



ESPECIFICACIONES GENERALES (NORMAS)

A LO CONTENIDO EN LOS LIBROS, QUE BAJO EL RUBRO "NORMAS PARA CONSTRUCCION E INSTALACIONES" "GENERALIDADES Y TERMINOLOGIA" EMITIDO POR LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

ESPECIFICACIONES PARTICULARES:

ESPECIFICACION	CONCEPTO	UNIDAD
EP-01	Trazo y nivelación de EJE DE VIA sobre area de sub-balasto con aparatos topográficos (estación total), estableciendo ejes de referencia (ceros de construcción - desarrollo de cortes y taludes) y señalamientos debidamente colocados en sitios estratégicos donde no sean alcanzados por el trafico vehicular; comprende: entrega de planos definitivos de la trayectoria de la vía, impreso y en archivo electrónico en autocad 2008. Incluye: materiales, mano de obra, equipo, herramienta, acarreos y demás cargos necesarios para la correcta ejecución del concepto (P.U.O.T.) (precio por unidad obra terminada)	M ²

- Verificación en obra de las superficies por ejecutar el trazo y la nivelación.
- La contratista considerara la implementación de equipo, herramientas, maniobras, cinta de delimitación, conos, así como equipo de seguridad para el personal como (guantes, cascos, chalecos fluorescentes, calzado tipo industrial, uniforme, etc.), el cual será de uso obligatorio para el personal que realice las actividades, haciendo constar que quien no se sujete a estas medidas de seguridad será retirado del recinto portuario.
- La contratista proporcionara la señalización necesaria para evitar accidentes y/o daños a terceros señalización diurna, equipo de iluminación nocturna (SEÑALAMIENTOS LUMINOSOS, NO SE ACEPTARAN MECHEROS).
- El contratista deberá cumplir con las **MEDIDAS DE CONTROL DE ASPECTOS AMBIENTALES PARA CONTRATISTAS Y SUPERVISION DE OBRAS API-VER-GI-P-06**
- El trazo y nivelación se llevaran a cabo con el equipo necesario y adecuado, estación total. (Estos trabajos no deben ejecutarse con nivel de mano).
- El trazo y nivelación deben considerarse desde antes de efectuar el Despalme del terreno; para control de niveles durante el proceso de los trabajos y para posterior cuantificación en volumen de obra.
- El trazo debe efectuarse en secciones a cada 10 m. Y/o donde exista mas desnivel del terreno y/o donde considere el representante.
- Se dejaran testigos con pintura o similar para evitar se pierdan con el paso vehicular, ya sea en el trazo o para los trabajos de niveles de corte o terraplén.



ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL
DE VERACRUZ, S.A. DE C.V.

000958

- La contratista debera presentar obligatoriamente las pruebas de control de la calidad de las compactaciones de los diferentes espesores, de no cumplir esto, no se autorizara el tendido de capas subsecuentes y no procedera el pago correspondiente.
- Todo el personal en trabajos nocturnos usaran casaca reflejante.
- Los cascos de la contratista seran en plastico dielectrico. Toda la cuadrilla usara un solo color.
- El incumplimiento de alguno de los siguientes requisitos se descontara directamente del precio unitario correspondiente ejecutado en el periodo.
- La contratista proporcionara la señalizacion necesaria para evitar accidentes y/o daños a terceros
- Apiver exigira el uso de señalamientos luminosos: flechas intermitentes con focos, conos de señalamiento, cintas. Dependiendo del sitio en que se ejecute la obra. De no cumplir con este requerimiento, la obra será detenida sin responsabilidad para apiver hasta que se cumpla con la indicación.
- Si por falta de señalizacion sufriera daños el patrimonio de apiver, sera totalmente responsabilidad de la contratista y bajo su propio costo, la reposicion de cualquier elemento dañado.
- La contratista considerara la implementacion de equipo, señalizacion, herramientas, maniobras, equipo de iluminacion nocturna, cinta de limitacion, conos, asi como equipo de seguridad para el personal como guantes, cascos, chalecos reflejantes, calzado tipo industrial, uniforme de algodón (camisola manga larga y pantalon u overall) con identificacion de la compañía en espalda, lentes de policarbonato, mascarillas de proteccion buco-nasal, tapones auditivos, guantes de carnaza cortos o largos según se requiera, etc., el cual sera de uso obligatorio para el personal que realice esta actividad, haciendo constar que quien no se sujete a estas medidas de seguridad sera retirado del recinto portuario, siendo totalmente responsabilidad de la contratista y bajo su propio costo.
- La iluminacion nocturna se mantendra diariamente durante toda la noche en forma continua; en los puntos de mayor precaucion se colocaran de destello.
- Todas las actividades deberan coordinarse con la supervision de apiver, para que los trabajos se desarrollen en forma ininterrumpida en forma continua y/o nocturnos, asi como tiempos perdidos por las diferentes causas que se generen durante las actividades, ya que estos no seran pagados en forma adicional, por lo tanto debera programar los trabajos en tal forma que considere estos posibles tiempos ociosos o aplicar el personal en otras actividades para que no permanezca improductivo y no generar tiempos muertos y entorpecer las maniobras en las areas de que se trate.
- La contratista mantendra durante todo el desarrollo de la obra, personal de limpieza suficiente para que toda el area este limpia y libre de obstaculos.
- La contratista debera de extraer todos los desperdicios y sobrantes al basurero municipal, debiendo tomar en cuenta las cuotas y permisos correspondientes
- La contratista limpiara de manera rigurosa para la entrega de la obra.

[Handwritten signature]



- Considerará dentro de sus precios unitarios el acondicionamiento de caminos y sitios para tiro de materiales producto de las demoliciones, limpiezas y excavaciones, con maquinaria suficiente para extender y bandear el material, haciendo de esta manera fluido el tiro. Si se requiriese el pago por derechos del tiro en basureros municipales o públicos, este costo deberá estar reflejado en los precios unitarios.
- Queda absolutamente prohibido el depositar materiales producto de las demoliciones y limpiezas sobre vialidades dentro del recinto portuario y en las playas dentro de los límites oficiales del puerto, así como en áreas verdes y destinadas a reservas ecológicas. Los sitios para depósito de escombros dentro del recinto portuario solamente podrán ser autorizados por la propia APIVER. La contratista que no cumpliera con esta disposición, deberá levantar y retirar fuera del recinto portuario todo el material que haya depositado en sitios indebidos con cargo a ella misma y reponer los pastos y plantas que se pierdan durante el proceso de la obra, así como la limpieza total del área que haya ensuciado.
- Se considerará la limpieza diaria del área de trabajo, retirando el mismo día el material producto de ésta fuera de la obra y del recinto portuario.
- Los cortes de material y excavaciones solo serán estimados en banco, **el abundamiento deberá ser considerado por el contratista para la elaboración de sus precios unitarios.**
- Para el pago de los trabajos: suministro y colocación de concretos en general, rellenos y compactaciones, aceros de refuerzo y soldaduras, suministro e instalación de transformadores, tendido de tuberías hidráulicas y sanitarias, así como equipos en general. Será requisito indispensable presentar las pruebas de laboratorio correspondientes. Aunque APIVER suministre este servicio; será responsabilidad de la contratista el obtener los resultados en cada caso.
- Las unidades vehiculares de los contratistas que ingresen al recinto portuario, deberán circular a una velocidad máxima de 20 km/hr. , la unidad que se sorprenda circulando a una mayor velocidad; será despedida del recinto portuario y se le prohibirá el paso por el resto de la obra.
- Los equipos de topografía que se utilicen para las obras, deberán ser laser o estación total. No serán autorizados niveles convencionales.
- La contratista durante los colados, deberá tener en el sitio un mínimo de 2 vibradores con motor de gasolina, el no contar con este equipo; será motivo para la detención de los colados sin responsabilidad de APIVER.
- Todos los concretos deberán ser elaborados con cemento resistente a sulfatos y álcalis, el contratista deberá obtener anticipadamente la autorización por parte de la APIVER.
- **LA CONTRATISTA DEBERÁ UNA VEZ CONCLUIDA LA OBRA, ENTREGAR A LA APIVER LOS PLANOS DE " LINEA ROJA " (AS BUILT), MARCANDO EN ELLOS TODAS Y CADA UNA DE LAS MODIFICACIONES QUE SE HAYAN EFECTUADO DURANTE EL PROCESO DE LA OBRA AL PROYECTO, TANTO EN INSTALACIONES COMO EN OBRA CIVIL. LA RECEPCIÓN DE LA OBRA NO SE REALIZARÁ SI LOS MENCIONADOS PLANOS NO SON ENTREGADOS. LA FORMA DE ENTREGA SERÁ : EN FORMA DIGITAL AUTOCAD VERSION 2008, POR MEDIO DE 2 C.D. UNO IMBORRABLE Y OTRO CORREGIBLE, ORIGINALES EN PAPEL ALBANENE DEBIDAMENTE RUBRICADOS POR EL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA**
- La contratista contará en la obra con un topógrafo profesional; de tiempo completo, el cual se encargará de conservar todos y cada uno de los bancos de nivel y cadenamientos necesarios para las diferentes etapas de construcción.

