYOGRRES				Sonda JOY-7							
Aceleración máxima [%] 0.2				Aceleración máxima [gal]: 196							
Peso unitario del suelo [kN/m ³]:		17.2		Nivel freático [m]: 1.5							
Peso unitario del agua [kN/m ³]:		9.8									
Profundidad	SPT	Esfuerzo total	Nivel freático	Presión de poros	Esfuerzo efectivo	D50	rd	L	R	FL	
[m]		[kPa]		[kPa]	[kPa] [kg/cm ²]	[mm]					
0.0	46	0.0	0	0.0	0.0	0.00	1.5	1.000	ERR	0.665	ERR
0.3	46	5.2	0	0.0	5.2	0.05	1.5	0.996	0.199	0.640	3.212
0.6	46	10.3	0	0.0	10.3	0.11	1.5	0.991	0.198	0.617	3.111
0.9	46	15.5	0	0.0	15.5	0.16	1.5	0.987	0.197	0.596	3.020
1.2	46	20.6	0	0.0	20.6	0.21	1.5	0.982	0.196	0.577	2.938
1.5	46	25.8	1	0.0	25.8	0.26	1.5	0.978	0.196	0.560	2.862
1.8	46	31.0	1	2.9	28.0	0.29	1.5	0.973	0.215	0.553	2.569
2.1	46	36.1	1	5.9	30.2	0.31	1.5	0.969	0.231	0.546	2.358
2.4	46	41.3	1	8.8	32.5	0.33	1.5	0.964	0.245	0.539	2.199
2.7	46	46.4	1	11.8	34.7	0.35	1.5	0.960	0.257	0.533	2.073
3.0	26	51.6	1	14.7	36.9	0.38	0.425	0.955	0.267	0.415	1.552
3.3	26	56.8	1	17.7	39.1	0.40	0.425	0.951	0.276	0.410	1.486
3.6	26	61.9	1	20.6	41.3	0.42	0.425	0.946	0.283	0.406	1.431
3.9	26	67.1	1	23.5	43.5	0.44	0.425	0.942	0.290	0.402	1.384
4.2	39	72.2	1	26.5	45.8	0.47	2	0.937	0.296	0.460	1.555
4.5	39	77.4	1	29.4	48.0	0.49	2	0.933	0.301	0.455	1.513
4.8	42	82.6	1	32.4	50.2	0.51	2	0.928	0.305	0.469	1.537
5.1	42	87.7	1	35.3	52.4	0.53	0.425	0.924	0.309	0.495	1.603
5.4	29	92.9	1	38.2	54.6	0.56	0.425	0.919	0.312	0.405	1.295
5.7	29	98.0	1	41.2	56.9	0.58	0.425	0.915	0.315	0.401	1.271
6.0	29	103.2	1	44.1	59.1	0.60	0.075	0.910	0.318	0.567	1.782
6.3	54	108.4	1	47.1	61.3	0.62	0.075	0.906	0.320	0.714	2.229
6.6	54	113.5	1	50.0	63.5	0.65	0.075	0.901	0.322	0.709	2.201
6.9	59	118.7	1	53.0	65.7	0.67	0.075	0.897	0.324	0.729	2.252
7.2	59	123.8	1	55.9	67.9	0.69	0.075	0.892	0.325	0.725	2.228
7.5	59	129.0	1	58.8	70.2	0.72	0.075	0.888	0.326	0.720	2.206

FACTOR DE RESISTENCIA A LA LICUEFACCION (Iwasaki et al., 1980)

LABORATORIO DE GEOTECNIA.
 ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGIA
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



