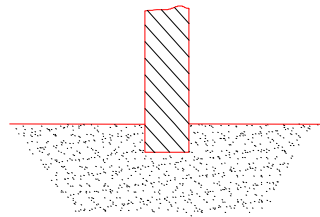




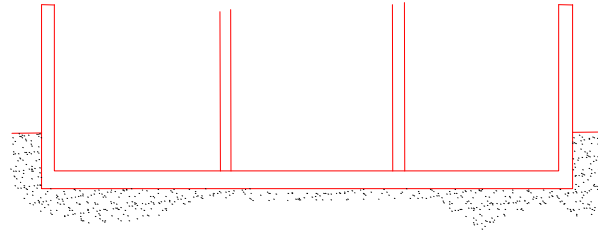
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
SECCIÓN DE POST GRADO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES PROFUNDAS PARA PUENTES

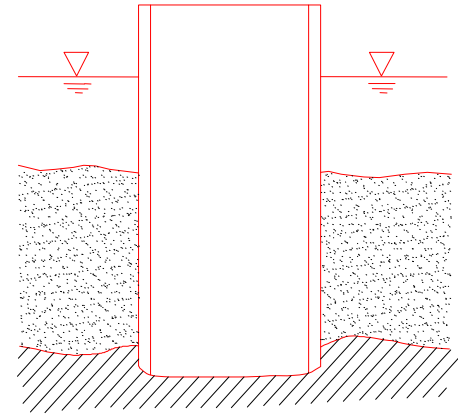
Dr. Jorge E. Alva Hurtado



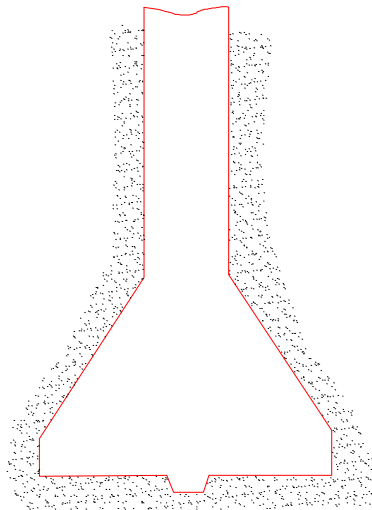
ZAPATAS



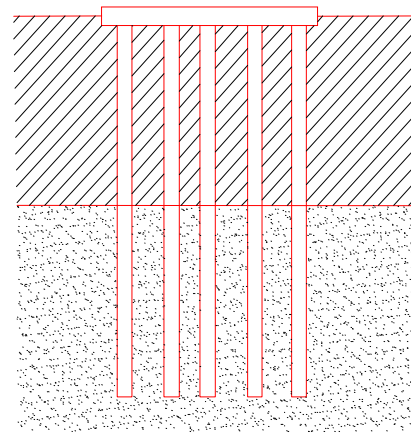
PLATEAS



CIMENTACION DE MUELLE



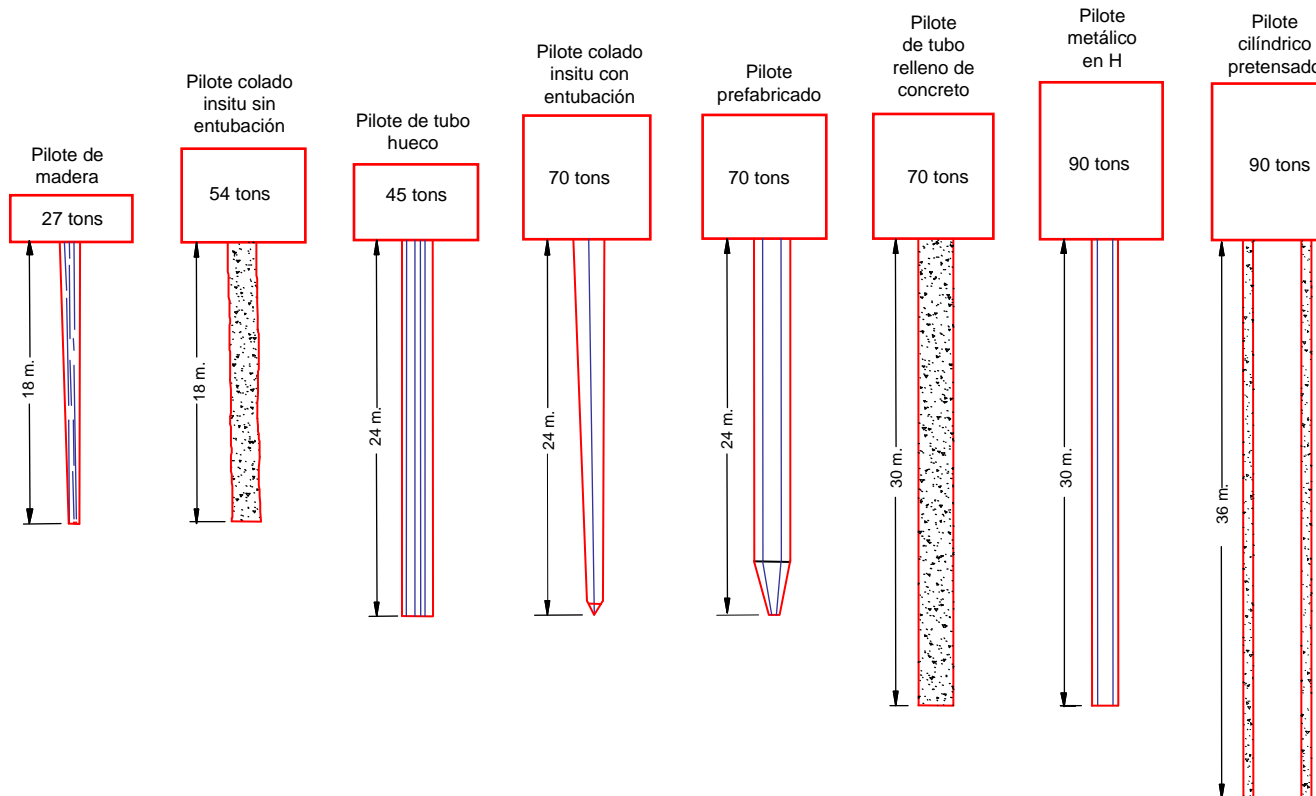
CAISSON



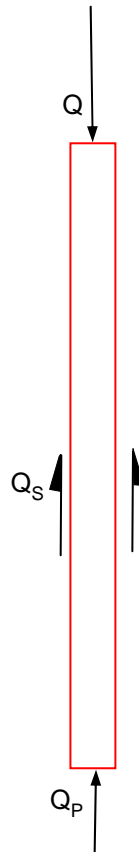
PILOTES

Suelo
blando

TIPOS DE CIMENTACIONES



LONGITUD Y CARGAS MÁXIMAS HABITUALES DE DISTINTOS TIPOS DE PILOTES (VALORES DE DISEÑO). TAMBIÉN SON USUALES CARGAS Y LONGITUDES MAYORES. (CARSON, 1965).



Q = Capacidad de carga del pilote

Q_p = Resistencia por la punta

Q_s = Resistencia por el fuste

$$Q = Q_p + Q_s$$

Resistencia por la punta:

$$Q_p = A_p (\Delta q_s)_u$$

A_p = Area de la punta

$$(\Delta q_s)_u = \bar{c}N_c + \frac{\gamma B N \gamma}{2} + \gamma d N q$$

Resistencia por el fuste:

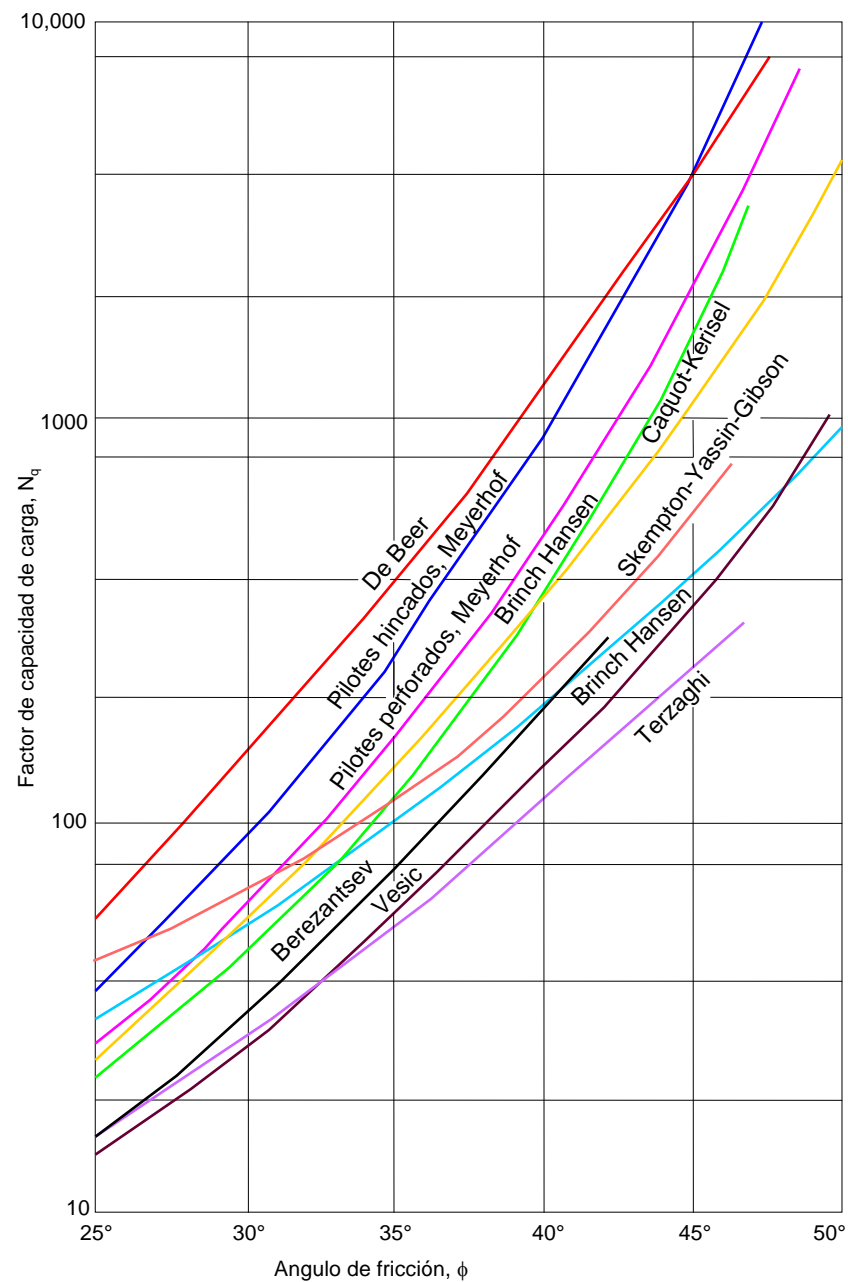
$$Q_s = \Sigma (\Delta L) (a_s) / S_s$$

ΔL = Incremento de longitud del pilote

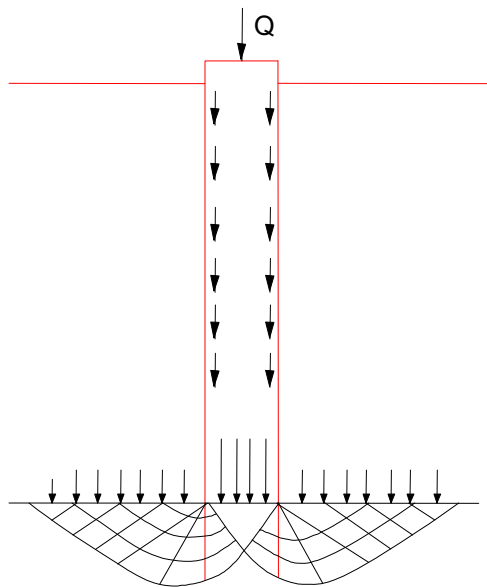
a_s = área lateral del pilote en ΔL

S_s = resistencia unitaria por el fuste

CAPACIDAD DE CARGA DE UN PILOTE

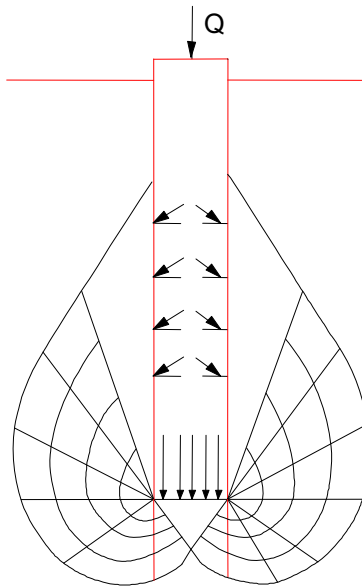


FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA PARA CIMENTACIONES PROFUNDAS CIRCULARES (VESIC, 1967)



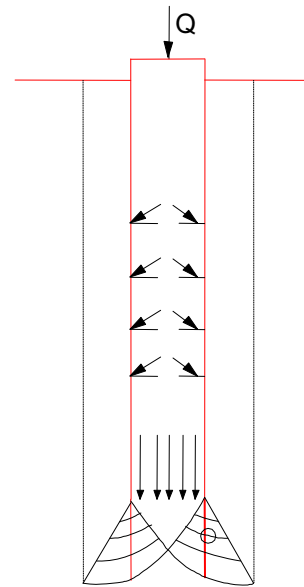
(a)

Prandtl
Reissner
Caquot
Buisman
Terzaghi



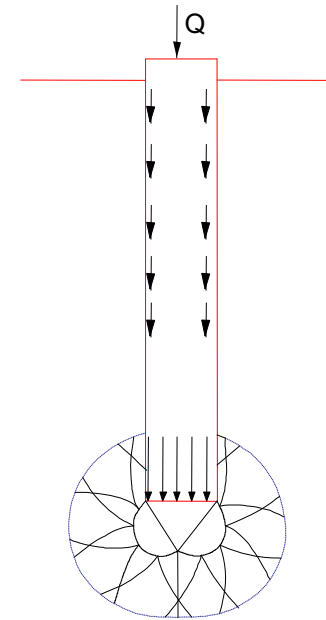
(b)

DeBeer
Jáky
Meyerhof



(c)

Berezantsev y
Yaroshenko
Vesic



(d)

Bishop, Hill y Mott
Skempton, Yassin,
y Gibson

FORMAS DE FALLA SUPUESTAS BAJO CIMENTACIONES PROFUNDAS (VESIC, 1967)

CIMENTACIONES PROFUNDAS PARA PUENTES

Cimentación con Pilotes

- Pilotes Hincados
- Pilotes Llenados In-Situ
- Pilotes Inyectados de Pequeño Diámetro

Cimentación con Caissones o Cajones de Cimentación

- Caisson Abierto
- Caisson Cerrado
- Caisson Neumático



PILOTE FRANKI. INTERCAMBIO VIAL CALLAO



**LOS PILOTES FRANKI DESENTERRADOS DURANTE INVESTIGACIONES
EN KONTICH – BELGICA**



PILOTE HINCADO DE ACERO. PUENTE YAVERIJA



HINCADO DE PILOTES PUENTE YAVERIJA. MADRE DE DIOS



**POZO PERFORADO. MARGEN IZQUIERDA NUEVO
PUENTE AGUAYTÍA**



**CAJONES DE CIMENTACIÓN. PILAR Y ESTRIBO MARGEN DERECHA
PUENTE YURACYACU**



**DETALLE DE CAMPANA NEUMÁTICA. ESTRIBO MARGEN IZQUIERDA DEL
PUENTE YURACYACU**





METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS CON CIMENTACIÓN DE PILOTES

Se presenta a continuación la metodología utilizada en el análisis de la capacidad portante y el asentamiento de la cimentación por pilotes en puentes.

Evaluación de la Capacidad de Carga

En base a los resultados de los ensayos de penetración estándar, la estratigrafía y las dimensiones y profundidad de los pilotes se evalúa la capacidad de carga axial mediante metodologías de fórmulas empíricas y analíticas.