[Handwritten signature]



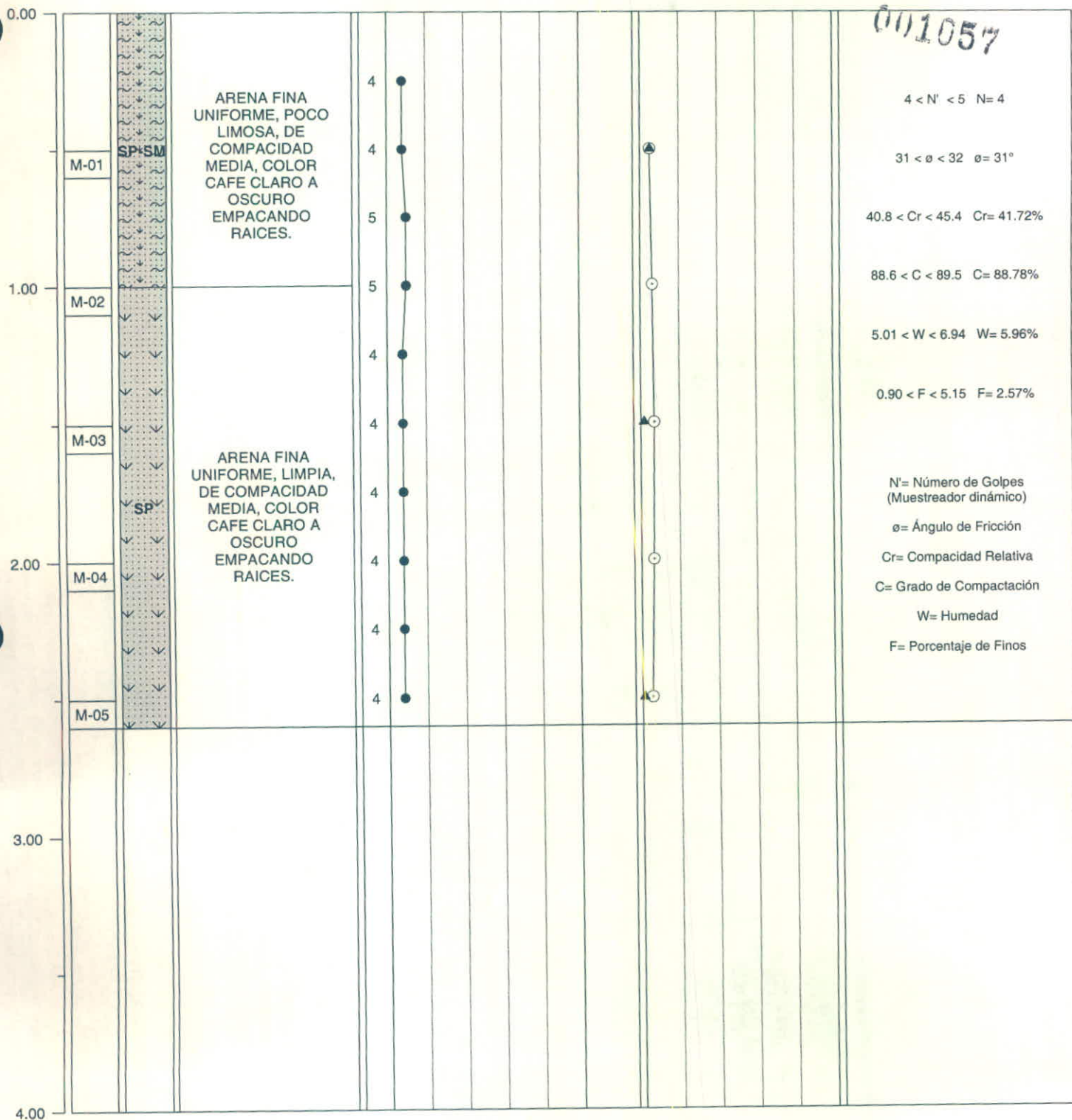
ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL
DE VERACRUZ, S.A. DE C.V.

000956

- El personal del contratista, deberá portar gafete de identificación con fotografía, debidamente autorizado por la api.; el formato del gafete será proporcionado por la api para que el contratista le integre los datos y fotografía de su personal obrero, así como recabar la firma de la gerencia de ingeniería, para su autorización. Estos gafetes serán puestos a disposición de la gerencia de ingeniería una vez finalizada la obra.
- La constructora se compromete a no emplear a menores de edad bajo ninguna circunstancia, ni mujeres para trabajos pesados (únicamente mujeres mayores de edad para limpiezas en planta baja)
- Queda estrictamente prohibido que el personal se quede a dormir en la obra dentro del recinto portuario. Así como el encender fuego (por los veladores)
- La contratación de sanitarios de campo portátiles (1 por cada 30 personas), con limpieza diaria de los mismos.
- Deberá instalar en el interior de la obra, botes de basura (tambos de 200 lts.) a cada 100 mts. Pintados para su identificación y diariamente serán vaciados por la contratista llevando la basura fuera de la obra y del recinto portuario.
- En las áreas donde se trabaje con soldadura o equipos de corte, deberá haber cuando menos un extinguidor de polvo químico por cada máquina o equipo de corte.
- Los equipos de oxicorte, deberán estar provistos de carritos con ruedas y estos a su vez, contar con cinchos de seguridad para sostener los tanques.
- Todo equipo eléctrico, deberá contar con clavijas de seguridad. Los contactos en tableros de conexión, deberán contar también con contactos de seguridad.
- todos los acarreos, fletes, maniobras, elevación y manejos de materiales o equipos, deberán estar contemplados en los precios unitarios.
- Todos los materiales que se empleen en los trabajos deberán ser nuevos, en caso de que la contratista emplee materiales: usados, reconstruidos, repintados, chuleados, de recuperación, intemperizados, oxidados, golpeados, maltratados, rayados, despintados, o en general que tengan defecto alguno, deberá cambiarlos por materiales nuevos y sanos sin costo para apiver. Todo material se considera entregado en obra y en el sitio de trabajo.
- APIVER NO proporcionará a la contratista energía eléctrica NI agua. El consumo, conducción y pago de ambos, será por cuenta de la misma contratista. Así como el servicio de agua en pipas, no aceptándose agua de mar o producto de plantas de tratamiento. Será obligación y responsabilidad integral del contratista durante la visita de obra, verificar con el personal de APIVER si los servicios son factibles en el área donde se desarrollaran los trabajos.
- En las terracerías se deberá considerar dentro del precio unitario: cargarlo en camión, sacarlo de la obra a tiro libre, pago de los derechos si es en el basurero municipal. Todos los camiones que transporten dentro y fuera del recinto portuario, deberán estar provistos de lonas para evitar que la tierra y el escombros caigan a los pisos. Todo material producto de demoliciones, excavaciones y limpiezas, deberá ser retirado diariamente del recinto portuario, el no cumplimiento de este último punto será motivo de la detención de los trabajos sin consecuencias ni responsabilidad para apiver, reanudándolos solo hasta que la contratista haya retirado fuera del recinto el material señalado.

[Handwritten signature]

Prof. en mts.	Muestra No.	Descripción y Clasificación SUCS	N	Penetración Estandar, N				qu	⊕ Contenido de Agua W % △ Contenido de Finos F % — LP - LL %				Observaciones e Información Complementaria
				10	20	30	40		20	40	60	80	
				□ Penetrómetro, qu Kg/cm2									
				1.00	2.00	3.00	4.00						



VIAS ELÁSTICAS DEL FERROCARRIL TRAMO LA ZAL - SANTA FÉ	Ingenieros Consultores de Veracruz, S.C.	Sondeo	N.A.F. = <u>No Detectado</u>	Localización	Fecha Inicio = 21/Oct/10
	Elaboró: Ing. Miguel Manica Malcom	PCA-14	Prof. Final = <u>2.50 m.</u>	X = 790,760.22 Y = 2,128,928.71 Z = 25.036	Fecha Termino = 21/Oct/10 Fecha Term. Lab. = 29/Oct/10
	Fecha: 06/Nov/10	Tipo de Muestreo: Alterado Selectivo	Sup. Campo = Ing. Marcos Paez A. Revisó = Ing. Juan F. Capallera C.	Hoja 1/1	

FIG. 15 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 14. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

[Handwritten signature]

0.00		0.00		001056	
					N= 2
					$\phi = 29^\circ$
					Cr= 31.60%
					C= 86.90%
					$3.86 < W < 4.54$ W= 4.32%
					$0.40 < F < 0.95$ F= 0.63%
					N'= Número de Golpes (Muestreador dinámico)
					ϕ = Ángulo de Fricción
					Cr= Compacidad Relativa
					C= Grado de Compactación
					W= Humedad
					F= Porcentaje de Finos
0.00					
	M-01	2	2		
		2	2		
		2	2		
1.00	M-02	2	2		
		2	2		
		2	2		
	M-03	2	2		
		2	2		
		2	2		
2.00	M-04	2	2		
		2	2		
		2	2		
	M-05	2	2		
3.00					
4.00					

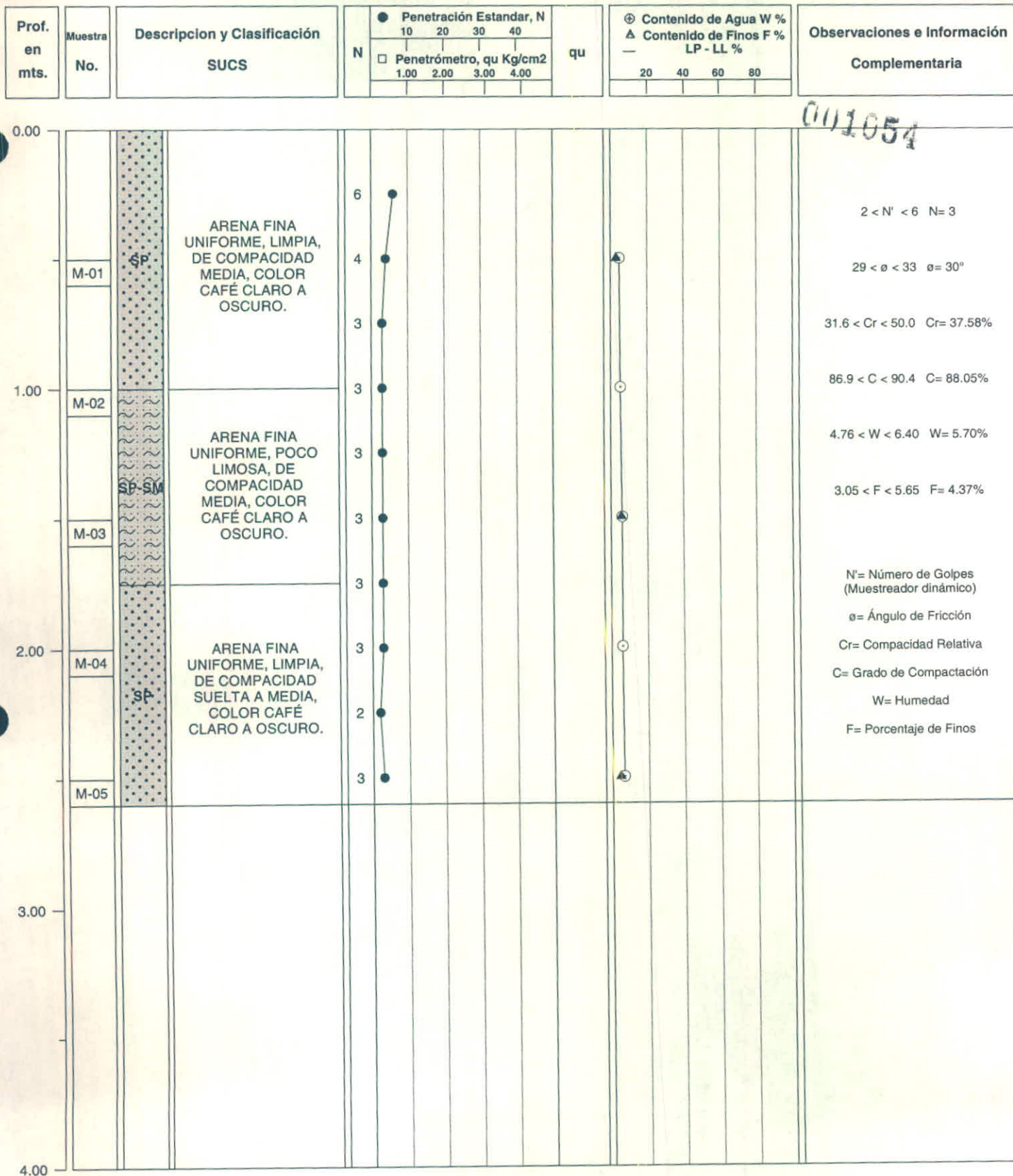
FIG. 14 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 13. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Chabur