Proyecto: ACUEDUCTO OROSI			Sondeo #:		Fecha MAYO 1980						
Lugar: RIO REVENTADO					Sonda JOY-7						
Aceleración máxima [%]: 0.6			Aceleración máxima [gal]:		588						
Peso unitario del suelo [kN/m ³]:			16.5		Nivel freático [m]: 4.0						
Peso unitario del agua [kN/m ³]:			9.8								
Profundidad	SPT	Esfuerzo total	Nivel freático	Presión de poros	Esfuerzo efectivo	D50	rd	L	R	FL	
[m]		[kPa]		[kPa]	[kPa]	[kg/cm ²]	[mm]				
0.0	5	0.0	0	0.0	0.0	0.00	0.02	1.000	ERR	0.515	ERR
0.3	5	5.0	0	0.0	5.0	0.05	0.02	0.996	0.597	0.507	0.849
0.6	5	9.9	0	0.0	9.9	0.10	0.02	0.991	0.595	0.500	0.841
0.9	12	14.9	0	0.0	14.9	0.15	0.02	0.987	0.592	0.611	1.032
1.2	21	19.8	0	0.0	19.8	0.20	0.075	0.982	0.589	0.576	0.978
1.5	21	24.8	0	0.0	24.8	0.25	0.075	0.978	0.587	0.565	0.963
1.8	44	29.7	0	0.0	29.7	0.30	0.425	0.973	0.584	0.565	0.968
2.1	44	34.7	0	0.0	34.7	0.35	0.425	0.969	0.581	0.551	0.948
2.4	3	39.6	0	0.0	39.6	0.40	0.425	0.964	0.578	0.126	0.219
2.7	3	44.6	0	0.0	44.6	0.45	0.425	0.960	0.576	0.123	0.214
3.0	26	49.5	0	0.0	49.5	0.50	0.425	0.955	0.573	0.391	0.682
3.3	72	54.5	0	0.0	54.5	0.56	0.425	0.951	0.570	0.649	1.138
3.6	72	59.4	0	0.0	59.4	0.61	0.425	0.946	0.568	0.636	1.120
3.9	67	64.4	0	0.0	64.4	0.66	0.425	0.942	0.565	0.601	1.064
4.2	67	69.3	1	2.0	67.3	0.69	0.425	0.937	0.579	0.594	1.027
4.5	67	74.3	1	4.9	69.3	0.71	0.425	0.933	0.599	0.590	0.984
4.8	67	79.2	1	7.8	71.4	0.73	0.425	0.928	0.618	0.585	0.947
5.1	67	84.2	1	10.8	73.4	0.75	0.425	0.924	0.636	0.581	0.914
5.4	24	89.1	1	13.7	75.4	0.77	0.425	0.919	0.652	0.338	0.518
5.7	24	94.1	1	16.7	77.4	0.79	0.425	0.915	0.667	0.335	0.502
6.0	29	99.0	1	19.6	79.4	0.81	0.425	0.910	0.681	0.368	0.540
6.3	17	104.0	1	22.6	81.4	0.83	0.425	0.906	0.694	0.275	0.396
6.6	17	108.9	1	25.5	83.4	0.85	0.425	0.901	0.706	0.273	0.387
6.9	29	113.9	1	28.4	85.4	0.87	0.425	0.897	0.717	0.360	0.502
7.2	34	118.8	1	31.4	87.4	0.89	0.425	0.892	0.727	0.389	0.534
7.5	34	123.8	1	34.3	89.4	0.91	0.425	0.888	0.737	0.386	0.524

FACTOR DE RESISTENCIA A LA LICUEFACCION (Iwasaki et al., 1980)

LABORATORIO DE GEOTECNIA
 ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGIA
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



Proyecto: ACUEDUCTO OROSI Sondeo #: Fecha MAYO 1980
 Lugar: RIO REVENTADO Sonda JOY-7

Aceleración máxima [%] 0.2 Aceleración máxima [gal]: 196
 Peso unitario del suelo [kN/m3]: 16.5 Nivel freático [m]: 4.0
 Peso unitario del agua [kN/m3]: 9.8

Profundidad	SPT	Esfuerzo total	Nivel freático	Presión de poros	Esfuerzo efectivo	D50	rd	L	R	FL
[m]		[kPa]		[kPa]	[kPa] [kg/cm ²]	[mm]				
0.0	5	0.0	0	0.0	0.0 0.00	0.02	1.000	ERR	0.515	ERR
0.3	5	5.0	0	0.0	5.0 0.05	0.02	0.996	0.199	0.507	2.548
0.6	5	9.9	0	0.0	9.9 0.10	0.02	0.991	0.198	0.500	2.523
0.9	12	14.9	0	0.0	14.9 0.15	0.02	0.987	0.197	0.611	3.096
1.2	21	19.8	0	0.0	19.8 0.20	0.075	0.982	0.196	0.576	2.933
1.5	21	24.8	0	0.0	24.8 0.25	0.075	0.978	0.196	0.565	2.868
1.8	44	29.7	0	0.0	29.7 0.30	0.425	0.973	0.195	0.565	2.905
2.1	44	34.7	0	0.0	34.7 0.35	0.425	0.969	0.194	0.551	2.845
2.4	3	39.6	0	0.0	39.6 0.40	0.425	0.964	0.193	0.126	0.656
2.7	3	44.6	0	0.0	44.6 0.45	0.425	0.960	0.192	0.123	0.642
3.0	26	49.5	0	0.0	49.5 0.50	0.425	0.955	0.191	0.391	2.046
3.3	72	54.5	0	0.0	54.5 0.56	0.425	0.951	0.190	0.649	3.414
3.6	72	59.4	0	0.0	59.4 0.61	0.425	0.946	0.189	0.636	3.361
3.9	67	64.4	0	0.0	64.4 0.66	0.425	0.942	0.188	0.601	3.192
4.2	67	69.3	1	2.0	67.3 0.69	0.425	0.937	0.193	0.594	3.081
4.5	67	74.3	1	4.9	69.3 0.71	0.425	0.933	0.200	0.590	2.953
4.8	67	79.2	1	7.8	71.4 0.73	0.425	0.926	0.206	0.585	2.841
5.1	67	84.2	1	10.8	73.4 0.75	0.425	0.924	0.212	0.581	2.742
5.4	24	89.1	1	13.7	75.4 0.77	0.425	0.919	0.217	0.338	1.554
5.7	24	94.1	1	16.7	77.4 0.79	0.425	0.915	0.222	0.335	1.507
6.0	29	99.0	1	19.6	79.4 0.81	0.425	0.910	0.227	0.368	1.620
6.3	17	104.0	1	22.6	81.4 0.83	0.425	0.906	0.231	0.275	1.189
6.6	17	108.9	1	25.5	83.4 0.85	0.425	0.901	0.235	0.273	1.161
6.9	29	113.9	1	28.4	85.4 0.87	0.425	0.897	0.239	0.360	1.506
7.2	34	118.8	1	31.4	87.4 0.89	0.425	0.892	0.242	0.389	1.603
7.5	34	123.8	1	34.3	89.4 0.91	0.425	0.888	0.246	0.386	1.572