Capacidad de Carga Mediante Fórmulas Empíricas

Se utiliza el programa de cómputo FEPC desarrollado en el CISMID-UNI para el cálculo de capacidad última de pilotes individuales. Los datos que se requieren son el número de estratos, la profundidad del sondaje, la profundidad final de cada estrato, el tipo de suelo, el peso unitario del suelo, los valores de N con la profundidad, el factor de seguridad, el diámetro del pilote y su largo.

Las fórmulas empíricas utilizadas son las de Aoki-Velloso, Decourt-Quaresma, PP. Velloso y Meyerhof. Se aplica luego el cálculo de la eficiencia del grupo de pilotes.

Capacidad de Carga Mediante el Método Analítico

Este método determina que la capacidad de carga de un pilote individual se desarrolla mediante la resistencia por fricción en el fuste y la capacidad de soporte en la punta.

La ecuación básica es la siguiente:

Donde :

$$Q = Q_p + Q_s$$
$$Q_p = A_p \times q_p$$
$$Q_s = \int_0^L f_s \, C_d \, dz$$

Las expresiones anteriores son:

- A_p = área de la sección en la punta
- q_p = capacidad portante en la punta
- f_s = resistencia unitaria a la fricción
- C_d = perímetro efectivo del pilote
- L = longitud del pilote en contacto con el suelo
- z = profundidad

La resistencia por fricción y por punta puede determinarse en base a esfuerzos totales o esfuerzos efectivos. El programa de cómputo SPILE del FHWA se utiliza para el cálculo de la capacidad de carga axial por el método analítico. También existen hojas de cálculo y otros programas de cómputo, SPT97 (U. Florida), GROUP (U. Texas) etc.

Cálculo de Asentamientos

La predicción del asentamiento de un pilote es un problema complejo, debido a la perturbación y cambios en el suelo por la instalación del pilote y la incertidumbre sobre la posición exacta de la transferencia de carga del pilote al suelo.

Los métodos recomendados para determinar el asentamiento de pilotes en suelo granular son: método semiempírico, empírico y ensayo de carga. El ensayo de carga se realiza por lo general previamente a la construcción de la cimentación y después de construido el pilotaje.

El método semiempírico indica que el asentamiento de un pilote está dado por la siguiente ecuación:

$$S_t = S_s + S_p + S_{ps}$$

Donde :

S_s = asentamiento debido a la deformación del fuste

S_p = asentamiento de la base por la transferencia de carga

S_{ps} = asentamiento del fuste por la transferencia de carga

Las componentes se determinan separadamente y luego se suman.

El método empírico para el asentamiento de un pilote hincado se calcula de la siguiente expresión:

$$S_t = \frac{B}{100} + \frac{Q_{va} L}{A_p E_p}$$

Donde :

B = diámetro del pilote en pulgadas

Q_{va} = carga aplicada en libras

A_p = área transversal del pilote en pulgadas cuadradas

L = longitud del pilote en pulgadas

E_p = módulo de elasticidad en libras por pulgada²

Fórmulas de Hinca

Las fórmulas de hinca tratan de relacionar la capacidad portante de un pilote con su resistencia al hincado. A pesar de sus limitaciones, las fórmulas de hinca pueden ayudar al ingeniero a evaluar las condiciones del terreno en un pilotaje, revelando variaciones que no fueron aparentes en la investigación de campo. Se utiliza las fórmulas de hincado del Engineering News Record.

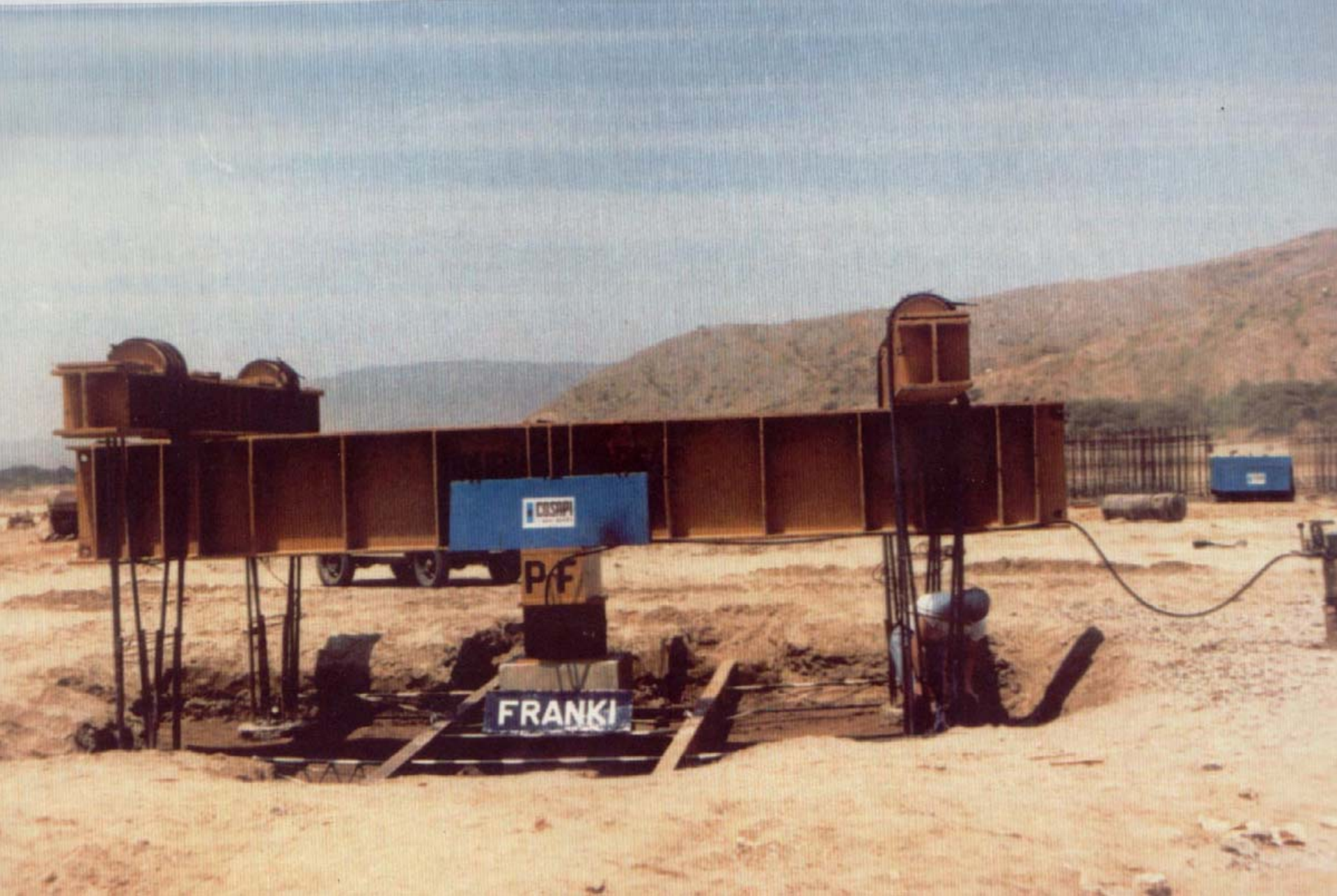
Ensayo de Carga

La única manera segura de certificar la capacidad de carga de un pilote y su asentamiento es realizar ensayos de carga. En los proyectos se incluye la realización de ensayos de carga en pilotes, siguiendo la norma ASTM D-1143. Existen distintas metodologías para determinar la carga última en base al ensayo de capacidad de carga.

Cuando se realiza ensayos de carga en el caso de utilizar cimentación por pilotes, se puede utilizar un factor de seguridad de 2.0.

Carga Lateral en Pilotes

Existen diversas metodologías para evaluar la carga lateral de pilotes. Las analíticas: Broms, Poulos y Davis y las basadas en el método p-y del Profesor Reese de la Universidad de Texas. El programa de cómputo COM624P es muy popular y se aplica a suelo granular y suelo cohesivo. También existe norma ASTM para el ensayo de carga lateral.



PRUEBAS DE CARGA



PRUEBAS DE CARGA



ENSAYO DE CARGA EN PUENTE YAVERIJA. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS UNI



CELDA DE CARGA, DIALES Y BASE ENCIMA DEL PILOTE

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN CON CAISSONES

Se presenta a continuación la metodología utilizada en el análisis de la capacidad portante y el asentamiento de la cimentación mediante cajones de cimentación (caissons) en puentes.

Capacidad de Carga en la Base del Caisson

La capacidad de carga en la base de suelos cohesivos es:

$$Q_B = A_B C_u N_c^*$$

Donde :

Q_B = capacidad de carga última del caisson en la base

A_B = área de la base

C_u = resistencia cortante no drenada

N_c^* = generalmente igual a 9

La capacidad de carga en la base de suelos granulares es:

Primera Metodología

$$Q_B = A_B \sigma'_v N_q^*$$

Donde :

Q_B = capacidad de carga última del caisson en la base

A_B = área de la base

σ'_v = esfuerzo efectivo vertical en la base

N_q^* = factor que depende del ángulo de fricción

Segunda Metodología

$$Q_B = A_B \left[\left(\frac{1+2K_0}{3} \right) N_{\sigma}^* \right] \sigma'_v$$

Donde :

A_B = área de la base

K_0 = coeficiente lateral de tierra = $1 - \text{sen } \phi$

ϕ = ángulo de fricción interna

σ'_v = esfuerzo efectivo vertical en la base

El valor de N_{σ}^* se calcula en base al ángulo de fricción del terreno y el valor de I_{rr}

$$I_{rr} = I_r = \frac{E_s}{2(1+u)\sigma'_v \text{tg } \phi}$$

Donde :

E_s = módulo de elasticidad

u = coeficiente de Poisson

I_{rr} = índice de rigidez reducido para el suelo

De las metodologías se escoge el menor valor.

Capacidad de Carga por Fricción en las Paredes

Suelos Cohesivos

$$Q_s = \sum_0^{L_1} \propto C_u p \Delta L$$

Donde :

Q_s = capacidad de carga última por fricción

\propto = coeficiente que varía de 0.35 a 0.60

C_u = resistencia no drenada

p = perímetro del Caisson

ΔL = tramo longitudinal analizado

Suelos Granulares

$$Q_s = \int_{L=0}^{L=L} p K_o \sigma'_v \operatorname{tg} \delta \Delta L$$

Donde :

K_o = coeficiente lateral de reposo = $1 - \operatorname{sen} \phi$

σ'_v = esfuerzo efectivo vertical a la profundidad Z

δ = $2/3 \phi$

ΔL = tramo longitudinal analizado

Cálculo de la Capacidad Admisible

La capacidad admisible viene dada por la expresión:

$$Q_{ad} = \frac{Q_B + Q_s}{FS}$$

Donde :

Q_{ad} = capacidad admisible

FS = factor de seguridad

Cálculo de Asentamientos

El asentamiento de un caisson bajo carga axial de trabajo viene dado por la siguiente expresión:

$$S_t = S_1 + S_2 + S_3$$

Donde :

S_t = asentamiento total del caisson

S_1 = asentamiento por deformación axial

S_2 = asentamiento por carga de trabajo en la base

S_3 = asentamiento por carga de fricción

Asentamiento por Deformación Axial

$$S_i = \frac{(Q_{Bad} + \alpha Q_{Sad}) L}{A_B E_c}$$

Donde :

Q_{Bad} = capacidad admisible en la base

Q_{Sad} = capacidad admisible por fricción

A_B = área de la base del caisson

α = coeficiente de distribución de presión lateral

E_c = módulo de Young del concreto

L = longitud del caisson

Asentamiento por Carga de Trabajo en la Base

$$S_2 = \frac{q_B B}{E_s} (1 - u^2) I_w I_p$$

Donde :

q_B = carga unitaria admisible en la base

B = lado del caisson

E_s = módulo de Young del suelo

u = relación de Poisson del suelo

I_w = factor de influencia de capa rígida

I_p = factor de influencia de profundidad de cimentación

Asentamiento por Carga de Fricción

$$S_3 = \frac{Q_{Sad}}{pL} \frac{B}{E_s} + (1 - u^2) I_f$$

Donde :

Q_{Sad} = capacidad de carga por fricción

p = perímetro del caisson

B = lado del caisson

u = relación del Poisson

L = longitud del caisson

E_s = módulo de Young del suelo

I_f = factor de influencia

$$I_f = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{B}}$$

Cálculo del Espesor de la Capa de Concreto

$$t = 0.866B_i \sqrt{\frac{q}{f_c (1+1.61) \left(\frac{L_i}{B_i}\right)}}$$

Donde :

- t = espesor de la capa de concreto
- q = presión unitaria en la base
- f_c = resistencia del concreto a la flexión
- B_i = ancho del caisson
- L_i = longitud del caisson

$$q = H\gamma_w - t\gamma_c$$

Donde :

- γ_w = peso volumétrico del agua
- H = altura del nivel freático
- γ_c = peso volumétrico del concreto
- t = espesor de la capa de suelo

Verificación de Corte Perimetral

$$\frac{v = A_i H \gamma_w - A_i t \gamma_c}{P_i t}$$

Donde :

- A_i = $L_i B_i$
- P_i = perímetro interior del caisson

La resistencia perimetral debe ser menor que el esfuerzo cortante permisible (v_u)

$$v_u \left(\frac{MN}{m^2} \right) = 0.17 \phi \sqrt{f'_c (MN / m^2)}$$

Donde :

$$\phi = 0.85$$

Verificación por Subpresión

Si el caisson se desagua completamente, las fuerzas de subpresión hacia arriba pueden calcularse de

$$F_u (B_o L_o) H \gamma_w$$

La fuerza hacia abajo (F_d) es causada por el peso del caisson, la capa de sello de espesor t y la resistencia a la fricción en la interfase caisson-suelo (Q_s), luego:

$$F_d = W_c + W_s + Q_s$$

Donde :

W_c = peso del caisson

W_s = peso de la capa de sello

Q_s = resistencia a la fricción

PUENTE CASCAJAL

- Ubicado en el Km 98+350 de la antigua Carretera Panamericana Norte Chiclayo-Olmos-Piura.
- El puente sufrió asentamientos en el Pilar N° 1 que se acentuaron durante El Niño de 1983. Se reparó el pilar en 1995.
- En el puente existen depósitos fluviales de conglomerados con matriz arenosa. Por debajo existe roca del Complejo Olmos formada por filitas y esquistos. Existen arenas y limos sobre los depósitos fluviales.
- El puente tiene una longitud de 72.5 metros y 5 tramos simplemente apoyados. El puente originalmente era de una sola vía, ampliándose en 1954 a dos vías. Posteriormente se agregó un puente losa .

- El fenómeno de El Niño de 1998 ocasionó la falla del Pilar N° 2 por asentamiento, colocándose, un puente Bailey apoyado en los Pilares N° 1 y N° 3.
- De acuerdo a los planos del MTC, el estribo izquierdo tiene cimentación superficial, el Pilar N° 1 tiene 24 pilotes de 6" de diámetro y 5 mts de longitud. Los Pilares N° 2, 3 y 4 tienen 24 pilotes de 8" de diámetro y 8 mts de longitud. El estribo derecho tiene 42 pilotes de 8" de diámetro y 5 mts de longitud.
- Durante El Niño del 98 se protegió con enrocados el estribo de la margen izquierda.

- Para el diseño del nuevo puente Cascajal en 1998 se ejecutaron 8 líneas de refracción sísmica con un total de 590 mts. El perfil está formado por arena o grava saturada hasta 9.0 mts. Luego roca alterada y firme del Complejo Olmos. También se ejecutaron 2 sondajes de SPT hasta 13 mts y 4 auscultaciones con cono Peck hasta los 11 mts.
- El diseño del nuevo puente Cascajal considera en cada pilar 4 pilotes perforados de 1.00 mt de diámetro y 24.50 mts de longitud.
- En este año el MTC ha realizado 5 perforaciones diamantinas hasta 25 mts. La UNI ha realizado líneas de refracción sísmica y ensayos SPT y cono Peck.
- El diseño del refuerzo del puente Cascajal considera en cada pilar 6 pilotes perforados de 0.60 mt de diámetro y 12.69 mts de longitud.