C001055		3 < N' < 6 N= 3	
		30 < ø < 33 ø= 30°	
		36.2 < Cr < 50.0 Cr= 38.04%	
		87.8 < C < 90.4 C= 88.14%	
		4.75 < W < 7.25 W= 5.84%	
		1.75 < F < 8.70 F= 6.25%	
		N'= Número de Golpes (Muestreador dinámico)	
		ø= Ángulo de Fricción	
		Cr= Compacidad Relativa	
		C= Grado de Compactación	
		W= Humedad	
		F= Porcentaje de Finos	
0.00		6	
	M-01	4	
		3	
1.00	M-02	3	
	SP-SM	3	
		3	
	M-03	3	
		3	
2.00	M-04	3	
		3	
		3	
	M-05	3	
	SP		
3.00			
4.00			

FIG. 13 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 12. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

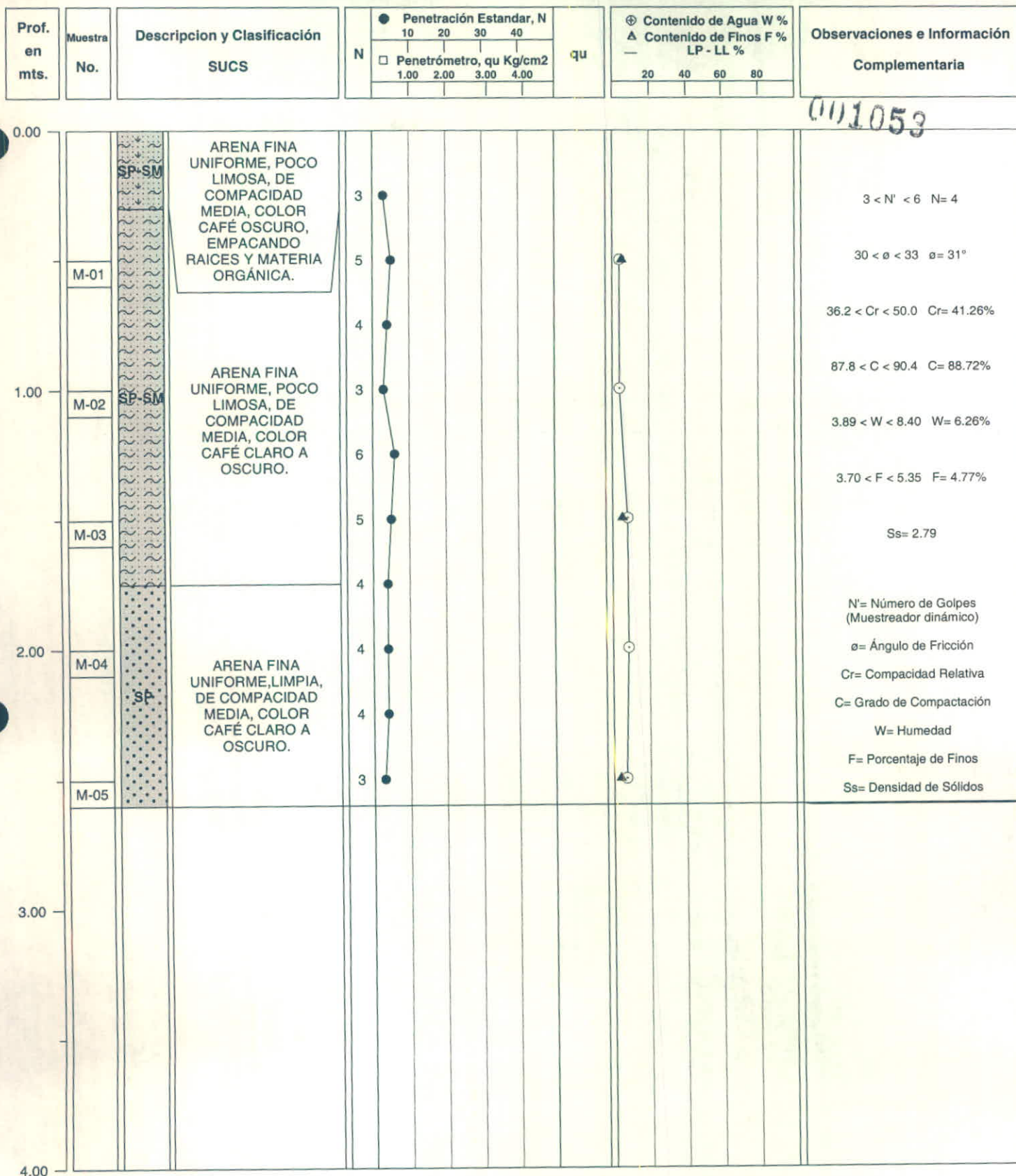
ades



VIAS ELÁSTICAS DEL FERROCARRIL TRAMO LA ZAL - SANTA FÉ	Ingenieros Consultores de Veracruz, S.C.	Sondeo	N.A.F. = No Detectado	Localización	Fecha Inicio =	20/Oct/10
	Elaboró: Ing. Miguel Manica Malcom	PCA-11	Prof. Final = 2.50 m.	X = 792,547.70 Y = 2,128,448.14 Z = 47.696	Fecha Termino =	20/Oct/10
	Fecha: 06/Nov/10	Tipo de Muestreo: Alterado Selectivo		Sup. Campo = Revisó =	Ing. Marcos Paez A. Ing. Juan F. Capallera C.	Hoja 1/1

FIG. 12 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 11. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Manica



VIAS ELÁSTICAS DEL FERROCARRIL TRAMO LA ZAL - SANTA FÉ	Ingenieros Consultores de Veracruz, S.C.	Sondeo	N.A.F. = <u>No Detectado</u>	Localización	Fecha Inicio = 20/Oct/10
	Elaboró: Ing. Miguel Manica Malcom	PCA-10	Prof. Final = <u>2.50 m.</u>	X = 793,147.03 Y = 2,128,419.83 Z = 44.592	Fecha Terminó = 20/Oct/10
	Fecha: 06/Nov/10	Tipo de Muestreo: Alterado Selectivo	Sup. Campo = Revisó =	Ing. Marcos Paez A. Ing. Juan F. Capallera C.	Fecha Term. Lab. = 29/Oct/10
					Hoja 1/1

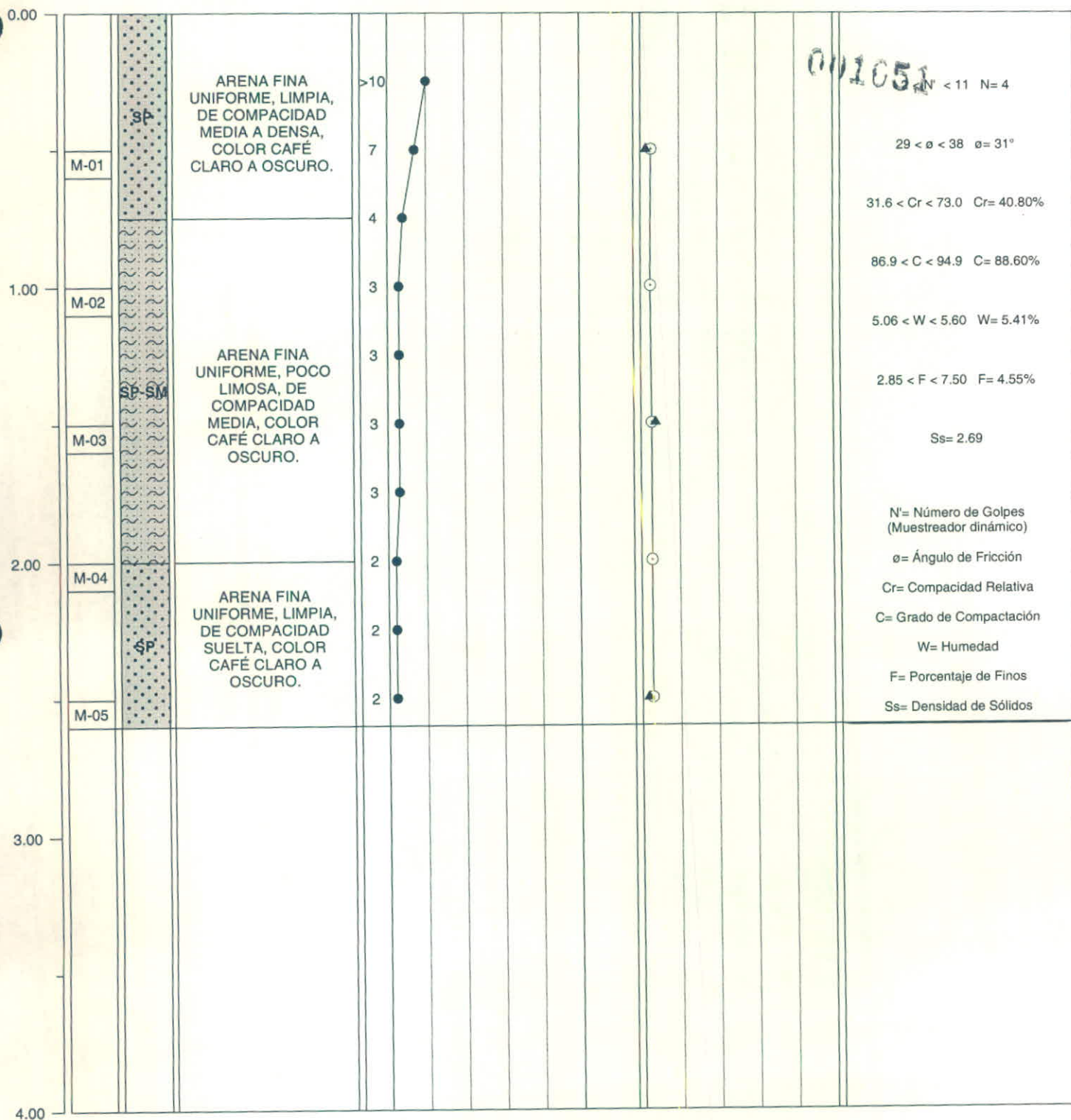
FIG. 11 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 10. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Manica