Proyecto: ACUEDUCTO OROSI		Sondeo #:		Fecha MAYO 1980							
Lugar: RIO REVENTADO				Sonda JOY-7							
Aceleración máxima [%] 0.4		Aceleración máxima [gal]:		392							
Peso unitario del suelo [kN/m ³]:		16.5		Nivel freático [m]: 4.0							
Peso unitario del agua [kN/m ³]:		9.8									
Profundidad	SPT	Esfuerzo total	Nivel freático	Presión de poros	Esfuerzo efectivo	D50	rd	L	R	FL	
[m]		[kPa]		[kPa]	[kPa]	[mm]					
0.0	5	0.0	0	0.0	0.0	0.00	0.02	1.000	ERR	0.515	ERR
0.3	5	5.0	0	0.0	5.0	0.05	0.02	0.996	0.398	0.507	1.274
0.6	5	9.9	0	0.0	9.9	0.10	0.02	0.991	0.396	0.500	1.261
0.9	12	14.9	0	0.0	14.9	0.15	0.02	0.987	0.395	0.611	1.548
1.2	21	19.8	0	0.0	19.8	0.20	0.075	0.982	0.393	0.576	1.467
1.5	21	24.8	0	0.0	24.8	0.25	0.075	0.978	0.391	0.565	1.444
1.8	44	29.7	0	0.0	29.7	0.30	0.425	0.973	0.389	0.565	1.452
2.1	44	34.7	0	0.0	34.7	0.35	0.425	0.969	0.387	0.551	1.423
2.4	3	39.6	0	0.0	39.6	0.40	0.425	0.964	0.386	0.126	0.328
2.7	3	44.6	0	0.0	44.6	0.45	0.425	0.960	0.384	0.123	0.321
3.0	26	49.5	0	0.0	49.5	0.50	0.425	0.955	0.382	0.391	1.023
3.3	72	54.5	0	0.0	54.5	0.56	0.425	0.951	0.380	0.649	1.707
3.6	72	59.4	0	0.0	59.4	0.61	0.425	0.946	0.378	0.536	1.681
3.9	67	64.4	0	0.0	64.4	0.66	0.425	0.942	0.377	0.601	1.595
4.2	67	69.3	1	2.0	67.3	0.69	0.425	0.937	0.386	0.534	1.540
4.5	67	74.3	1	4.9	69.3	0.71	0.425	0.933	0.399	0.590	1.476
4.8	67	79.2	1	7.8	71.4	0.73	0.425	0.928	0.412	0.585	1.420
5.1	67	84.2	1	10.8	73.4	0.75	0.425	0.924	0.424	0.581	1.371
5.4	24	89.1	1	13.7	75.4	0.77	0.425	0.919	0.435	0.338	0.777
5.7	24	94.1	1	16.7	77.4	0.79	0.425	0.915	0.445	0.335	0.754
6.0	29	99.0	1	19.6	79.4	0.81	0.425	0.910	0.454	0.368	0.810
6.3	17	104.0	1	22.6	81.4	0.83	0.425	0.906	0.463	0.275	0.595
6.6	17	108.9	1	25.5	83.4	0.85	0.425	0.901	0.471	0.273	0.580
6.9	29	113.9	1	28.4	85.4	0.87	0.425	0.897	0.478	0.360	0.753
7.2	34	118.8	1	31.4	87.4	0.89	0.425	0.892	0.485	0.389	0.802
7.5	34	123.8	1	34.3	89.4	0.91	0.425	0.888	0.491	0.386	0.786