PUENTE CASCAJAL. EL PILAR Nº 2 FALLÓ EN EL NIÑO DEL 98, EL PILAR Nº 1 HABÍA FALLADO EN EL 83. SE HA COLOCADO UN PUENTE BAILEY QUE SE APOYA EN LOS PILARES 1 Y 3



PUENTE CASCAJAL. VISTA DE LA MARGEN DERECHA



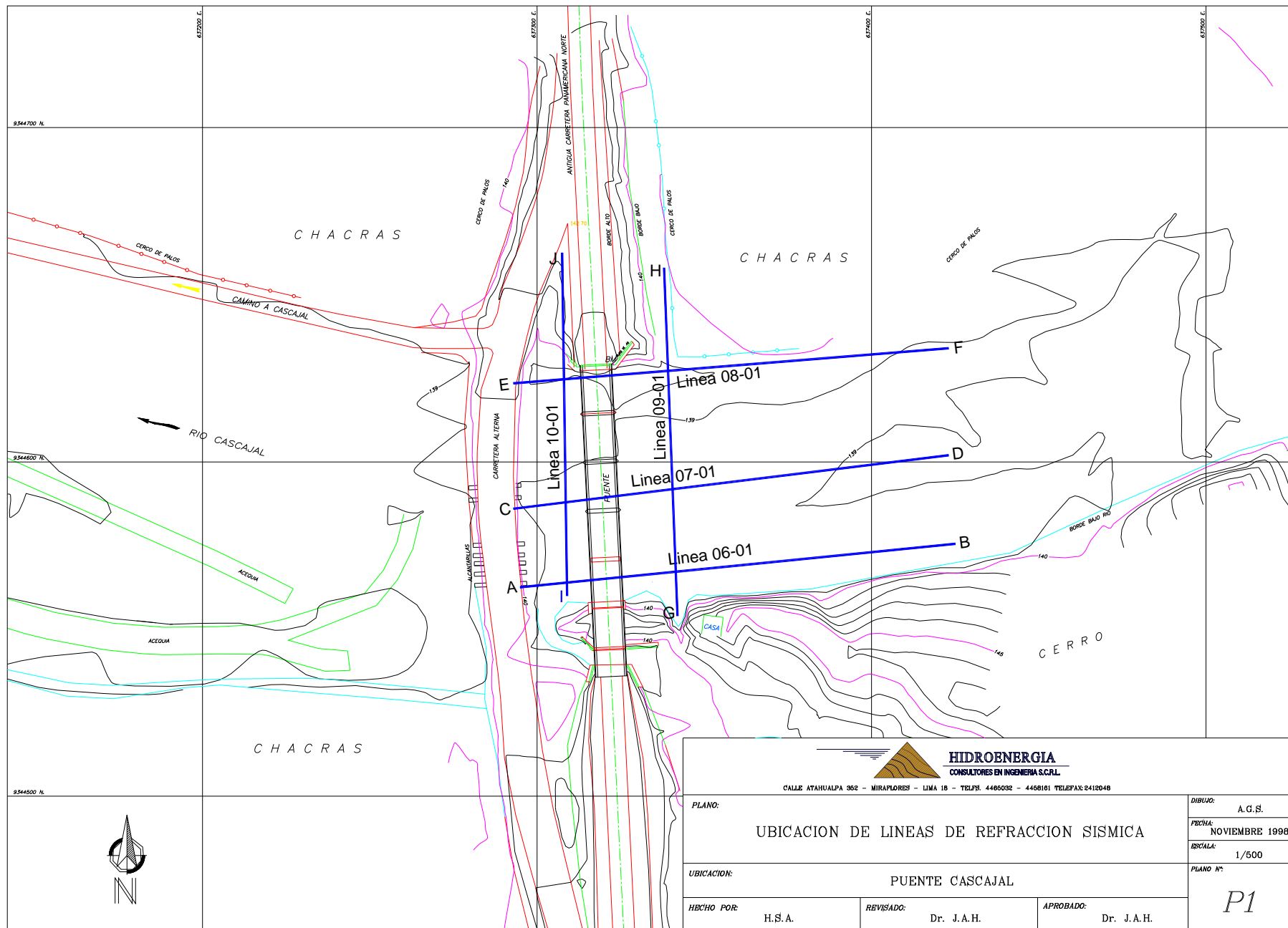
PUENTE CASCAJAL. VISTA DESDE AGUAS ABAJO DEL PILAR N° 2 ASENTADO




PUENTE CASCAJAL. VISTA DESDE AGUAS ARRIBA AL ESTRIBO ASENTADO. 48
MARGEN IZQUIERDA

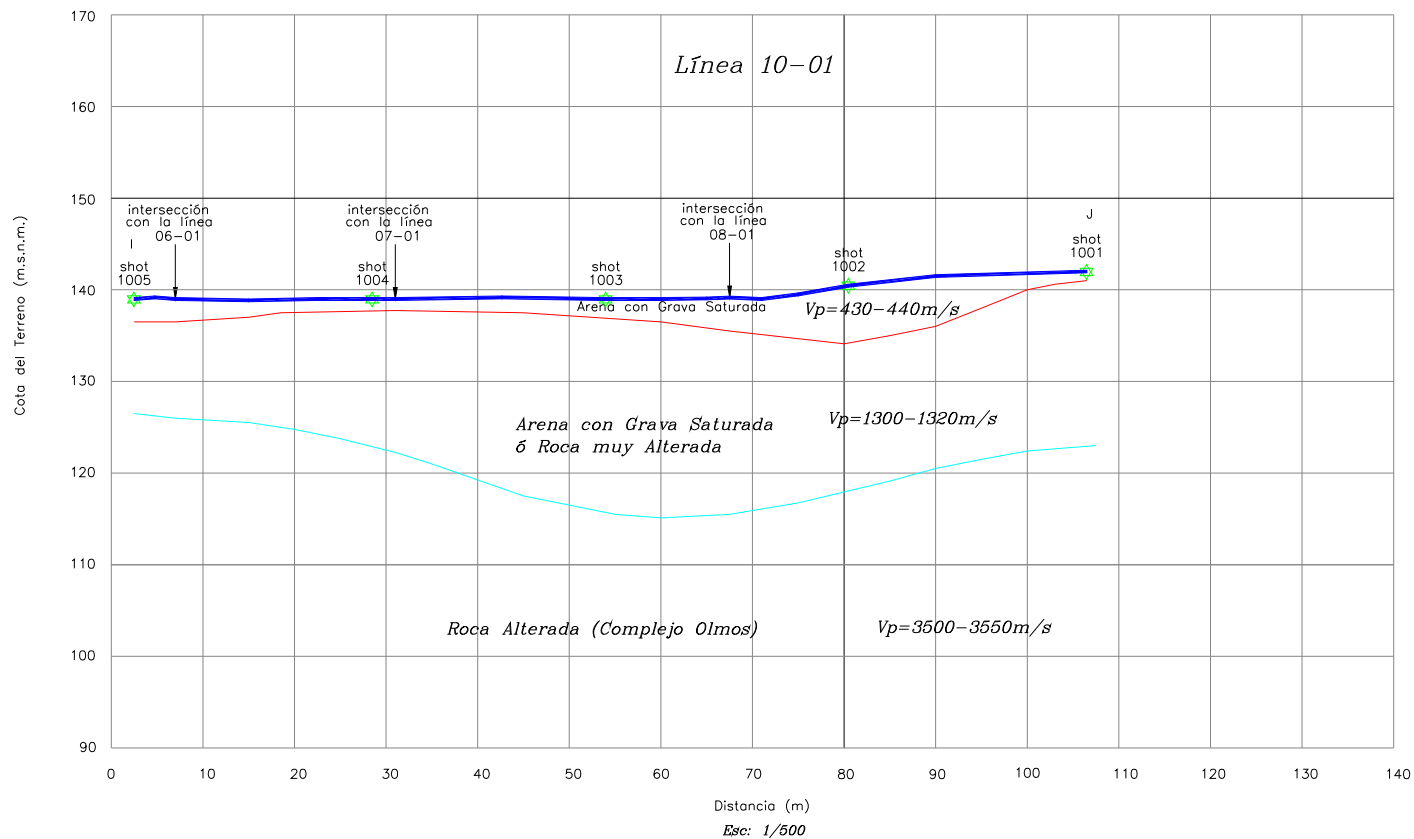


**PUENTE CASCAJAL. DETALLE DEL PILAR N° 1 QUE FUE REPARADO
DESPUÉS DE EL NIÑO DEL 83**



 HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.C.R.L.			DIBUJO: A.G.S.	
CALLE ATAHUALPA 362 - MIRAFLORES - LIMA 18 - TEL/FX. 4460032 - 4458181 TELEFAX: 2412048			FECHA: NOVIEMBRE 1998	
PLANO: UBICACION DE LINEAS DE REFRACCION SISMICA			ESCALA: 1/500	
UBICACION: PUENTE CASCAJAL			PLANO N°:	
HECHO POR:	H.S.A.	REVISADO:	Dr. J.A.H.	APROBADO:
			Dr. J.A.H.	

P1



LEYENDA

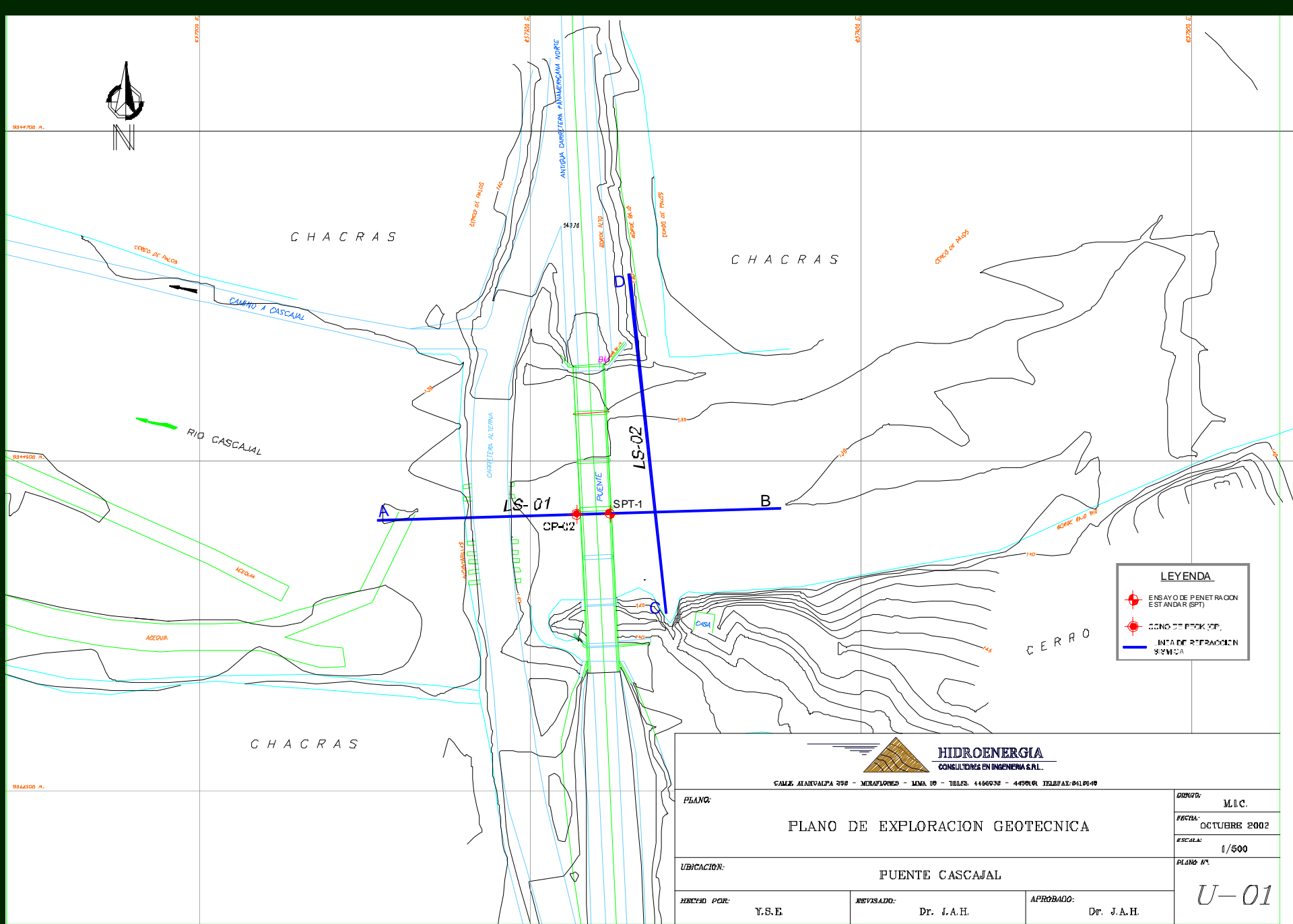
- TERRENO
- ESTRATO 1
- ESTRATO 2
- ★ SHOT



HIDROENERGIA
CONSULTORES EN INGENIERIA S.C.R.L.

CALLE ATAHUALPA 352 - MIRAFLORES - LIMA 18 - TELFS. 4466032 - 4468161 TELEFAX 2412048

PLANO: <p style="text-align: center;">PERFIL ESTRATIGRAFICO Línea 10-01</p>		DIBUJO: A.G.S.
		FECHA: NOVIEMBRE 1998
UBICACION: <p style="text-align: center;">PUENTE CASCAJAL</p>		ESCALA: 1/500
HECHO POR: H.S.A.	REVISADO: Dr. J.A.H.	APROBADO: Dr. J.A.H.
		PLANO N°: <i>LAM. 10</i>



LEYENDA

- ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)
- SONO DE PROFUNDIDAD
- INTA DE REFERENCIA SEMICA



HIDROENERGIA
CONSULTORES EN INGENIERIA S.A.L.

CALLE ALMAYALPA 398 - MIRAFLORES - LIMA 08 - TELÉF.: 4466038 - 4459691 TELÉFAX: 841.6049

PLANO:

PLANO DE EXPLORACION GEOTECNICA

UBICACION:

PUENTE CASCAJAL

HECHO POR:

Y.S.E

REVISADO:

Dr. J.A.H.

APROBADO:

Dr. J.A.H.

DISEÑO:

M.C.