es
Albany

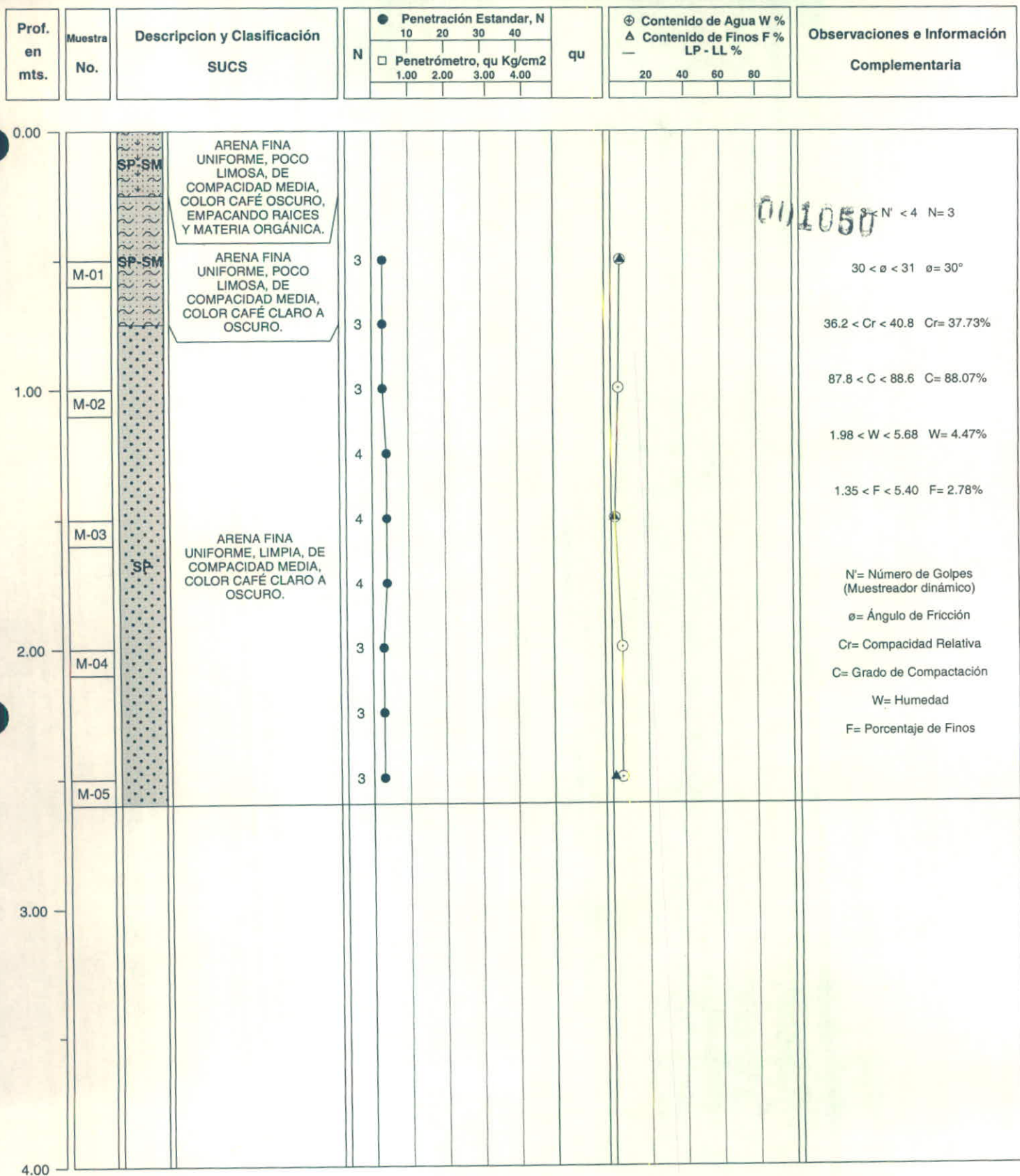
Prof. en mts.	Muestra No.	Descripción y Clasificación SUCS	● Penetración Estandar, N				qu	⊕ Contenido de Agua W % △ Contenido de Finos F % — LP - LL %				Observaciones e Información Complementaria			
			10	20	30	40									
			□ Penetrómetro, qu Kg/cm2												
			1.00	2.00	3.00	4.00									



VIAS ELÁSTICAS DEL FERROCARRIL TRAMO LA ZAL - SANTA FÉ	Ingenieros Consultores de Veracruz, S.C.	Sondeo	N.A.F. = No Detectado	Localización	Fecha Inicio =	19/Oct/10
	Elaboró: Ing. Miguel Manica Malcom	PCA-08	Prof. Final = 2.50 m.	X = 794,159.01 Y = 2,128,637.50 Z = 32.664	Fecha Terminó =	19/Oct/10
	Fecha: 06/Nov/10	Tipo de Muestreo: Alterado Selectivo		Sup. Campo =	Ing. Marcos Paez A.	Hoja
				Revisó =	Ing. Juan F. Capallera C.	1/1

FIG. 09 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 8. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Manica

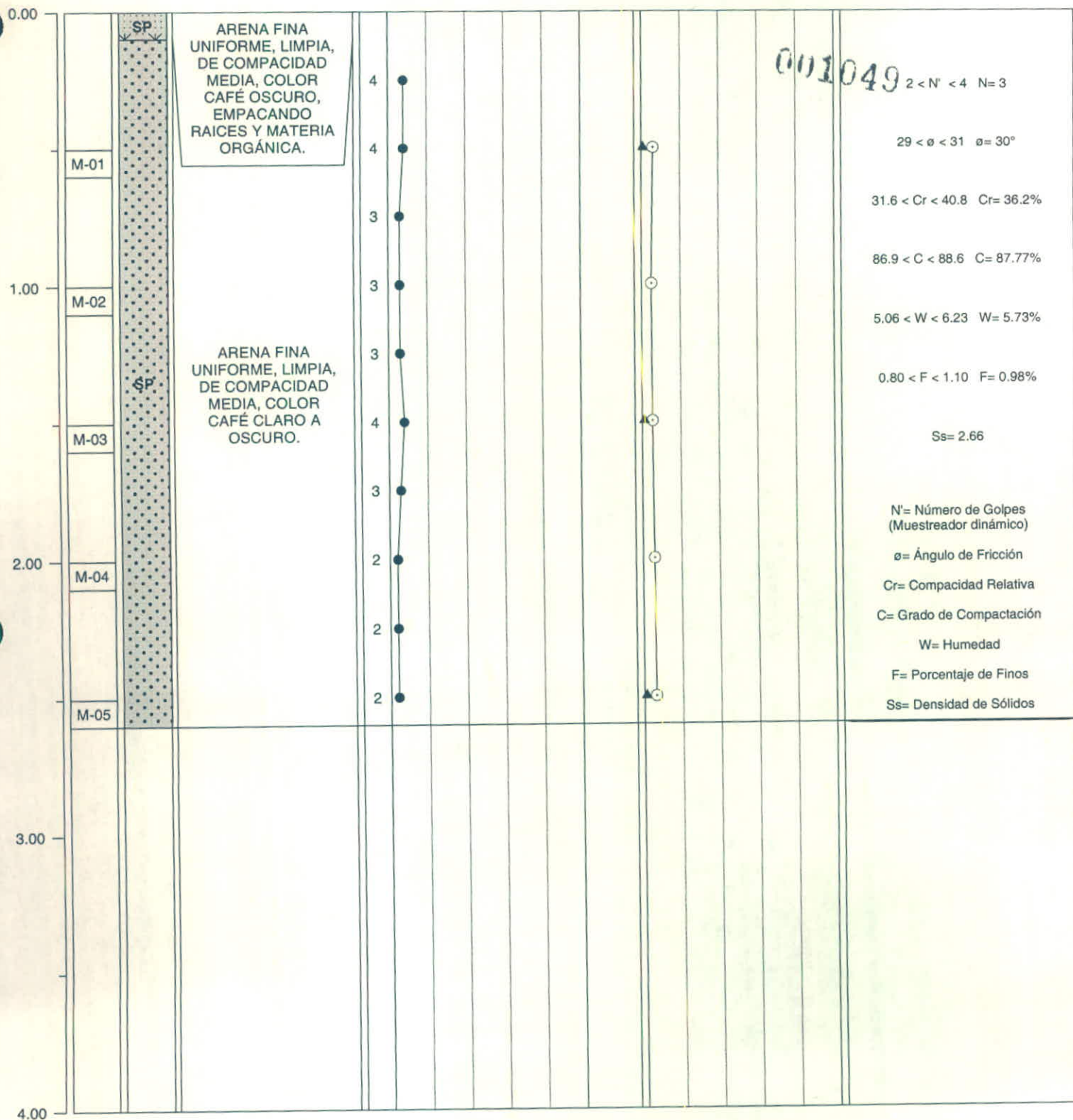


VIAS ELÁSTICAS DEL FERROCARRIL TRAMO LA ZAL - SANTA FÉ	Ingenieros Consultores de Veracruz, S.C.	Sondeo	N.A.F. = No Detectado	Localización	Fecha Inicio =	19/Oct/10
	Elaboró: Ing. Miguel Manica Malcom	PCA-07	Prof. Final = 2.50 m.	X = 794,157.95 Y = 2,129,197.49 Z = 20.719	Fecha Termino =	19/Oct/10
	Fecha: 06/Nov/10	Tipo de Muestreo: Alterado Selectivo		Sup. Campo = Ing. Marcos Paez A.	Fecha Term. Lab. =	29/Oct/10
				Revisó = Ing. Juan F. Capallera C.	Hoja	1/1