FECHA:

OCTUBRE 2002

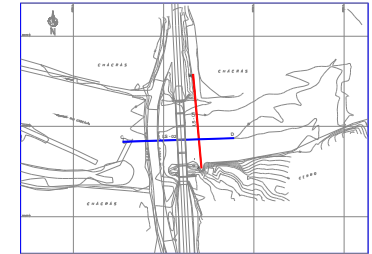
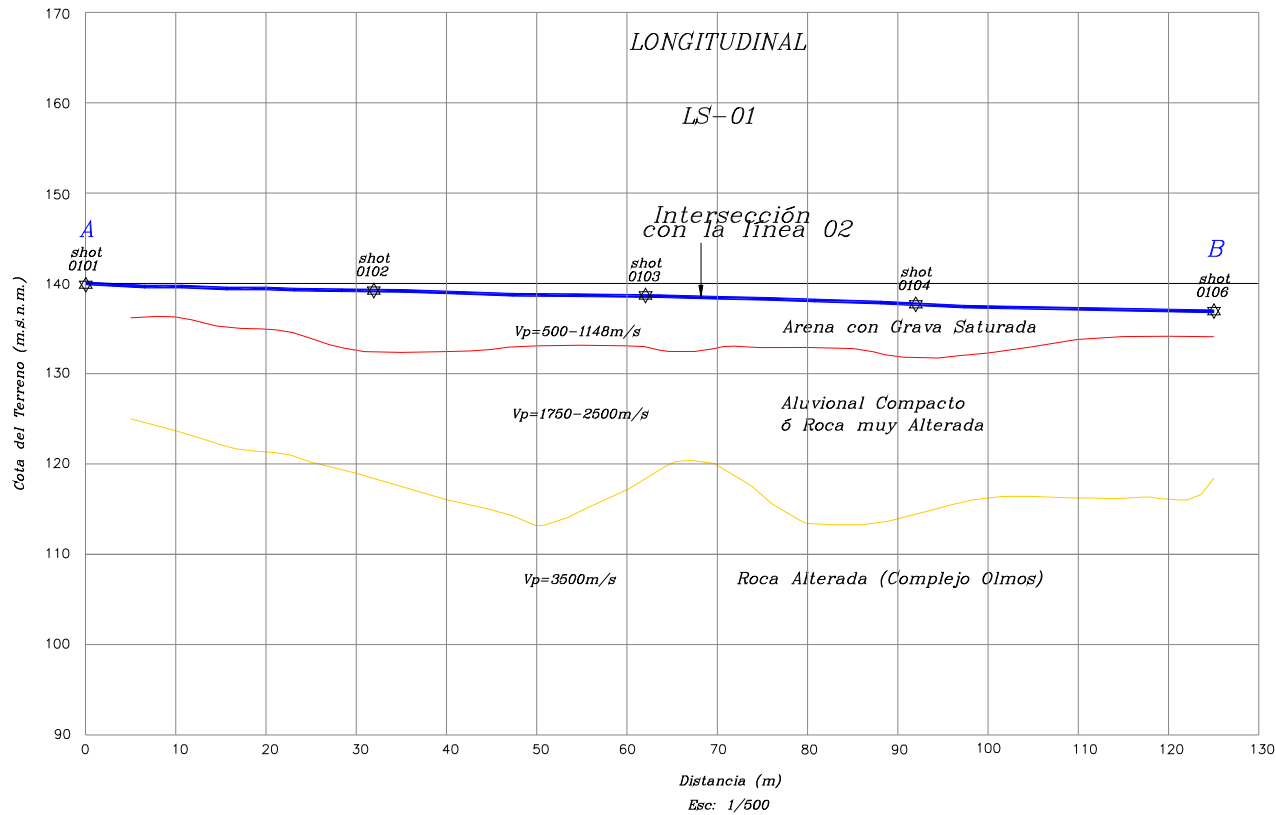
ESCALA:

1/500

PLANO N°:


U-01



PERFIL SISMICO A-B





PLANO DE UBICACION

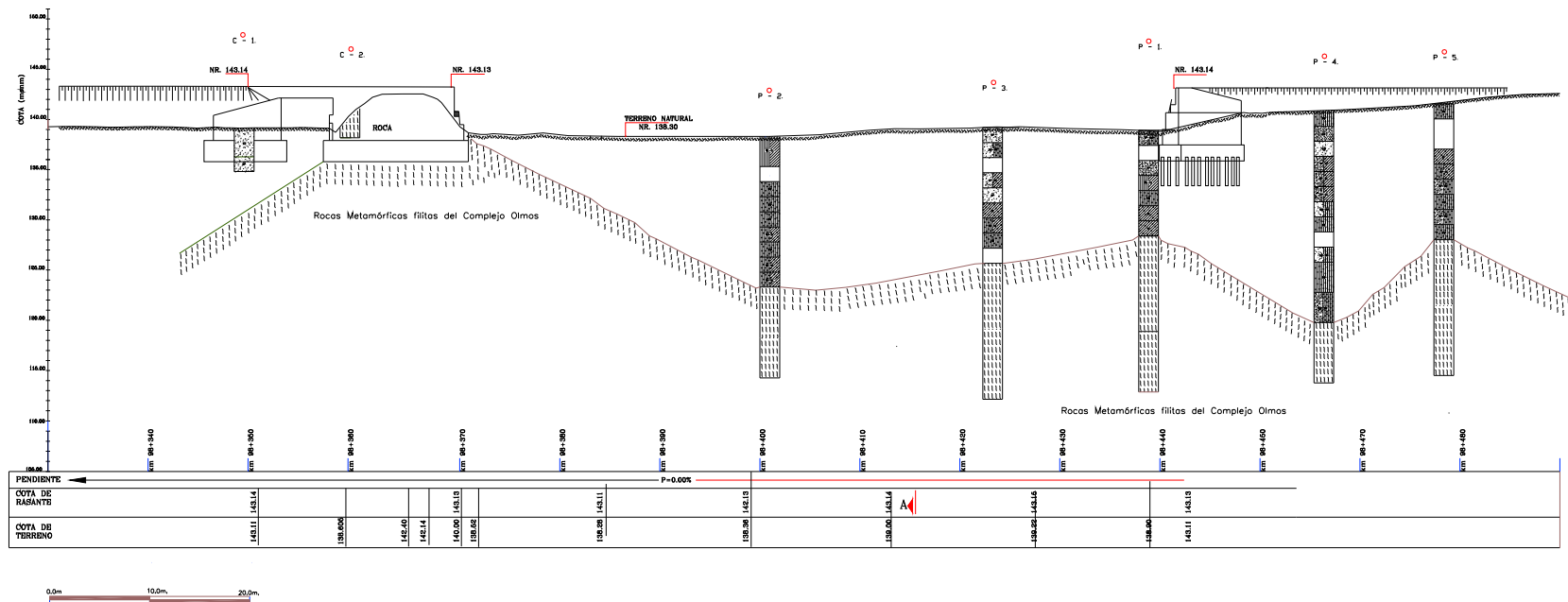


 HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.R.L. <small>CALLE ATAHUALPA 302 - MIRAFLORES - LIMA 18 - TEL/FX: 4465032 - 4468161 TEL/FAX 2412048</small>		
PLANO: PERFIL SISMICO A-B Línea 01		DIBUJO: M.I.C. FECHA: OCTUBRE 2002 ESCALA: 1/500
UBICACION: PUENTE CASCAJAL		PLANO N°: <i>PE-01</i>
HECHO POR: Y.S.E.	REVISADO: Dr. J.A.H.	APROBADO: Dr. J.A.H.

<div></div> <div>HIDROENERGÍA CONSULTORES EN INGENIERÍA S.R.L.</div>				EXPLORACION GEOTECNICA				REGISTRO DE SONDAJE				SPT-1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
SOLICITADO		DR. V. SANCHEZ MOYA						NIVEL FREATICO		0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
PROYECTO		PUENTE CASCAJAL						REGISTRO		Y.S.E.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
UBICACION		LAMBAYEQUE						REVISADO POR		DR. J. ALVA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
PROFUNDIDAD		10.15 m		COTA (m.s.n.m.)		139.00		FECHA		SEPTIEMBRE - 2002																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
PROF. (m)	CLASIFICACION			DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA			⊙ ENSAYO SPT/CONO PECK ▲																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	SIMBOLO		SIMBOLO GRAFICO			W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	N° (GOLPES/PIE)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	SUCS	AASHTO							10	20	30	40	50	60	70	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.5	SP	A-1-A(0)		0.00-1.00m. ARENA MAL GRADADA, MUY SUELTA, HUMEDA, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS SUBREDONDEADAS MENORES A 3/4", 31.9% GRAVA, 57% ARENA.	M-1	7.41	--	--																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

<div></div> <div>HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.R.L.</div>				EXPLORACION GEOTECNICA		REGISTRO DE SONDAJE		SPT-1			
SOLICITADO		DR. V. SANCHEZ MOYA				NIVEL FREATICO		0.00			
PROYECTO		PUENTE CASCAJAL				REGISTRO		Y.S.E.			
UBICACION		LAMBAYEQUE				REVISADO POR		DR. J. ALVA			
PROFUNDIDAD		10.15 m		COTA (m.s.n.m.)		139.00		FECHA		SEPTIEMBRE -- 2002	
PROF. (m)	CLASIFICACION			DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA			● ENSAYO SPT/CONO PECK ▲		
	SIMBOLO		SIMBOLO GRAFICO			W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	N° (GOLPES/PIE) 10 20 30 40 50 60 70 80		
	SUCS	AASHTO									
3				3.00-3.45m. ARENA BIEN GRADADA, FIRME, SATURADA, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS SUB REDONDEADAS, 29.2% GRAVA Y 69.3% ARENA.	M-3	9.05	--	--	N=15		
	SW	A-1-A(0)									
3.5				4.00-4.45m. ARENA POBREMENTE GRADADA, MUY DENSA, SATURADA, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS AISLADAS (< 5%). NOTA: EL VOLOR ALTO DE "N" SE DEBE A POSIBLE BOLONERIA (NO ES REPRESENTATIVA)	M-4	14.16	--	--			
	SP	A-1-B(0)									
4				ENSAYO CONO DE PECK.							
4.5				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=10		
5				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=9		
5.5				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=9		
6				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=9		
				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=9		
				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=12		
				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=11		
				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=10		
				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=9		
				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=9		
				ENSAYO CONO DE PECK.					N'=11		

[illegible][illegible]

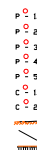


COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
CENOZOICA	CUATERNARIA	HOLOCENA	Depositos Coluviales
			Depositos Aluviales
			Depositos Fluviales
PRECAMBIANO			Complejo Olmos

LEYENDA

Perforación 01
 Perforación 02
 Perforación 03
 Perforación 04
 Perforación 05
 Calicata 01
 Calicata 02
 Nivel de Terreno Natural
 Contacto Litológico
 Carretera #faltada en Uso



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO	
PROYECTO: PUENTE CASCAJAL CARRETERA: AUTOPISTA PANAMERICANA NORTE URBANIZACIÓN: DIV. OLAMOS, PUURA	
PLANO: PERFIL GEOLOGICO - GEOTECNICO	
FECHA: 01/08/2012 ESCALA: 1:500	EJECUTADO: ING. E. ROBERTO REVISADO: ING. E. ROBERTO DIBUJADO: ING. E. ROBERTO

OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
DIVISIÓN DE GEOLOGÍA, CIMENTACIONES Y DRENAJE
REGISTRO DE PERFORACIÓN

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PUENTE CASCAJAL	PERFORACIÓN :	N° 01	COTA :	138.90 m,s,n,m.
UBICACIÓN :	Carretera Lambayeque - Dv. Olmos	NIVEL FREÁTICO :	0.5m.	COTA :	112.90 m,s,n,m.
SOLICITADO :	Dirección de Estudios Viales	FECHA :	Setiembre 2002		

PROF. m.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	INDICES	CLASIF. S.U.C.S.	ENSAYO SPT Golpes/Pie
0.00	Arenas limosas pobremente graduadas, de color pardo amarillento, y baja compacidad.	LL = -- IP = NP PUS = 1640	SP-SM	10 20 30 40 50
2	Sólo se recuperó muestra de lavado. Arenas y limos de color gris amarillento.			
4	Arenas pobremente graduadas de compacidad media.	LL = -- IP = NP	SP	15 34
6	Suelos limoarcilloso de color amarillento, ofrece baja compresibilidad y compacidad.	LL = 25 IP = 6 PUS = 1272	ML-CL	15 19
8	Arenas limosas de color amarillento y baja compacidad.	LL = 17 IP = NP PUS = 1327	SM	19
10	Arenaorcillosa, de color verde amarillento, el material recuperado en la barra partida es muy compacto.	LL = 28 IP = 9 PUS = 1287	SC	R
12	Los materiales recuperados en la barra partidada definen una arena arcillosa muy compacta, de color verde amarillento.	LL = 26 IP = 8 PUS = 1280	SC	R
14	Se presentan fragmentos de rocas (filitas) del orden de 1", de color verdoso. Se trato de efectuar el ensayo de SPT, siendo imposible penetrar obteniendo rechazo.			R
16				R
18				
20				

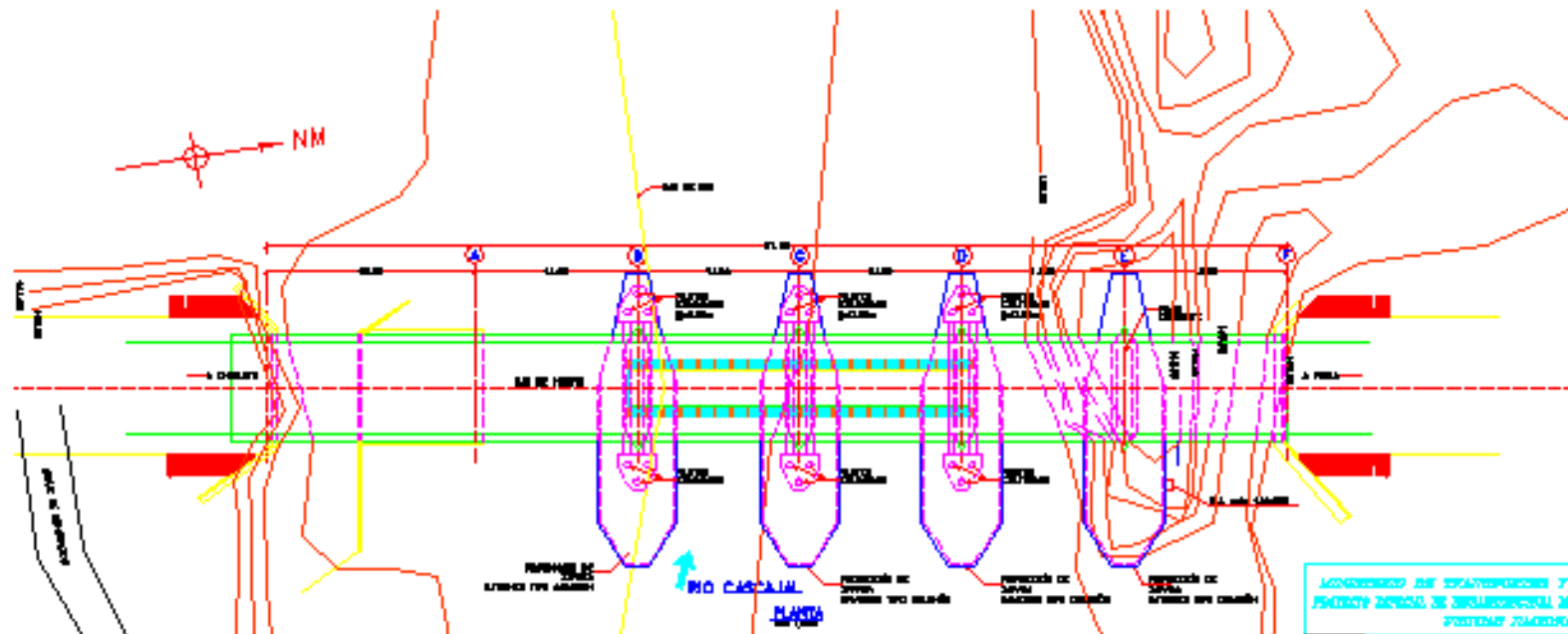
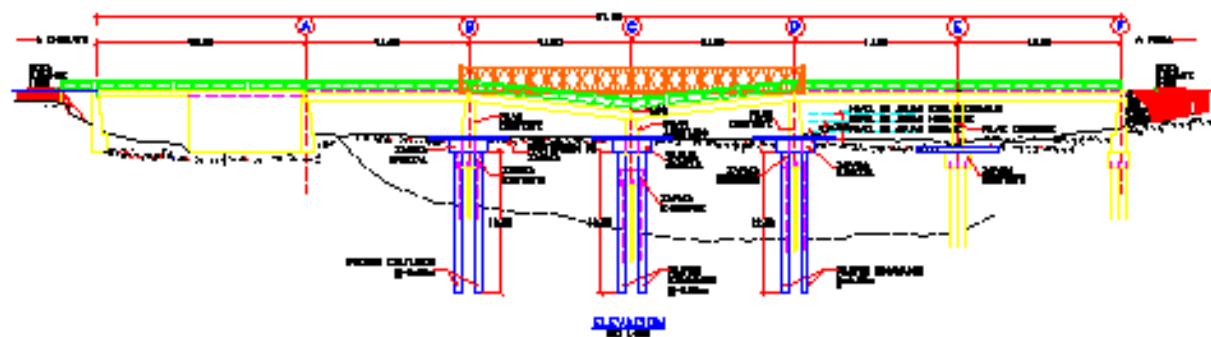
sigue

OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
DIVISIÓN DE GEOLOGÍA, CIMENTACIONES Y DRENAJE
REGISTRO DE PERFORACIÓN

PROYECTO :	ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO e HIDROLÓGICO DEL PUENTE CASCAJAL	PERFORACIÓN :	N° 01	COTA :	138.90 m,s,n,m.
UBICACIÓN :	Carretera Lambayeque - Dv. Olmos - Piura. Km 98 + 400.	NIVEL FREÁTICO :	0.5m.	COTA :	112.90 m,s,n,m.
SOLICITADO :	Dirección de Estudios Viales	FECHA :	Setiembre 2002		

PROF. m.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	INDICES	CLASIF. S.U.C.S.	ENSAYO SPT Golpes/Pie
22	Se presentan fragmentos de rocas del orden de una pulgada, de coloración verdoso, se trato de efectuar el ensayo de SPT, siendo imposible penetrar obteniendo rechazo.			R
24				R
26				R

sigue



CONSTRUCCION DE ESPALDADES Y CONTROLES DE
PUNTO DE VISTA DE INGENIERIA DE TRAFICO
PUNTO CASCAJAL

INSTITUTO NACIONAL DE INGENIERIA
PUNTO DE VISTA DE INGENIERIA DE TRAFICO

PROYECTO CASCAJAL
CONSTRUCCION DE ESPALDADES Y CONTROLES DE
PUNTO CASCAJAL

PROYECTO CASCAJAL
CONSTRUCCION DE ESPALDADES Y CONTROLES DE
PUNTO CASCAJAL

PROYECTO CASCAJAL
CONSTRUCCION DE ESPALDADES Y CONTROLES DE
PUNTO CASCAJAL

PUENTE CARRASQUILLO

- Ubicado sobre el río Piura, antes de entrar a la ciudad de Morropón, Piura.
- Durante el fenómeno de El Niño de 1998, el 11 el Marzo, dos tramos y un pilar fallaron. Quedaron aislados Morropón, Santo Domingo, Chalaco, Pacaipampa. Se instaló Puente Bailey sobre el tramo fallado.
- Se revisó los planos del puente Morropón elaborados por el Fondo Nacional de Desarrollo Económico en 1964. El puente era de tres tramos. Estribo izquierdo cimentado en roca superficialmente. Pilares y estribo derecho cimentados en caissons de 11 metros de profundidad.

- No se consiguió planos del puente actual. Se tiene referencia que en cada pilar existen 6 pilotes de concreto hincados de 0.30 m de lado con longitudes de 18 metros.
- El MTC realizó un sondaje en el pilar fallado en el año 1999. El nivel freático está a 0.50 m de profundidad. Los valores de N son de 10 a 40 golpes / pie hasta 15 m. y rechazo de 15 a 25 m.
- La UNI ejecutó un sondaje SPT hasta 7.95 m y un cono Peck hasta 11.4 m. También se ejecutaron 400 m de líneas sísmicas.
- El perfil está formado por arena suelta hasta 10 m, arena media hasta 18 m. Por debajo existe material aluvional compacto a profundidades de 20 a 25 m. Se recomienda cimentar en el material aluvional.



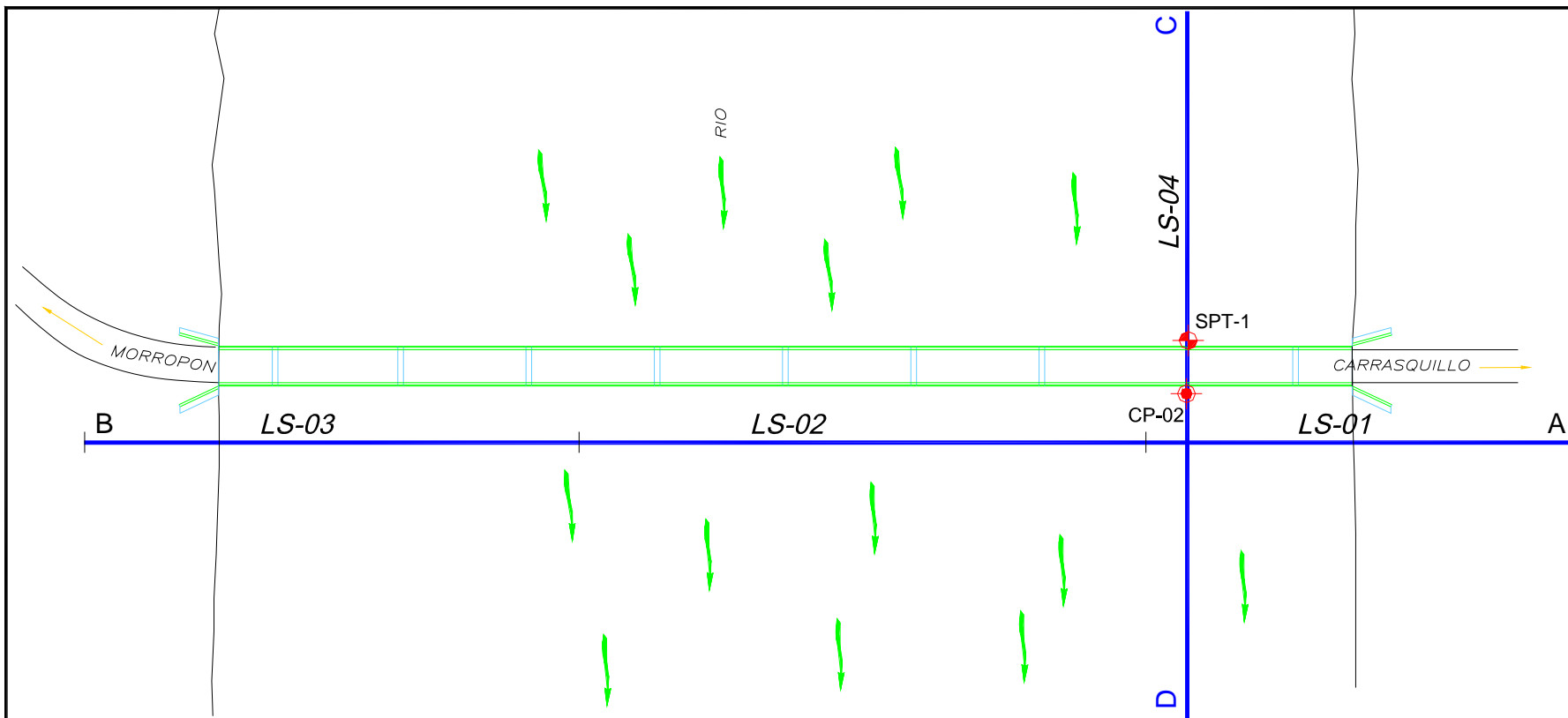
PUENTE CARRASQUILLO. VISTA DEL TRAMO AFECTADO POR EL NIÑO DEL 98, DESDE LA MARGEN IZQUIERDA



PUENTE CARRASQUILLO. SOBRE EL RÍO PIURA ANTES DE ENTRAR MORROPÓN. VISTA HACIA AGUAS ARRIBA. SE APRECIA EL TRAMO QUE FALLÓ. SE HA COLOCADO PUENTE BAILEY

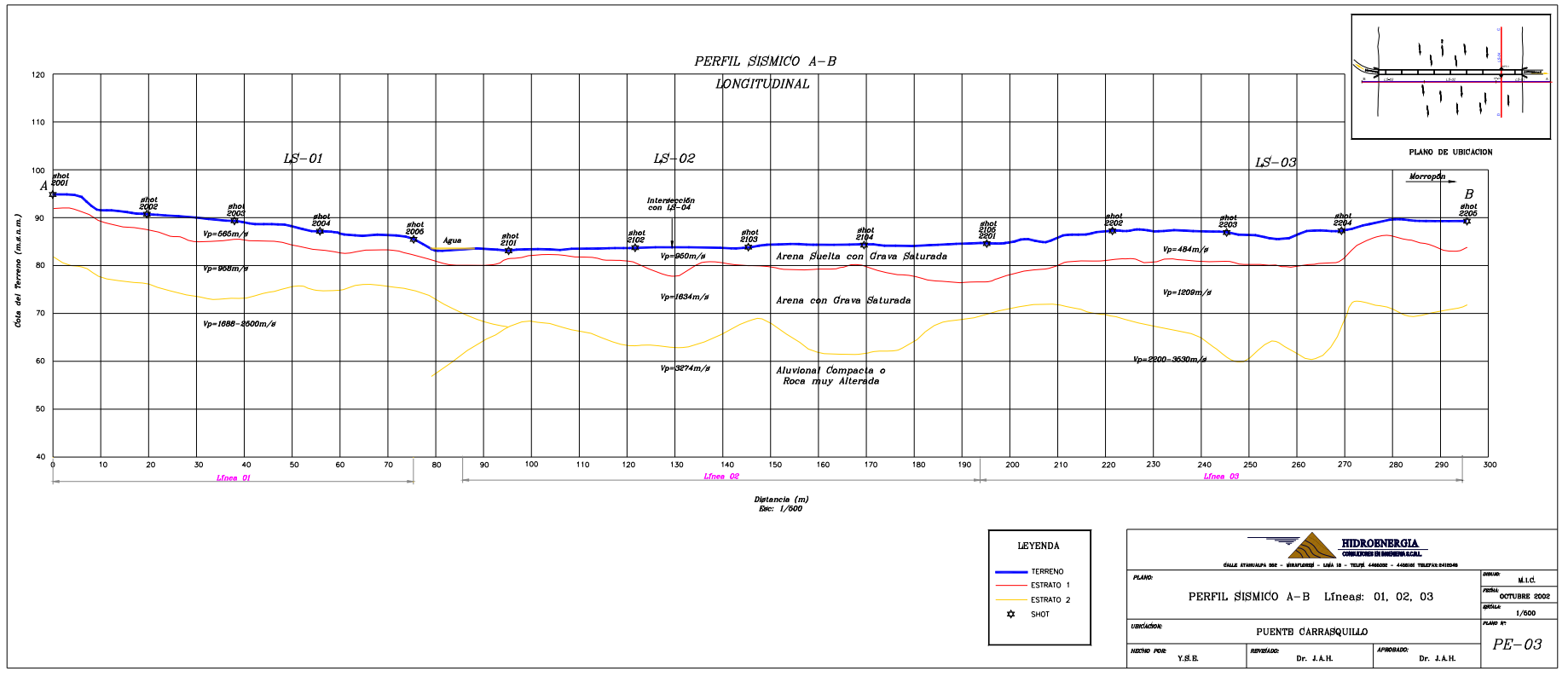



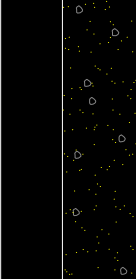
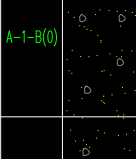
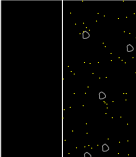
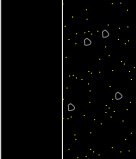
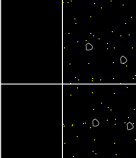
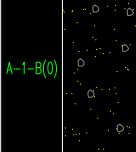
PUENTE CARRASQUILLO. VISTA HACIA EL ESTRIBO IZQUIERDO. SE APRECIA EL PUENTE BAILEY QUE FUE COLOCADO EN EL TRAMO FALLADO




LEYENDA	
	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)
	CONO DE PECK (CP)
	LINEA DE REFRACCION SISMICA

 HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.R.L. CALLE ATAHUALPA 352 - MIRAFLORES - LIMA 18 - TELFS. 4465032 - 4468181 TELEFAX: 2412048			DIBUJO: M.I.C.
PLANO:			FECHA: OCTUBRE 2002
UBICACION:			ESCALA: 1/1000
HECHO POR: Y.S.E.			PLANO N°: U-02
REVISADO: Dr. J.A.H.		APROBADO: Dr. J.A.H.	



<div><div><div>HIDROENERGIA</div><div>CONSULTORES EN INGENIERIA S.R.L.</div></div></div>				EXPLORACION GEOTECNICA				REGISTRO DE SONDAJE				SPT-1				
SOLICITADO		DR. V. SANCHEZ MOYA						NIVEL FREATICO		0.00						
PROYECTO		PUENTE CARRASQUILLO						REGISTRO		Y.S.E.						
UBICACION		MORROPON – PIURA						REVISADO POR		DR. J. ALVA						
PROFUNDIDAD		7.90 m		COTA (m.s.n.m.)		84.00		FECHA		SETIEMBRE – 2002						
PROF (m)	CLASIFICACION			DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA			Ⓢ ENSAYO SPT/CONO PECK ⚠							
	SIMBOLO		SIMBOLO GRAFICO			W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	N° (GOLPES/PIE)							
	SUCS	AASHTO							10	20	30	40	50	60	70	80
0.5				0.00–1.00m. ARENA POBREMENTE GRADADA, MUY SUELTA, SATURADA, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS.	S/M	--	--	--								
1	SP	A-1-B(0)		1.00–1.45m. ARENA POBREMENTE GRADADA, MUY SUELTA, SATURADA, CON PRESENCIA DE GRAVOLLAS SUBREDONDEADAS, 10.8% GRAVA Y 88.3% DE ARENA.	M-1	14.93	--	--								
1.5																
2				2.00–2.45m. ARENA POBREMENTE GRADADA, MUY SUELTA, SATURADA, COLOR BEIGE.	S/M	--	--	--								
2.5																
3	SP	A-1-B(0)		3.00–3.45m. ARENA POBREMENTE GRADADA, MUY SUELTA, SATURADA, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS SUB REDONDEADAS MENORES DE 3/4". 14.6% GRAVA Y 81.8% ARENA.	M-2	17.11	--	--								

<div>HIDROENERGÍA CONSULTORES EN INGENIERÍA S.R.L.</div>				EXPLORACION GEOTECNICA		REGISTRO DE SONDAJE		SPT-1												
SOLICITADO		DR. V. SANCHEZ MOYA				NIVEL FREATICO		0.00												
PROYECTO		PUENTE CARRASQUILLO				REGISTRO		Y.S.E.												
UBICACION		MORROPON – PIURA				REVISADO POR		DR. J. ALVA												
PROFUNDIDAD		7.90 m		COTA (m.s.n.m.)		84.00		FECHA		SETIEMBRE – 2002										
PROF. (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA			● ENSAYO SPT/CONO PECK ●												
	SIMBOLO				W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	N° (GOLPES/PIE)												
	SUCS	AASHTO						10	20	30	40	50	60	70	80					
3	SP	A-1-B(0)		3.00–3.45m. ARENA POBREMENTE GRADADA, MUY SUELTA, SATURADA, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS SUB REDONDEADAS MENORES DE 3/4", 14.6% GRAVA Y 81.8% ARENA.	M-2	17.11	--	--												
3.5																				
4	SP	A-1-B(0)		4.00–4.45m. ARENA POBREMENTE GRADADA, MUY SUELTO, SATURADO, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS.	M-3	16.51	--	--												
4.5																				
5	SP	A-1-B(0)		5.00–5.45m. ARENA MAL GRADADA, MUY SUELTO, SATURADO, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS.	M-4	15.33	--	--												
5.5																				
6																				