FIG. 08 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 7. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Manica

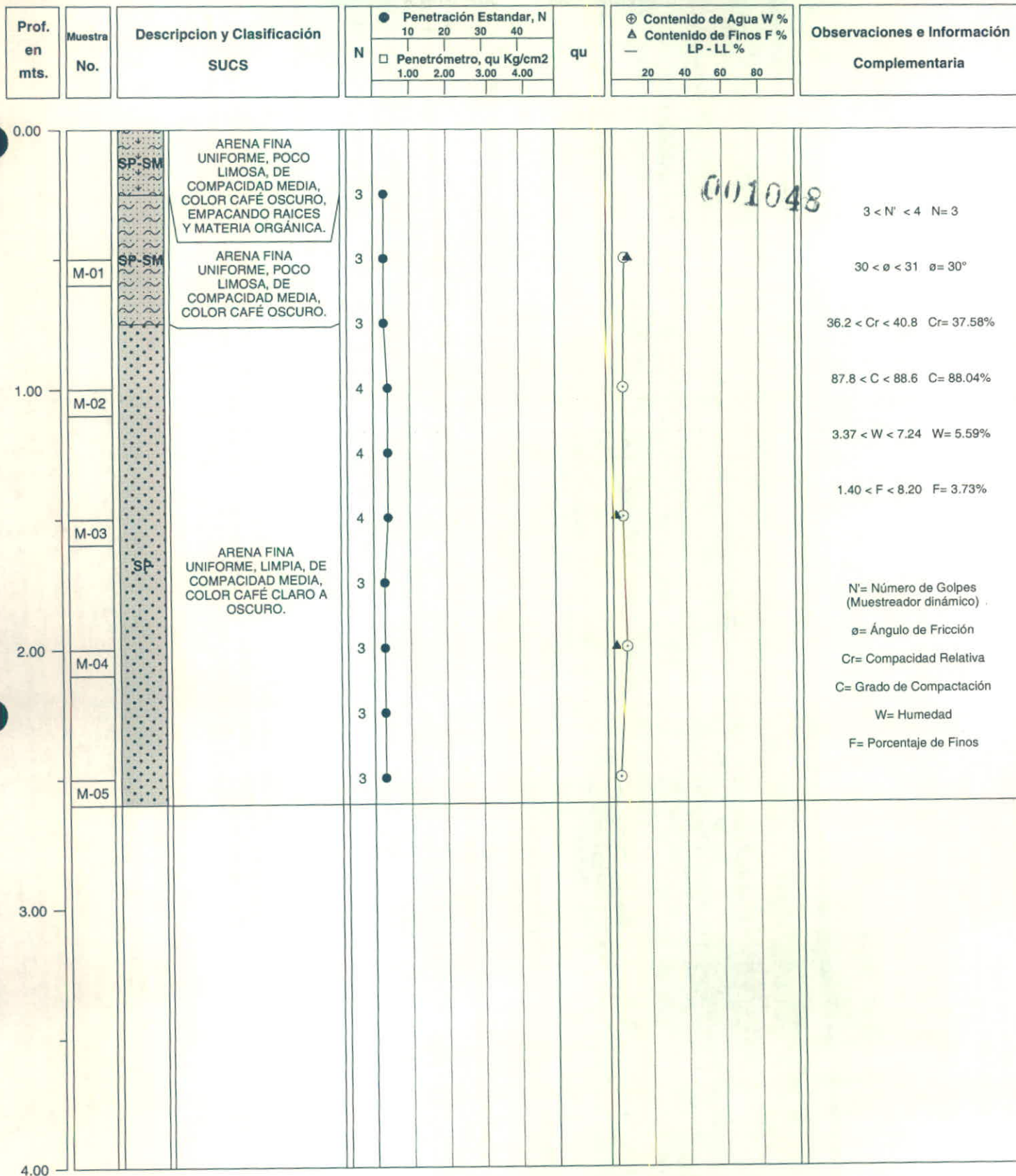
Prof. en mts.	Muestra No.	Descripción y Clasificación SUCS	● Penetración Estandar, N				qu	⊕ Contenido de Agua W % △ Contenido de Finos F % — LP - LL %				Observaciones e Información Complementaria	
			10	20	30	40		□ Penetrómetro, qu Kg/cm2	20	40	60		80
			1.00	2.00	3.00	4.00							



VIAS ELÁSTICAS DEL FERROCARRIL TRAMO LA ZAL - SANTA FÉ	Ingenieros Consultores de Veracruz, S.C.		Sondeo	N.A.F. = <u>No Detectado</u>	Localización	Fecha Inicio =	19/Oct/10
	Elaboró: Ing. Miguel Manica Malcom		PCA-06	Prof. Final = <u>2.50 m.</u>	X = 794,156.37 Y = 2,129,797.49 Z = 16.789	Fecha Termino =	19/Oct/10
	Fecha: 06/Nov/10				Tipo de Muestreo: Alterado Selectivo	Sup. Campo = Ing. Marcos Paez A. Revisó = Ing. Juan F. Capallera C.	Fecha Term. Lab. =
							Hoja

FIG. 07 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 6. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Manica

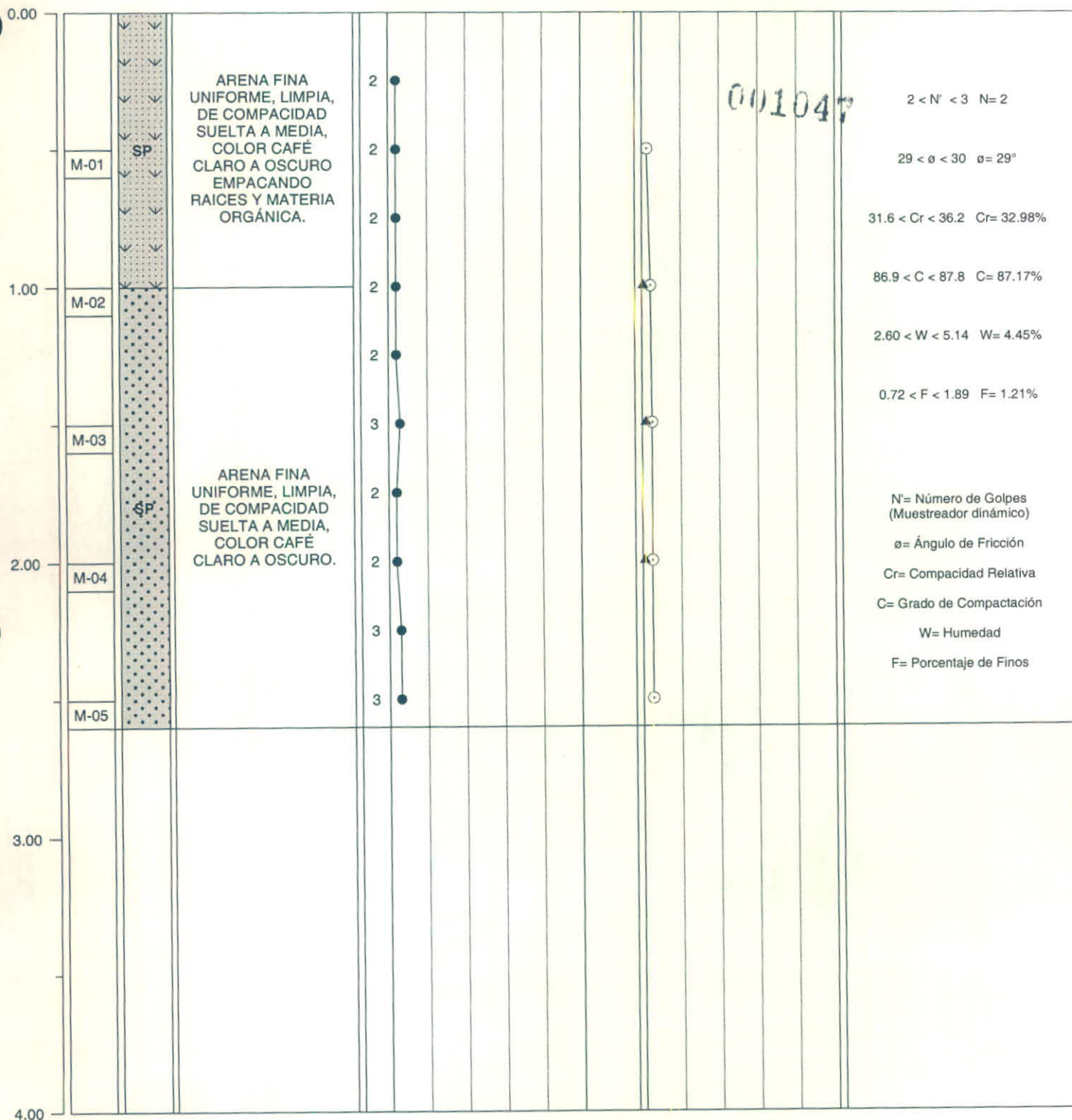


VIAS ELÁSTICAS DEL FERROCARRIL TRAMO LA ZAL - SANTA FÉ	Ingenieros Consultores de Veracruz, S.C.	Sondeo	N.A.F. = <u>No Detectado</u>	Localización	Fecha Inicio = 19/Oct/10
	Elaboró: Ing. Miguel Manica Malcom	PCA-05	Prof. Final = <u>2.50 m.</u>	X = 794,154.74 Y = 2,130,397.49 Z = 10.220	Fecha Terminó = 19/Oct/10
	Fecha: 06/Nov/10	Tipo de Muestreo: Alterado Selectivo		Sup. Campo = Ing. Marcos Paez A.	Hoja
				Revisó = Ing. Juan F. Capallera C.	1/1

FIG. 06 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 5. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Manica