 HIDROENERGIA <small>CONSULTORES EN INGENIERIA S.R.L.</small>				EXPLORACION GEOTECNICA		REGISTRO DE SONDAJE		SPT-1	
SOLICITADO		DR. V. SANCHEZ MOYA				NIVEL FREATICO		0.00	
PROYECTO		PUENTE CARRASQUILLO				REGISTRO		Y.S.E.	
UBICACION		MORROPON - PIURA				REVISADO POR		DR. J. ALVA	
PROFUNDIDAD		7.90 m		COTA (m.s.n.m.)		84.00		FECHA	
								SETIEMBRE - 2002	
PROF. (m)	CLASIFICACION			DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA			<input checked="" type="radio"/> ENSAYO SPT/CONO PECK 
	SUCS	AASHTO	SIMBOLO GRAFICO			W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	
									10 20 30 40 50 60 70 80
6				6.00-6.45m. ARENA MAL GRADADA, SUELTO, SATURADO, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS SUBREDONDEADAS. DE TAMAÑO MENOR A 3/4", 3.8% GRAVA Y 84.3% ARENA.					
6.5									
7									
7.5									
8									
8.5									
9									



N' = 5
N' = 3
N' = 2
N' = 4
N' = 5
N' = 5
N' = 5
N' = 5
N' = 6
N' = 4
N' = 7
N' > 100

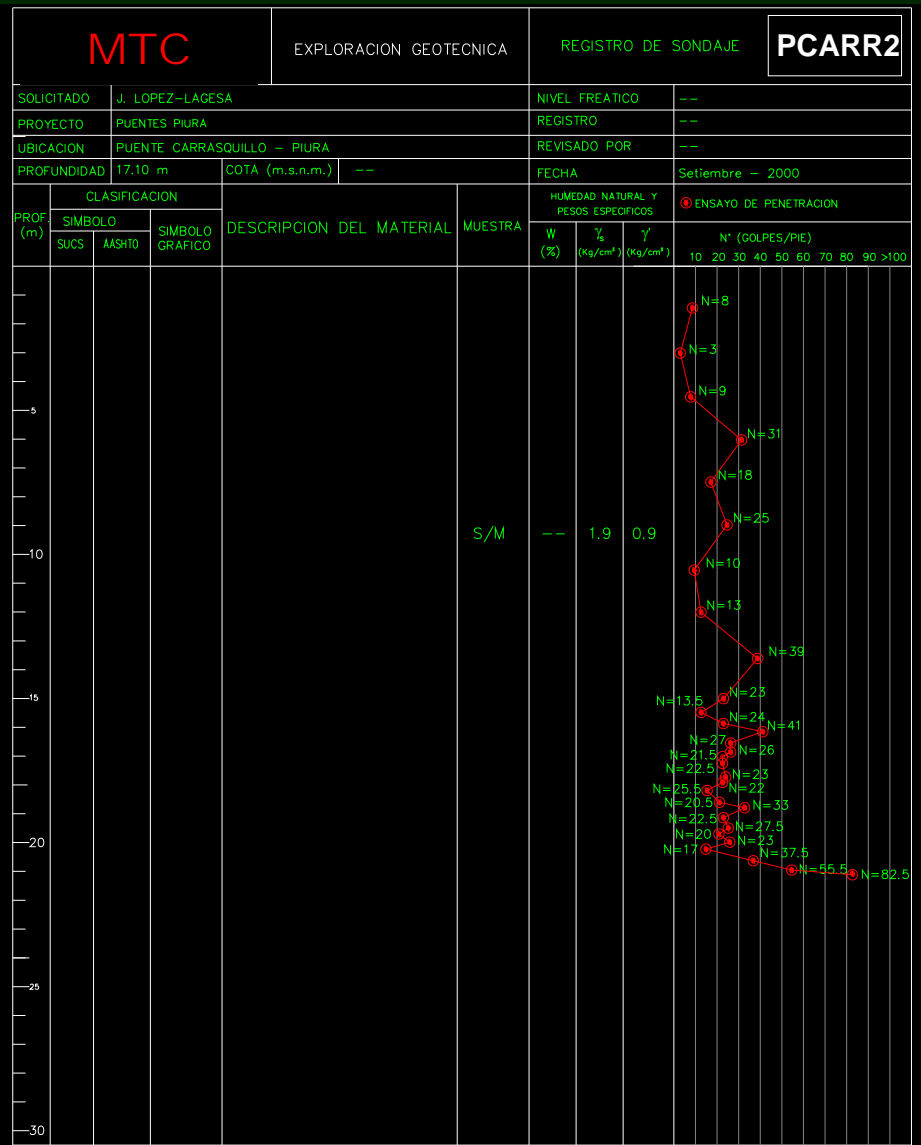
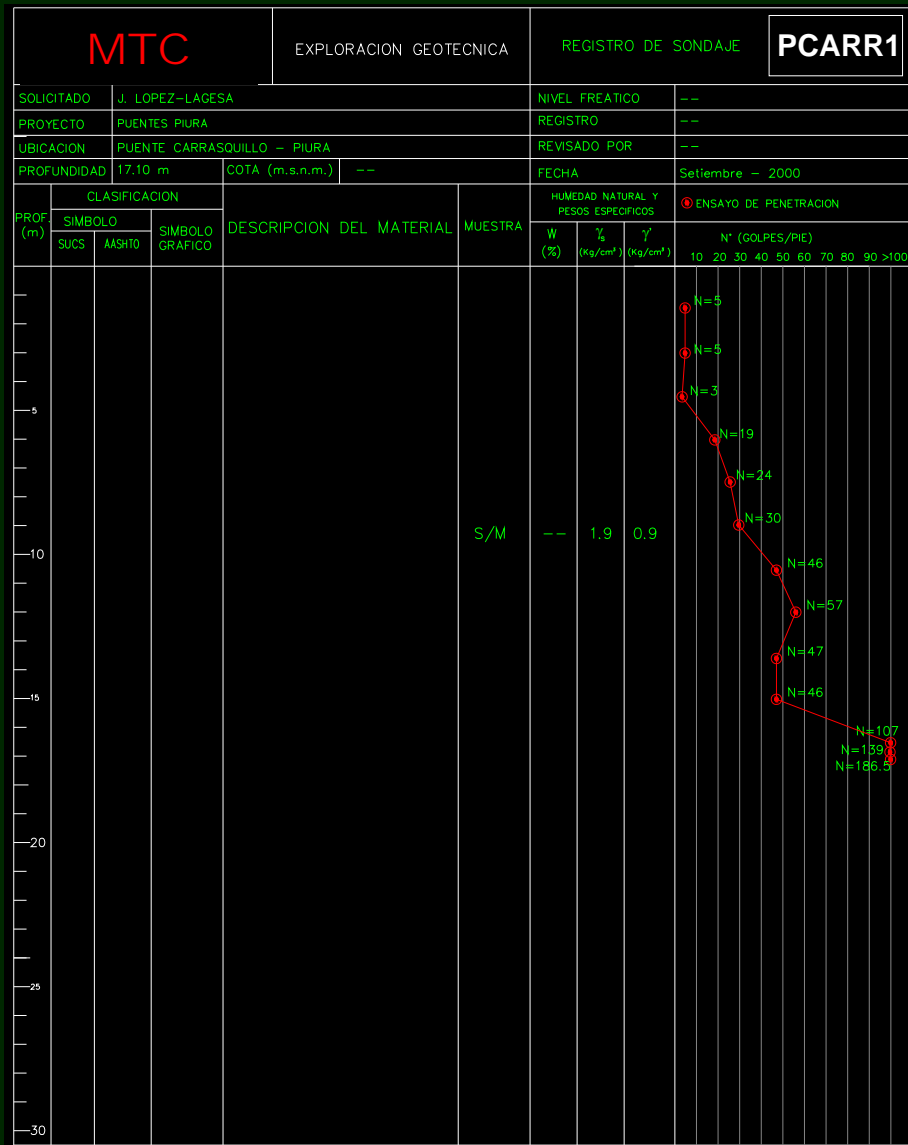
MTC			EXPLORACION GEOTECNICA			REGISTRO DE SONDAJE			P-01									
SOLICITADO		--					NIVEL FREATICO		1.00 m									
PROYECTO		PUENTES PIURA					REGISTRO		L. Barrera									
UBICACION		PUENTE CARRASQUILLO - PIURA 2° PILAR					REVISADO POR		--									
PROFUNDIDAD		25.00 m		COTA (m.s.n.m.)		--		FECHA		FEBRERO - 1999								
PROF. (m)	CLASIFICACION			DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA			Ⓢ ENSAYO SPT/CONO PECK ▲									
	SIMBOLO SUCS	AASHTO	SIMBOLO GRAFICO			W (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	N° (GOLPES/PIE)									
									10	20	30	40	50	60	70	80		
12				ESTRATO COMPRENDIDO POR ARENA GRIS, CON GRAVILLA DE UN TAMAÑO MAXIMO DE 1" DE ¾", SUS GRANOS SON REDONDOS A SUB-REDONDEADOS, ARENA 70%, GRAVILLA 30%. EN EL LAVADO SE RECUPERA ARENA FINA POR CONSECUENCIA DE LA PRESION DEL AGUA, QUEDANDO EN EL FONDO LA GRAVILLA QUE NO PUEDE SER LEVANTADA POR EL AGUA	M-1													
13																		
14																		
15																		
16				ESTE HORIZONTE SE ENCUENTRA CONFORMADO POR BOLONERIA, DE UN TAMAÑO MAXIMO DE 0.15m, CON MATRIZ DE ARENA, LA MISMA QUE CONTINUA HASTA 25.00m, PROFUNDIDAD ALCANZADA EN ESTE SONDEO	M-2													
17																		
18																		

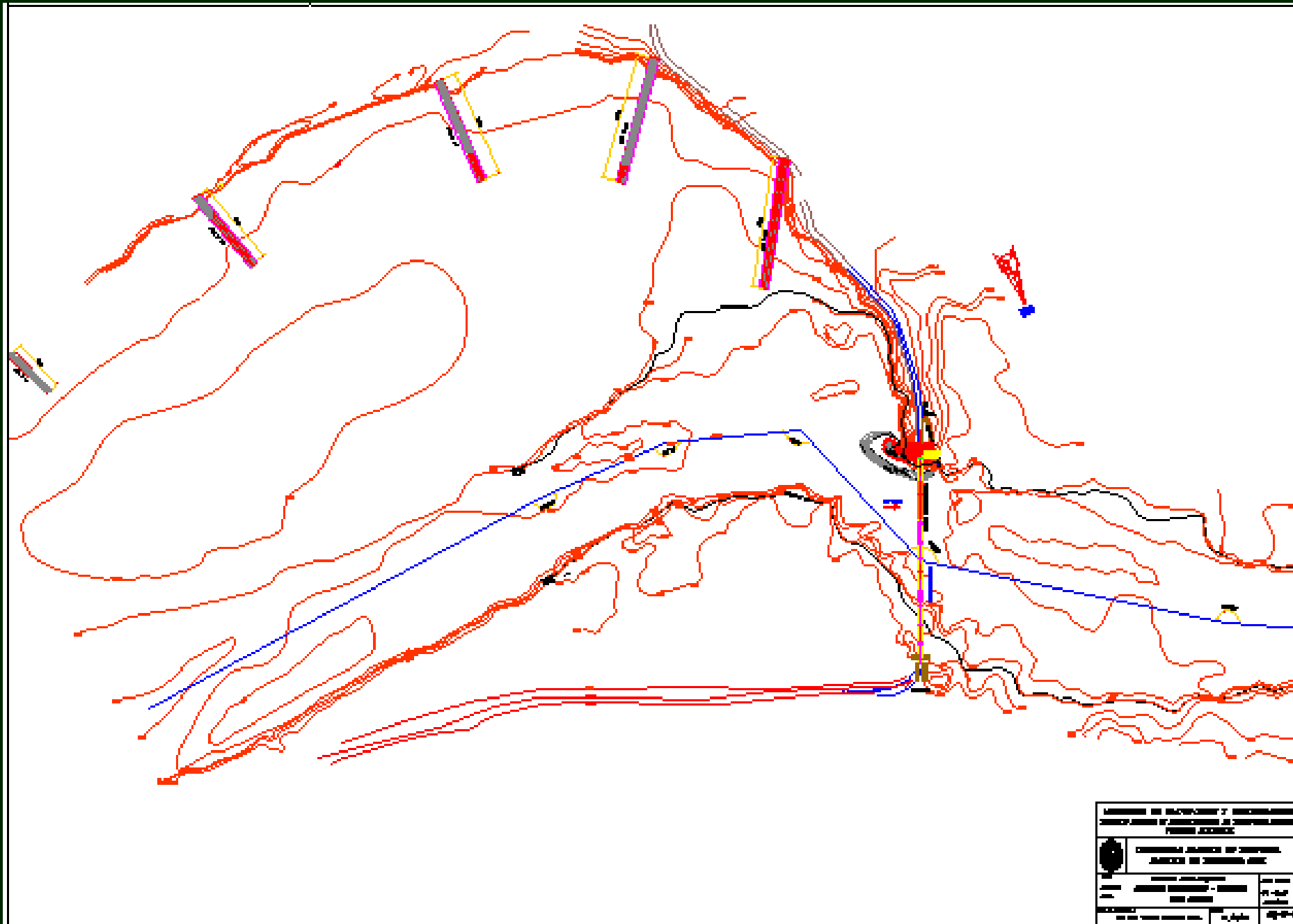
N=3+

N=4+

N=50

CONTINUA CON RECHAZO











PUENTE INDEPENDENCIA

- Ubicado en Catacaos, sobre el río Piura.
- Durante El Niño de 1998 el puente fue sobrepasado por las aguas del río sin fallar. El puente resultó corto.
- Se encontró en la planoteca del MTC planos del antiguo puente Independencia elaborados en 1963. Este puente falló durante El Niño del 83.
- Se ejecutaron 4 perforaciones hasta 15 metros de profundidad. Existe material areno-limoso hasta 8-10 m con valores de N entre 4 y 40 golpes / pie. Por debajo arcillas y limos consolidados con valores de N mayores a 50 golpes / pie.

- Para el puente actual, la UNALM realizó 10 sondajes con el método de lavado y ensayos SPT en 1984 para Cárdenas y Bautista. El perfil estratigráfico está constituido por material arenoso de 5 a 8 m de potencia. Por debajo aparece material arcilloso y arenoso de la formación Zapallal.
- La UNI realizó 2 sondajes de SPT y un cono Peck de 10 m alcanzando rechazo. Además se ejecutaron 1278 m de refracción sísmica que indican arenas sueltas hasta 10 m sobre aluvional compacto o roca alterada hasta profundidades de 20 m.
- Se recomienda cimentar pilotes perforados a los 18 m de profundidad.