Prof. en mts.	Muestra No.	Descripción y Clasificación SUCS	N	● Penetración Estandar, N				qu	⊕ Contenido de Agua W % △ Contenido de Finos F % — LP - LL %				Observaciones e Información Complementaria	
				10	20	30	40							
				□ Penetrómetro, qu Kg/cm2										
				1.00	2.00	3.00	4.00			20	40	60	80	

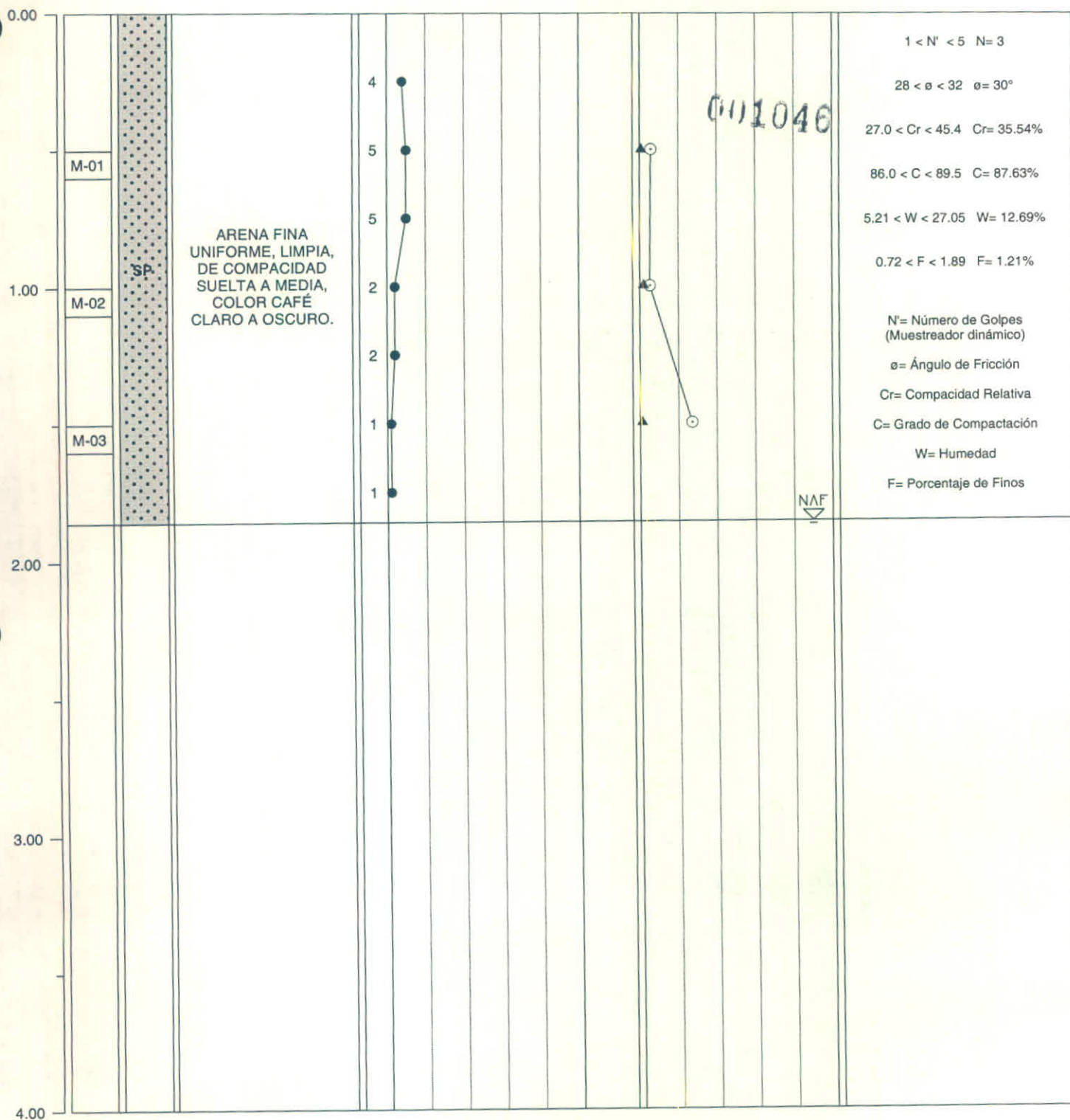


VIAS ELÁSTICAS DEL FERROCARRIL TRAMO LA ZAL - SANTA FÉ	Ingenieros Consultores de Veracruz, S.C.	Sondeo	N.A.F. = No Detectado	Localización	Fecha Inicio =	19/Oct/10
	Elaboró: Ing. Miguel Manica Malcom	PCA-04	Prof. Final = 2.50 m.	X = 794,154.25 Y = 2,130,577.49 Z = 6.265	Fecha Terminó =	19/Oct/10
	Fecha: 06/Nov/10	Tipo de Muestreo: Alterado Selectivo		Sup. Campo = Revisó =	Ing. Marcos Paez A. Ing. Juan F. Capallera C.	Hoja 1/1

FIG. 05 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 4. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

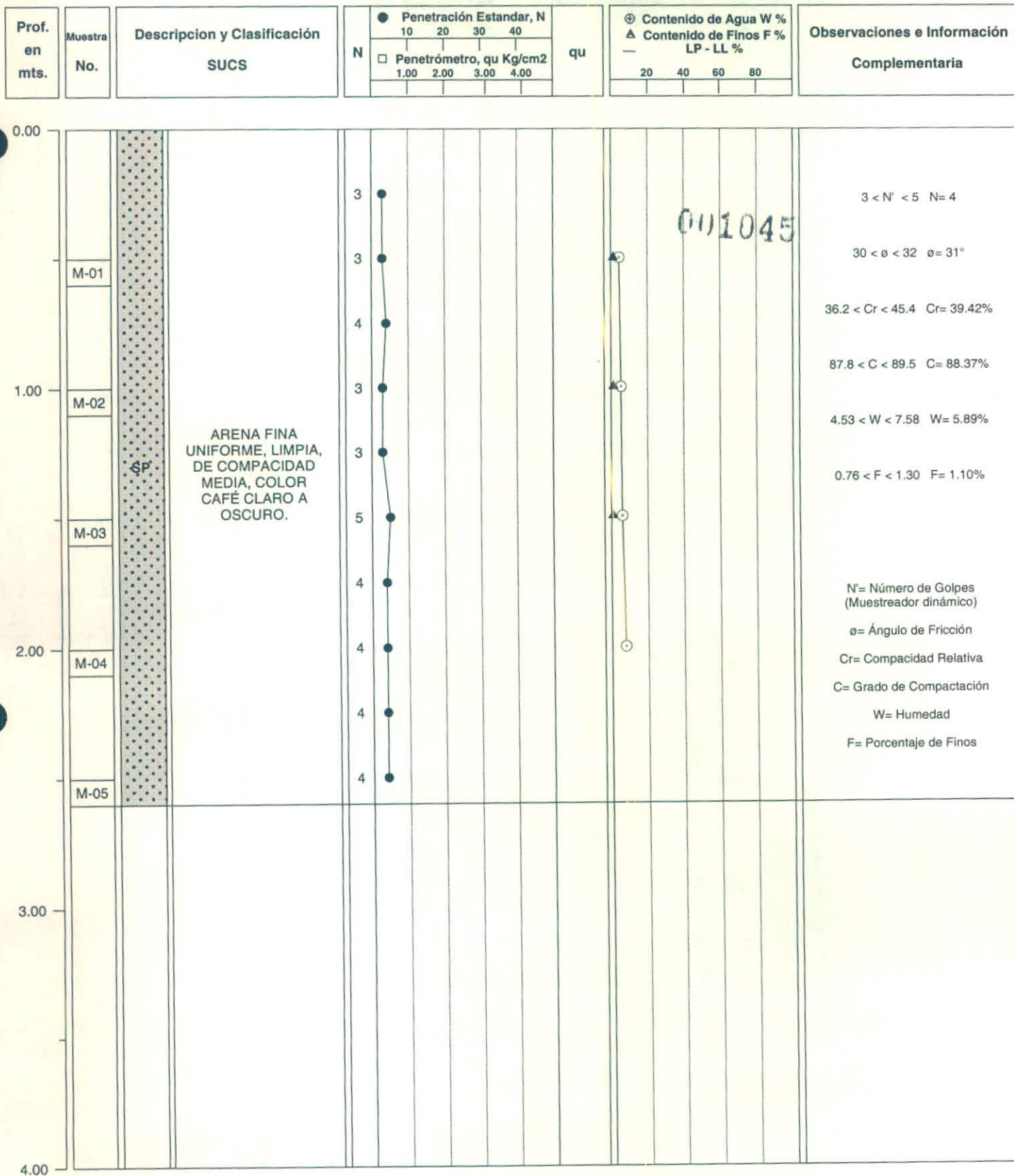
Manica

Prof. en mts.	Muestra No.	Descripción y Clasificación SUCS	● Penetración Estandar, N				qu	⊕ Contenido de Agua W % △ Contenido de Finos F % — LP - LL %				Observaciones e Información Complementaria	
			N	10	20	30		40	20	40	60		80
				□ Penetrómetro, qu Kg/cm2									
				1.00	2.00	3.00		4.00					



VIAS ELÁSTICAS DEL FERROCARRIL TRAMO LA ZAL - SANTA FÉ	Ingenieros Consultores de Veracruz, S.C.	Sondeo	N.A.F. = 1.86 m.	Localización	Fecha Inicio = 19/Oct/10
	Elaboró: Ing. Miguel Manica Malcom	PCA-03	Prof. Final = 1.86 m.	X = 794,818.08 Y = 2,130,932.52 Z = 3.949	Fecha Termino = 19/Oct/10
	Fecha: 06/Nov/10	Tipo de Muestreo: Alterado Selectivo	Sup. Campo = Ing. Marcos Paez A.	Revisó = Ing. Juan F. Capallera C.	Hoja 1/1

FIG. 04 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 3. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.