VISTA DESDE AGUAS ABAJO DEL ACCESO AL PUENTE INDEPENDENCIA POR LA MARGEN DERECHA DEL RÍO PIURA



ACCESO AL PUENTE INDEPENDENCIA POR LA MARGEN DERECHA DEL RÍO PIURA



VISTA GENERAL DEL PRIMER PUENTE INDEPENDENCIA SOBRE EL RÍO PIURA, AGUAS ABAJO DEL ACTUAL PUENTE INDEPENDENCIA. ESTE PUENTE FALLÓ EN EL NIÑO DEL 83



VISTA HACIA EL ESTRIBO IZQUIERDO DEL ANTIGUO PUENTE INDEPENDENCIA. SE APRECIA HACIA AGUAS ARRIBA EL NUEVO PUENTE INDEPENDENCIA SOBRE EL RÍO PIURA



DETALLE DEL HUNDIMIENTO DE LOS APOYOS DE LA MARGEN DERECHA DEL ANTIGUO PUENTE INDEPENDENCIA



VISTA DEL NUEVO PUENTE INDEPENDENCIA DESDE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO PIURA



**VISTA GENERAL DEL PUENTE INDEPENDENCIA DESDE LA MARGEN
IZQUIERDA, AGUAS ABAJO**



VISTA DE LA MARGEN DERECHA DEL NUEVO PUENTE INDEPENDENCIA SOBRE EL RÍO PIURA. SE HA COLOCADO UN PUENTE BAILEY



**PUENTE BAILEY UBICADO EN EL ACCESO DEL NUEVO PUENTE INDEPENDENCIA
POR LA MARGEN DERECHA DEL RIO PIURA**

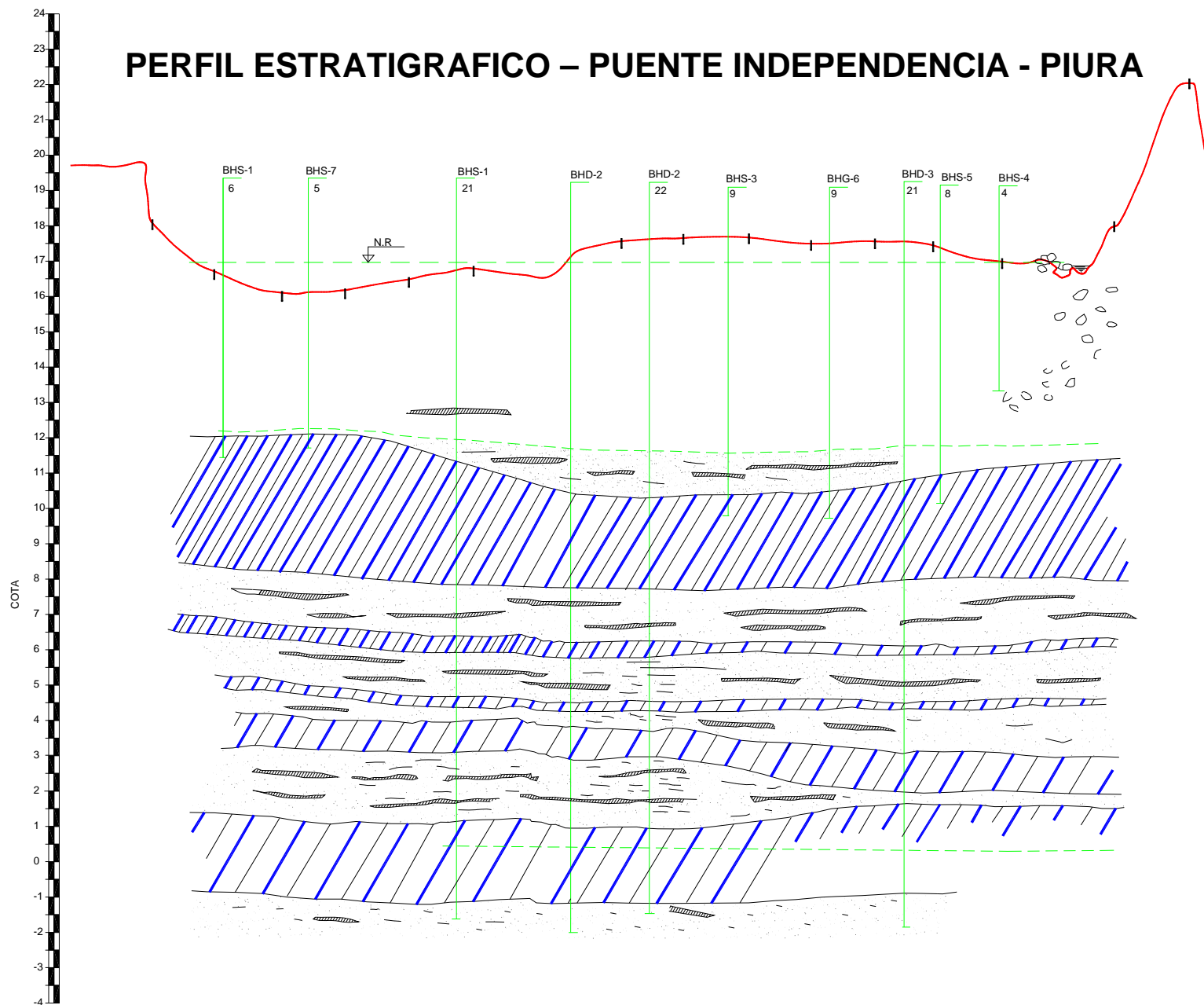


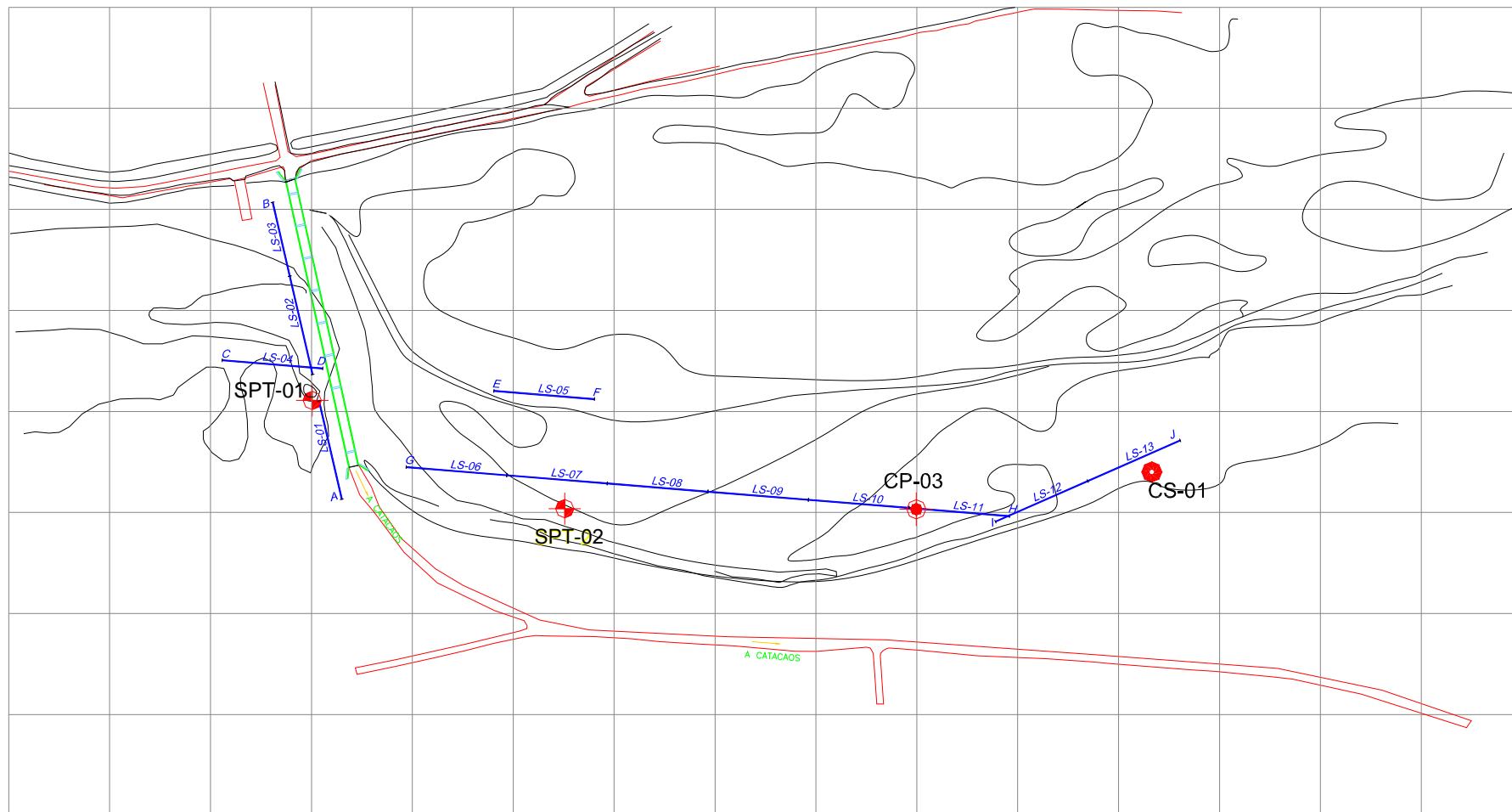
VISTA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL ANTIGUO PUENTE INDEPENDENCIA SOBRE EL RÍO PIURA. VISTA TOMADA DESDE EL NUEVO PUENTE INDEPENDENCIA




**PROTECCIÓN CON GAVIONES DE LA MARGEN DERECHA DEL NUEVO PUENTE
INDEPENDENCIA**

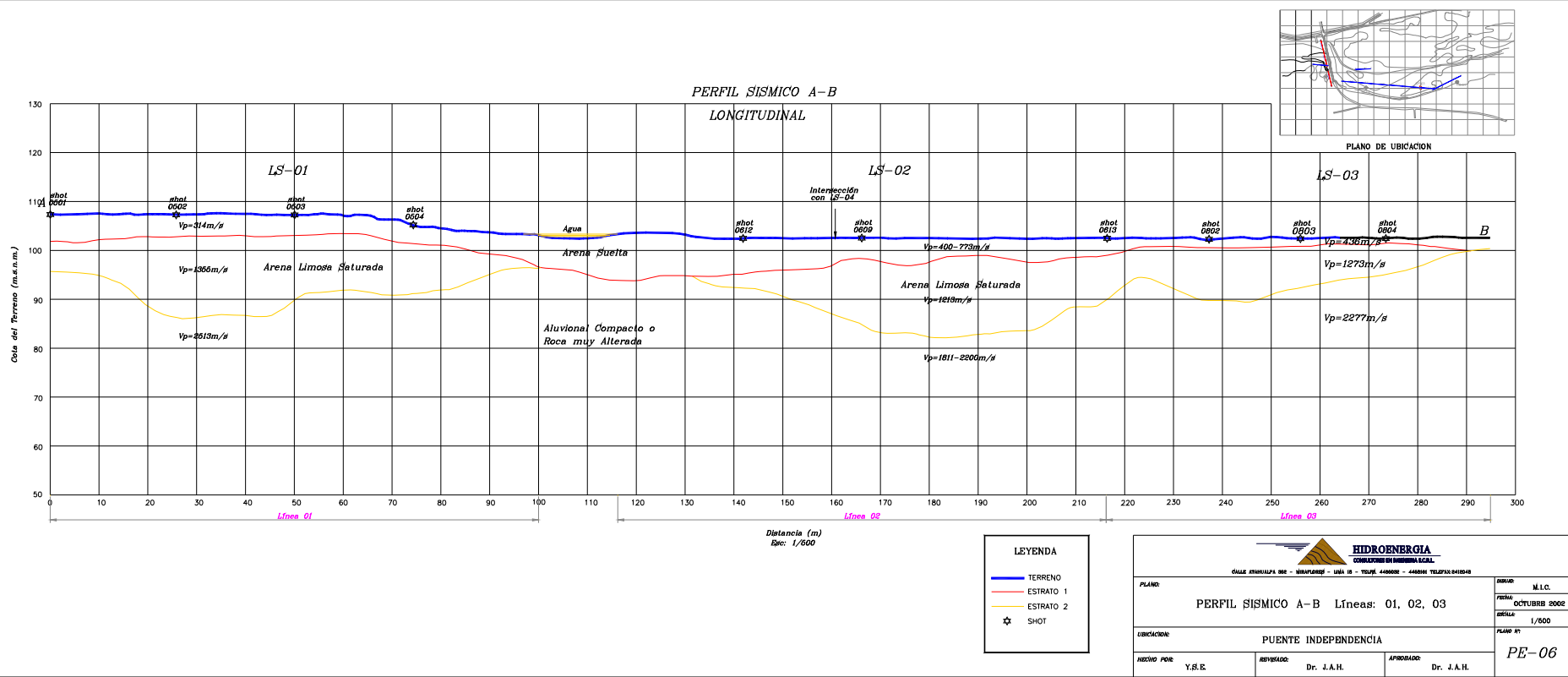
PERFIL ESTRATIGRAFICO – PUENTE INDEPENDENCIA - PIURA