VIAS ELÁSTICAS DEL FERROCARRIL TRAMO LA ZAL - SANTA FÉ	Ingenieros Consultores de Veracruz, S.C.	Sondeo	N.A.F. = <u>No detectado</u>	Localización	Fecha Inicio =	19/Oct/10
	Elaboró: Ing. Miguel Manica Malcom	PCA-02	Prof. Final = <u>2.50 m.</u>	X = 795,256.92 Y = 2,130,804.37 Z = 7.800	Fecha Termino =	19/Oct/10
	Fecha: 06/Nov/10	Tipo de Muestreo: Alterado Selectivo		Sup. Campo =	Ing. Marcos Paez A.	Hoja
				Revisó =	Ing. Juan F. Capallera C.	1/1

FIG. 03 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 2. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Calderon

001044

$2 < N' < 6 \quad N = 3$

$29 < \phi < 33 \quad \phi = 30^\circ$

$31.6 < Cr < 50.0 \quad Cr = 37.12\%$

$86.9 < C < 90.4 \quad C = 87.95\%$

$4.77 < W < 23.92 \quad W = 9.10\%$

$0.90 < F < 2.75 \quad F = 1.68\%$

$S_s = 2.71$

N' = Número de Golpes
(Muestreador dinámico)

ϕ = Ángulo de Fricción

Cr = Compacidad Relativa

C = Grado de Compactación

W = Humedad

F = Porcentaje de Finos

S_s = Densidad de Sólidos

ARENA FINA
UNIFORME, LIMPIA,
DE COMPACIDAD
SUELTA A MEDIA,
COLOR CAFÉ
CLARO A OSCURO.

M-01

M-02

M-03

M-04

M-05

SP

6

5

4

3

3

3

2

2

2

2

2

0.00

1.00

2.00

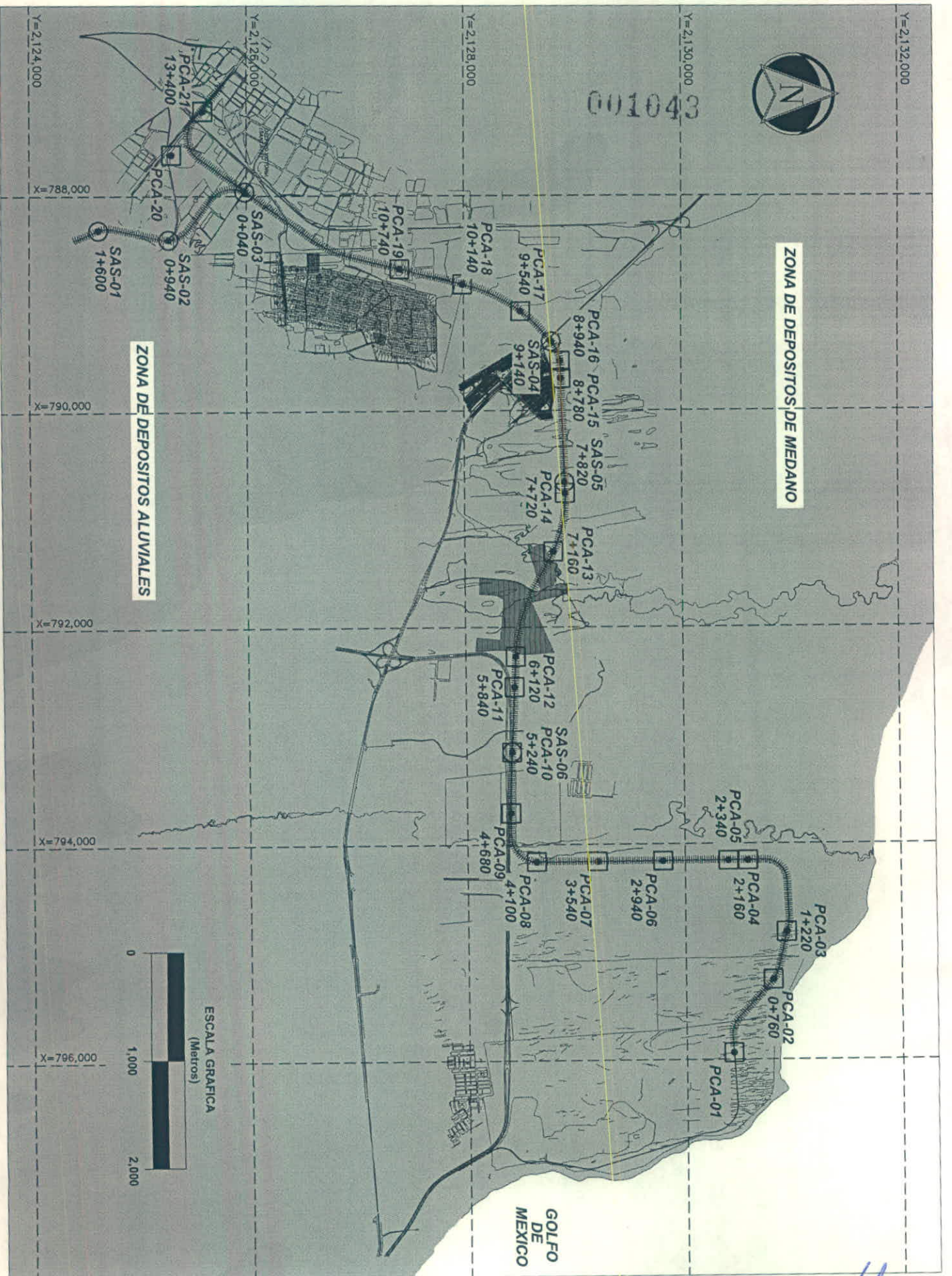
3.00

4.00

FIG. 02 Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 1. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

William V

Fig. 01 Localización General del Área de Estudio y de los Sondeos Geotécnicos Exploratorios. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Aluviales Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.



FIGURAS

001042

alabau

Tabla 4 Estratigrafía Simplificada y Propiedades Índice y Mecánicas más Importantes del Subsuelo. Área de Depósitos Aluviales, Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Estrato Nº	Espesor m	SUCS	N	q _u Kg/cm ³	φ	Cr %	γ _m T/m ³	F %	ω %	L _i %	L _p %	I _p %	S _s
1	2.50	CH	3	0.25	-----	-----	1.62	26.9	8.5	28.2	5.4	14.4	2.62
	a	CL	a	a			a	a	a	a	a	a	a
	3.60	SC	20	4.50			1.77	64.7	31.7	68.5	27.0	43.6	2.77
	3.00 ⁽¹⁾		12 ⁽¹⁾	2.32 ⁽¹⁾			1.71 ⁽¹⁾	39.2 ⁽¹⁾	17.4 ⁽¹⁾	41.6 ⁽¹⁾	18.9 ⁽¹⁾	26.5 ⁽¹⁾	2.71 ⁽¹⁾

Notas: (1) Valor Promedio.

N= número de golpes, SPT, φ=ángulo de fricción interna del suelo, γ_m=peso volumétrico del suelo, F=contenido de finos, w=humedad natural del suelo, L_i=límite líquido, L_p=límite plástico, I_p=Índice plástico S_s=Densidad de Sólidos, Cr=compacidad relativa.

001041

Alfonso V

Tabla 3 Estratigrafía Simplificada y Propiedades Índice y Mecánicas más Importantes del Subsuelo. Área de Depósitos de Medano, Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Estrato Nº	Espesor m	SUCS	N	qu Kg/cm³	ϕ	Cr %	γ_m T/m³	F %	ω %	L _i %	L _p %	I _p %	Ss
1	2.50	SP-SM SP SM	5	-----	28°	28.0	1.62	0.40	1.9	-----	-----	-----	2.66
	a		a		a	a	a	a	a				a
	3.00		23		32°	32.5	1.68	15.6	27.0				2.79
2	1.75 ⁽¹⁾	SP-SM	10 ⁽¹⁾	-----	29° ⁽¹⁾	35.1 ⁽¹⁾	1.65 ⁽¹⁾	2.5 ⁽¹⁾	6.6 ⁽¹⁾	-----	-----	-----	2.71 ⁽¹⁾
	5.60		12		30°	38.0	1.68	5.0	6.6				2.73
			a		a	a	a	a	a				
			>50		>38°	>86.0	2.00	11.5	25.2				
			25 ⁽¹⁾		33° ⁽¹⁾	57.6 ⁽¹⁾	1.84 ⁽¹⁾	8.6 ⁽¹⁾	16.8 ⁽¹⁾				

Notas: (1) Valor Promedio.

N= número de golpes, SPT, ϕ =ángulo de fricción interna del suelo, γ_m =peso volumétrico del suelo, F=contenido de finos, w=humedad natural del suelo, L_i=límite líquido, L_p=límite plástico, I_p=Índice plástico Ss=Densidad de Sólidos, Cr=compacidad relativa.

001040

Alfonso

Tabla 2 Estratigrafía Simplificada y Propiedades Índice y Mecánicas más Importantes del Subsuelo. Cajón Ferroviario, Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Estrato Nº	Espesor m	SUCS	N	q _u Kg/cm ³	φ	Cr %	γ _m T/m ³	F %	ω %	L _i %	L _p %	I _p %	S _s
1	11.40	SP-SM	10	-----	29°	35.1	1.62	8.4	5.9	-----	-----	-----	2.77
			a		a	a	a	a	a				
			25 17 ⁽¹⁾		32° 31° ⁽¹⁾	57.6 45.4 ⁽¹⁾	1.68 1.67 ⁽¹⁾	11.2 10.0 ⁽¹⁾	12.1 9.1 ⁽¹⁾				
2	8.20	SP-SM SP SM	31	-----	34°	66.0	1.86 ⁽¹⁾	4.5	7.6	-----	-----	-----	2.75
			a		a	a		a	a				
			>50 46 ⁽¹⁾		>38° 37° ⁽¹⁾	>86.0 82.1 ⁽¹⁾		13.6 7.7 ⁽¹⁾	16.5 10.8 ⁽¹⁾				

Notas: (1) Valor Promedio.

N= número de golpes, SPT, φ=ángulo de fricción interna del suelo, γ_m=peso volumétrico del suelo, F=contenido de finos, w=humedad natural del suelo, L_i=límite líquido, L_p=límite plástico, I_p=Índice plástico S_s=Densidad de Sólidos, Cr=compacidad relativa.