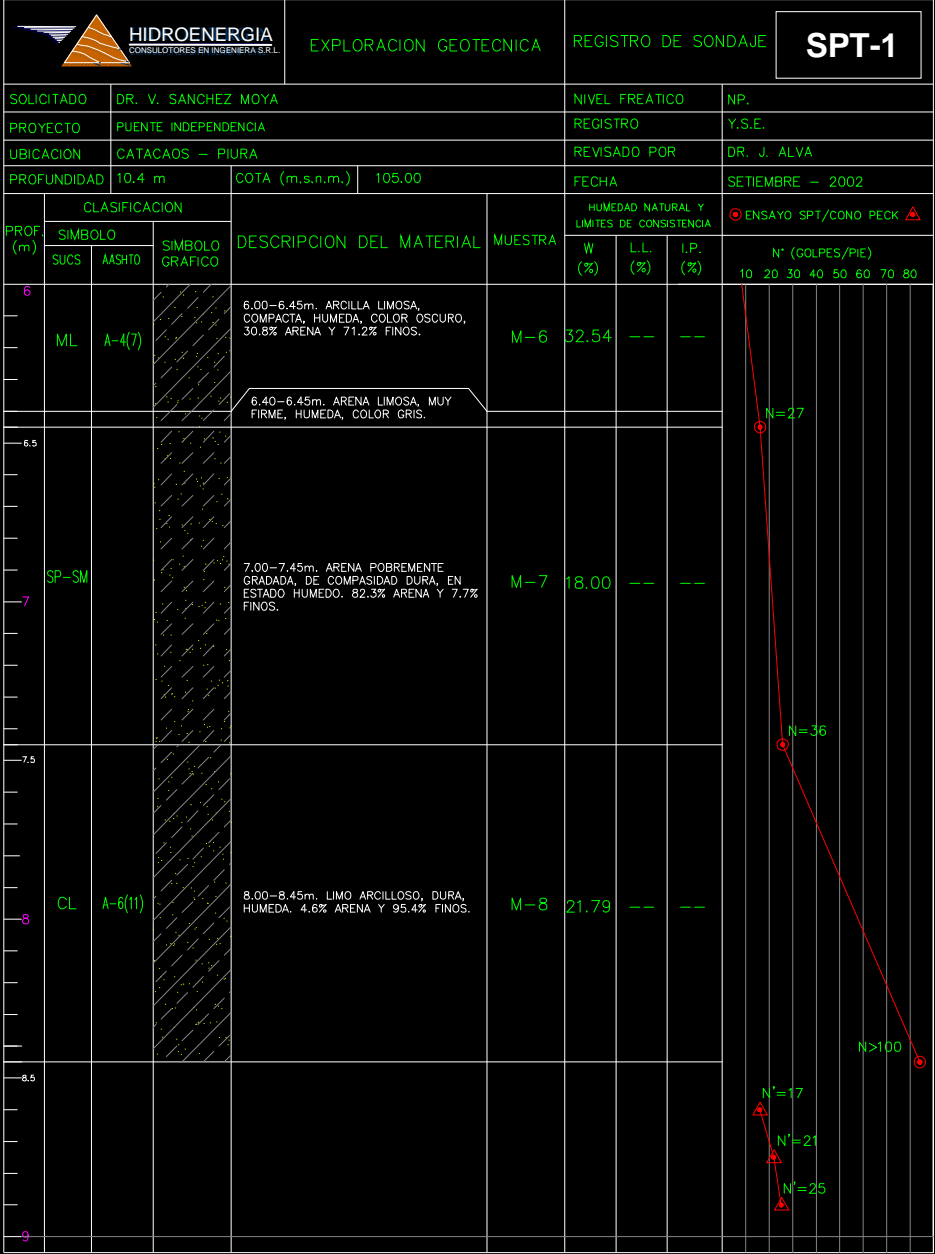


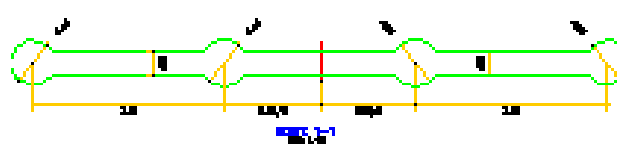
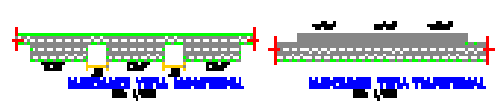
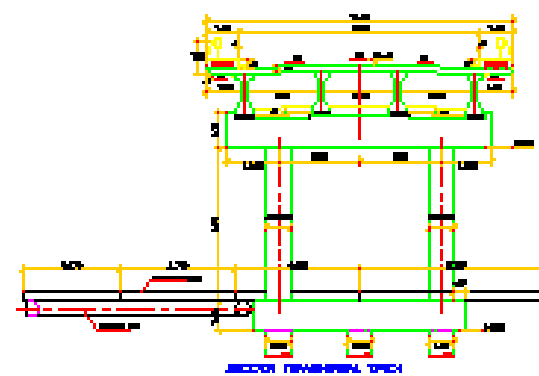
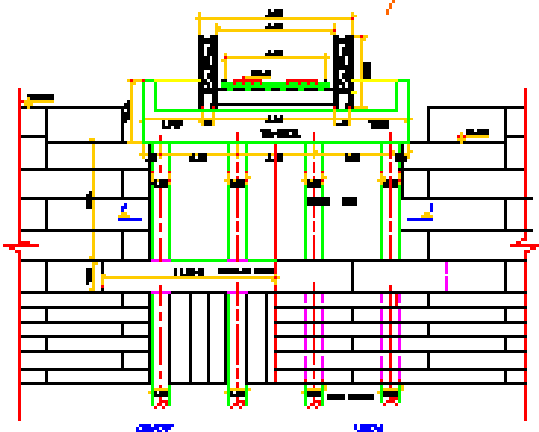
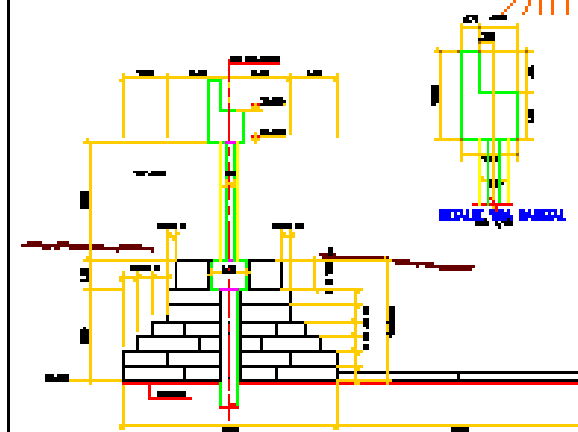
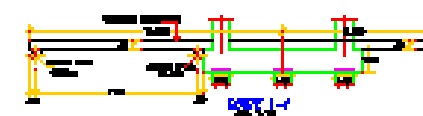
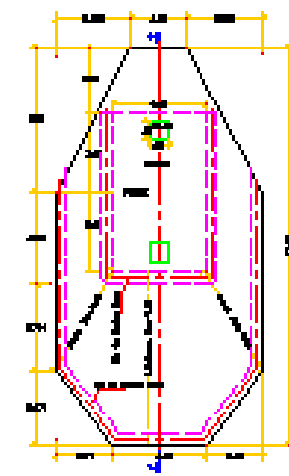
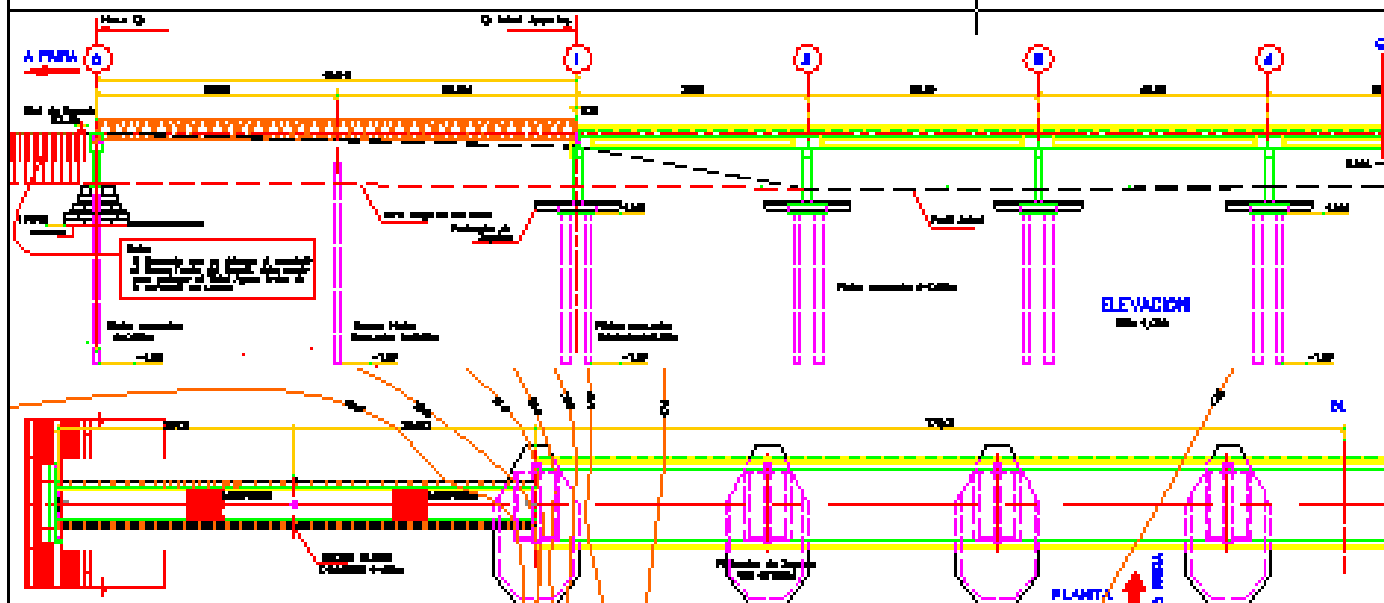
LEYENDA	
	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)
	CONO DE PECK (CP)
	CONO SOWERS
	LINEA DE REFRACCION SISMICA

 HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.R.L. <small>CALLE ATAHUALPA 352 - MIRAFLORES - LIMA 18 - TELFS. 4466032 - 4466161 TELEFAX 2412048</small>	
PLANO:	PLANO DE EXPLORACION GEOTECNICA
UBICACION:	PUENTE INDEPENDENCIA
HECHO POR:	Y.S.E.
REVISADO:	Dr. J.A.H.
APROBADO:	Dr. J.A.H.
DIBUJO:	M.I.C.
FECHA:	OCTUBRE 2002
ESCALA:	1/4,000
PLANO N°:	U-03



[illegible]





<p>PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REDEJA DE DESAGUAMIENTO DE LAS CALLES DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LA PAZ</p>	
<p>PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REDEJA DE DESAGUAMIENTO DE LAS CALLES DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LA PAZ</p>	<p>PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REDEJA DE DESAGUAMIENTO DE LAS CALLES DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LA PAZ</p>
<p>PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REDEJA DE DESAGUAMIENTO DE LAS CALLES DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LA PAZ</p>	<p>PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REDEJA DE DESAGUAMIENTO DE LAS CALLES DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LA PAZ</p>
<p>PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REDEJA DE DESAGUAMIENTO DE LAS CALLES DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LA PAZ</p>	<p>PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REDEJA DE DESAGUAMIENTO DE LAS CALLES DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LA PAZ</p>

PUENTE BOLOGNESI

- Ubicado sobre el río Piura en la ciudad de Piura.
- Puente metálico con superestructura de un solo tramo de 159 m conformado por dos arcos que soportan tablero de 22.70 m por medio de 17 cables de acero.
- Cimentación formada por 4 caissons de concreto armado de 6 m de diámetro exterior, 0.35 m de espesor de pared y 15 m de profundidad. A esta profundidad se encuentra la formación Zapallal con N mayor que 30 golpes / pie.
- Se ejecutaron sondajes antes de la construcción y ensayos triaxiales UU al llegar al nivel de la cimentación.
- Los caissons estarán sujetos a carga horizontal.

OBRA: **PUENTE BOLOGNESI** Construyendo LA REPUBLICA El Perú

CONTRATISTA : SIMA PERU

SUPERVISOR : CONSORCIO SONDOTECHNICA S.A.-SERCONSULT S.A.

FINANCIAMIENTO : AID - BID



OPORTUNIDAD PARA TODOS
MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCION





VISTA DEL ANTIGUO PUENTE BOLOGNESI DESDE PIURA HACIA CASTILLA



VISTA DEL ESTRIBO DERECHO (PIURA) DEL ANTIGUO PUENTE BOLOGNESI



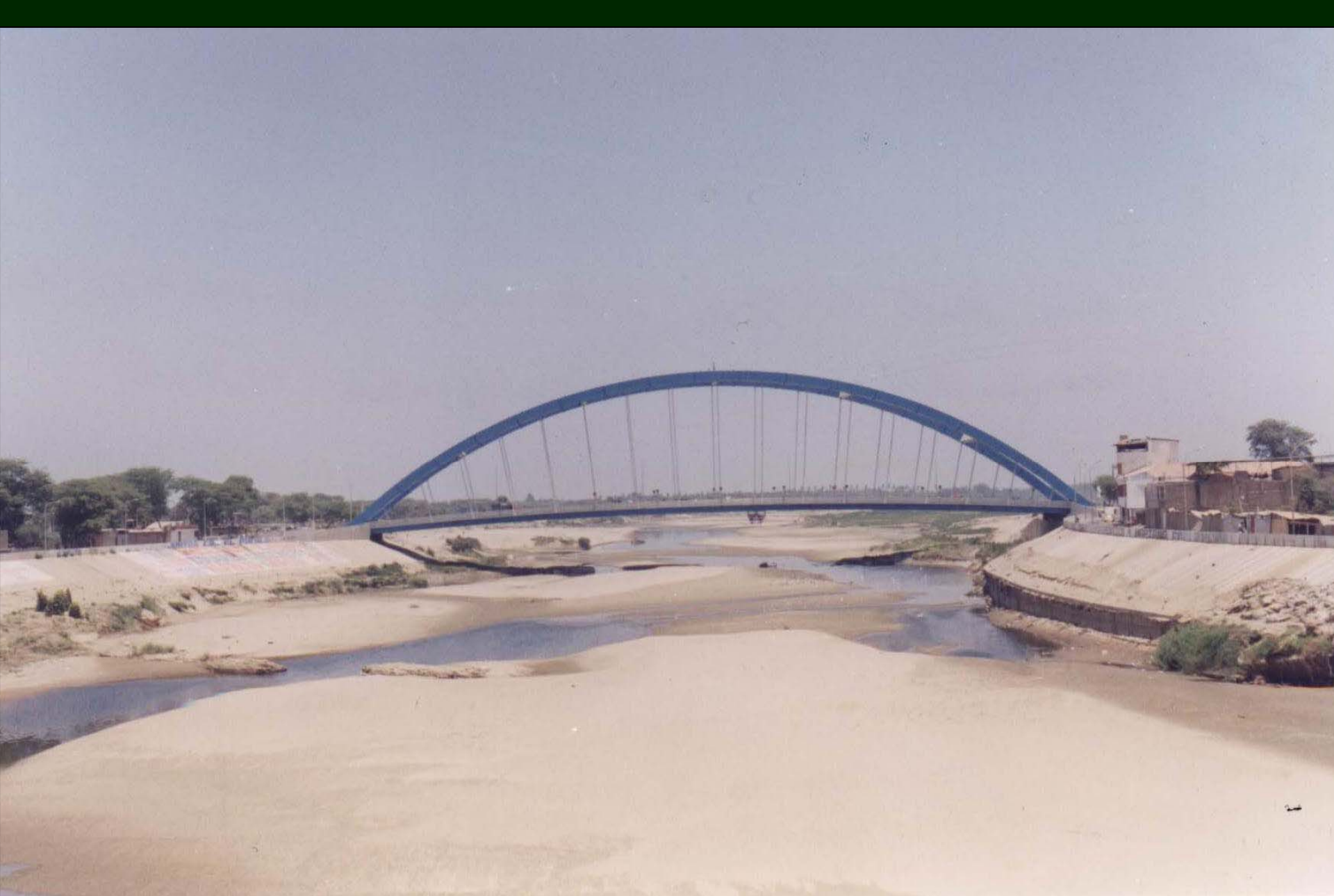
VISTA GENERAL DE LA EXCAVACIÓN DE LOS CAISSONES DEL NUEVO PUENTE BOLOGNESI (ESTRIBO DERECHO)



DETALLE DE LA EXCAVACIÓN DEL CAISON ESTRIBO DERECHO PUENTE BOLOGNESI



NUEVO PUENTE BOLOGNESI. DETALLE DE LA CIMENTACIÓN DEL ESTRIBO DE LA MARGEN DERECHA SOBRE CAISSONES



**NUEVO PUENTE BOLOGNESI. VISTA DESDE AGUAS ARRIBA DEL RÍO PIURA.
MARGEN DERECHA PIURA, MARGEN IZQUIERDA CASTILLA.**



NUEVO PUENTE BOLOGNESI SOBRE EL RÍO PIURA. PUENTE EN ARCO DE ACERO ATIRANTADO CON VIGA RÍGIDA













REFERENCIAS SOBRE DISEÑO DE CIMENTACIONES

- **Aoki N. y Velloso D.A. (1975)**, “Un Método Aproximado para Calcular la Capacidad de Carga de Pilotes”, V Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Buenos Aires, Argentina, pp. 367-376.
- **Alva Hurtado J.E. (1993)**, “Cimentaciones Profundas”. Seminario Cimentaciones de Estructuras, Comité Peruano de Mecánica de Suelos, Fundaciones y Mecánica de Rocas.
- **Breusers H.N.C. y Raudkivi A.J. (1991)**, “Scouring”, A.A. Balkema, Rotterdam.
- **Bowles J. (1982)**, “Foundation Analysis and Design”, Mc Graw Hill. New York.

- **Das B.M. (1984)**, “Principles of Foundation Engineering”, Brooks / Cole Engineering Division, Monterrey, California.
- **Decourt L. (1982)**, “Prediction of the Bearing Capacity o Piles Based Exclusively on N Values of the SPT”, Second European Symposium of Penetration Testing Amsterdan.
- **Decourt L. y Quaresma A.R. (1978)**,”Capacidad de Carga de Pilotes a partir de Valores de SPT”, Sexto Congreso Brasileiro de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Río de Janeiro.
- **Guillén N. (1994)**, “Capacidad Ultima de Carga de Pilotes en Carga Axial”, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- **Hunt R.E. (1986)**, “Geotechnical Engineering Techniques and Practices”, Mc Graw-Hill, New York.

- **Meyerhof G.G. (1976)**, “Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundation”, Eleventh Terzaghi Lecture, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Divison, ASCE, GT3 pp. 195-228.
- **Prakash S. y Sharma H.D. (1990)**, “Pile Fondation in Engineering Practice”, John Wiley, New York.
- **SMMS (1989)**, “Manual de Diseño y Construcción de Pilas y Pilotes”, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México D.F.
- **Tomlinson M.J. (1987)**, “Pile Desing and Construction Practice”, E&FN SPON, Londres.
- **Velloso P.P.C. (1982)**, “Cimentaciones-Aspectos Geotécnicos” Vol. 3, Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro.

- **Vesic A.S. (1977)**, “Design of Pile Foundations”, National Cooperative Highway Research Program, Synthesis of Highway Practice, Transportation Research Board, Washington D.A.
- **FHWA (1993)**, “SPILE A Microcomputer Program for Determining Ultimate Vertical Static Pile Capacity-User’s Manual”. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, USA.
- **FHWA (1995)**, “Evaluating Scour at Bridges”, U.S. Departament of Transportation, Federal Highway Administration, U.S.A.
- **SMMS (1989)**, “Socavación en Puentes y Obras Menores”, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México.
- **Reese L.C. y Shin-Tower W. (1990)**, “Computer Program Shaft Drilled Shafts Under Axial Loading”, Ensoft, Inc.