001039

[Handwritten signature]

001038

Continua

Sondeo Nº	Tipo	Localización	Elev. Brocal,	NAF m	Prof. m	Fechas Inicio Término
SAS-1	Alterado	X=788,316.19 Y=2,124,640.09 CAD 1+600 STA FE	24.950	No Detectado	3.60	171110 171110
SAS-2	Alterado	X=788,403.51 Y=2,125,287.33 CAD 0+940 STA FE	28.850	No Detectado	3.60	171110 171110
SAS-3	Alterado	X=787,962.43 Y=2,125,983.24 CAD 0+040 STA FE	38.43	No Detectado	3.60	171110 171110
SAS-4	Alterado	X=789,368.83 Y=2,128,814.71 CAD 9+140	37.20	No Detectado	20.00	161110 171110
SAS-5	Alterado	X=790,660.27 Y=2,128,925.44 CAD 7+820	16.94	3.00	8.60	181110 181110
SAS-6	Alterado	X=793,147.03 Y=2,128,419.83 CAD 5+240	40.753	No Detectado	8.60	171110 171110

SIMBOLOGIA:

NAF= Nivel de Aguas Freáticas.

001037

Continua

Sondeo N°	Tipo	Localización	Elev. Brocal,	NAF m	Prof. m	Fechas Inicio Término
PCA-11	Alterado	X=792,547.70 Y=2,128,448.14 CAD 5+840	45.597	No Detectado	2.50	201010 201010
PCA-12	Alterado	X=792,268.01 Y=2,128,461.37 CAD 6+120	33.003	No Detectado	2.50	201010 201010
PCA-13	Alterado	X=791,304.07 Y=2,128,818.36 CAD 7+160	18.964	No Detectado	2.50	211010 211010
PCA-14	Alterado	X=790,760.22 Y=2,128,928.71 CAD 7+720	22.173	No Detectado	2.50	201010 201010
PCA-15	Alterado	X=794,700.78 Y=2,128,894.11 CAD 8+780	19.287	1.30	1.30	201010 201010
PCA-16	Alterado	X=789,540.09 Y=2,128,888.40 CAD 8+940	20.121	No Detectado	2.50	201010 201010
PCA-17	Alterado	X=789,079.13 Y=2,128,526.43 CAD 9+540	26.835	No Detectado	2.50	211010 211010
PCA-18	Alterado	X=788,824.19 Y=2,127,988.11 CAD 10+140	25.703	No Detectado	2.50	221010 221010
PCA-19	Alterado	X=788,680.26 Y=2,127,405.63 CAD 10+740	30.661	No Detectado	2.50	231010 231010
PCA-20	Alterado	X=787,619.09 Y=2,125,313.82	33.231	No Detectado	2.50	221010 221010
PCA-21	Alterado	X=787,216.87 Y=2,125,600.50 CAD 13+400	33.231	No Detectado	2.50	221010 221010

Tabla 1 Características más Importantes de los Sondeos Geotécnicos Realizados para la Construcción del Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Sondeo N°	Tipo	Localización	Elev. Brocal,	NAF m	Prof. m	Fechas Inicio Término
PCA-1	Alterado	X=795,936.01 Y=2,130,431.44	7.957*	No Detectado	2.50	201010 201010
PCA-2	Alterado	X=795,256.92 Y=2,130,804.37 CAD 0+760	8.466	No Detectado	2.50	191010 191010
PCA-3	Alterado	X=794,818.08 Y=2,130,932.52 CAD 1+220	8.908	1.86	1.86	191010 191010
PCA-4	Alterado	X=794,154.25 Y=2,130,577.49 CAD 2+160	4.912	No Detectado	2.50	191010 191010
PCA-5	Alterado	X=794,154.74 Y=2,130,397.49 CAD 2+340	6.387	No Detectado	2.50	191010 191010
PCA-6	Alterado	X=794,156.37 Y=2,129,797.49 CAD 2+940	14.816	No Detectado	2.50	191010 191010
PCA-7	Alterado	X=794,157.95 Y=2,129,197.49 CAD 3+540	14.321	No Detectado	2.50	191010 191010
PCA-8	Alterado	X=794,159.01 Y=2,128,637.50 CAD 4+100	36.823	No Detectado	2.50	191010 191010
PCA-9	Alterado	X=793,706.81 Y=2,128,405.05 CAD 4+680	38.710	No Detectado	2.50	201010 201010
PCA-10	Alterado	X=793,147.03 Y=2,128,419.83 CAD 5+240	40.753	No Detectado	2.50	201010 201010

001035

TABLAS

Alonso

REFERENCIAS

1. Capallera, J., Miranda, J., Páez, I., "**Características Geotécnicas y Criterios Básicos para el Diseño de Cimentaciones en la Zona Conurbada de Veracruz, Ver, Una Visión Integrada**", Ingenieros Consultores de Veracruz, S. C., Veracruz, Ver., Agosto del 2001.
2. Instituto de Investigaciones Eléctricas, "**Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo**", Comisión Federal de Electricidad, México, 1993.
3. Instituto de Investigaciones Eléctricas, "**Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Viento**", Comisión Federal de Electricidad, México, 1993.
4. Juárez B. E., Rico R. A., "**Mecánica de Suelos**", Tomo II, 4ª Reimpresión, Limusa, México, D.F., 1976.
5. Bowles, J. E., "**Foundations Analysis and Design**", Third Edition, Mc Graw Hill, 1982, Tokio, Japan.
6. Togno F. M., "**Ferrocarriles**", Representaciones y Servicios de Ingeniería, México 1968.

- (7) El material de préstamo que se utilice para rellenos y construcción de terraplenes debe ser relleno limpio, que no es más que arena de médano abundante en el sitio, (arena fina poco limosa, SP-SM de acuerdo con el SUCS).
- (8) Para lograr una buena estabilidad mecánica de remates de terraplenes en suelos arenos-arcillosos también será necesario dar taludes 1.5 (horizontal) es a 1 (vertical), **Fig. 30**. Adicionalmente, para proteger y/o estabilizar estos taludes contra erosión eólica e hídrica, será necesario cubrirlos con vegetación y construir los drenajes necesarios, para evitar la formación de charcos y lagunatos en el área de proyecto, principalmente en los sitios próximos a los terraplenes y sus vías.
- (9) En general, para cortes provisionales, como son los que se hacen necesarios para cajeros y saneamiento, instalación de tuberías de alcantarillado sanitario y pluvial, la profundidad máxima de excavación que puede realizarse en el suelo del sitio sin ademe o entibación, con taludes verticales y en condiciones de seguridad, es de 1.50 m. Esta condición variará en época de lluvias, ya que los suelos del sitio son muy inestables en presencia del agua.
- (10) Deberá llevarse un control de calidad durante la construcción de los terraplenes de las vías, para garantizar el logro de las recomendaciones presentadas en este estudio.
- (11) Para cualquier duda que exista respecto a lo indicado en este documento o bien aspectos no mencionados, se deberá consultar con quienes suscribimos para su atención inmediata, ya que es parte del servicio contratado por Uds.

Una vez retirada la maleza del sitio, el terreno podrá ser nivelado según las necesidades de proyecto.

- Zona M

- (2) El material que se utilice para rellenos de las excavaciones y construcción de terraplenes puede ser el mismo del sitio, mediante capas de 30 cm de espesor como máximo compactadas al 100 % de su PVSM Próctor Estándar, siempre que no sea la capa orgánica superficial retirada en el despalme. Para lograr una adecuada compactación de las arenas de médano, será necesario tenderla en capas de 30 cm de espesor, máximo. El equipo adecuado para lograr una compactación eficiente entre el 95 y 100% de su PVSM Próctor Estándar es un rodillo vibratorio de 10 Ton circulando a una velocidad máxima de 3 Km/hr. De acuerdo con la experiencia local, la compactación deseada se logra con 6 a 8 pasadas del equipo. El PVSM Próctor estándar de este suelo es de 1,570 kg/m³ y su humedad óptima es de 12.5 %.
- (3) Para lograr una buena estabilidad mecánica de remates de terraplenes en arenas será necesario dar taludes 1.5 (horizontal) es a 1 (vertical), **Fig. 29**. Adicionalmente, para proteger y/o estabilizar estos taludes contra erosión eólica e hídrica, será necesario cubrirlos con vegetación y construir los drenajes necesarios, para evitar la formación de charcos y lagunatos en el área de proyecto, principalmente en los sitios próximos a los terraplenes y sus vías.

- Zona I

- (4) El material que se utilice para rellenos de las excavaciones y construcción de terraplenes puede ser el mismo del sitio, mediante capas de 30 cm de espesor como máximo compactadas al 100 % de su PVSM Próctor Estándar, siempre que no sea la capa orgánica superficial retirada en el despalme. Para compactar estos suelos arcillosos, será necesario utilizar el rodillo pata de cabra. Debido a la variación del contenido de finos de estos suelos, los PVSM Próctor estándar que pueden alcanzarse se encuentran en el rango de 1,700 a 1,880 Kg/m³, con una humedad óptima en el rango de 13 a 15 %.
- (5) Es importante realizar un control estricto con la humedad durante el proceso de compactación, ya que este suelo es muy inestable en presencia del agua. En caso de ser necesario, si no se logra una compactación adecuada, deberá usarse cemento en su estabilización, a razón de 50 kg/m³ o más, si es necesario.
- (6) En sitios donde se encuentren suelos orgánicos, arcillosos y eventualmente compresibles, particularmente cuando la rasante coincida con el nivel del terreno, será necesario hacer un saneo del suelo a una profundidad mínima de 1.50 m, como mínimo, para el desplante de la capa subrasante, como se indica en la **Fig. 30** de este documento.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones más importantes que se derivan de los resultados de este estudio son las siguientes:

7.1 Conclusiones

- (1) El sitio donde se localiza el proyecto pertenece a la provincia fisiográfica de la llanura costera del Golfo de México. Morfológicamente el terreno se encuentra sobre dos distintos depósitos de suelos, el primero de ellos es de origen eólico y marino, que forma el actual cordón de dunas litorales que bordean la costa del Golfo de México, y segundo es de origen aluvial y que conforma la antigua llanura de inundación del río Jamapa, adyacentes a los cordones de dunas litorales y por tanto existen superficialmente suelos arenosos y arcillosos. En la **Fig. 1** se presenta la localización del tramo de vía estudiado y las zonas geotécnicas que cruza.
- (2) Como una característica generalizada en el sitio estudiado, los suelos de origen eólico, depósitos médano, arenas limpias, poco limosas y limosas, **SP, SP-SM y SM**, presentan una compacidad suelta a media hasta una profundidad promedio 10 m, aumentando a densa por debajo de esta cota. El **NAF**, se encuentra profundo, con excepción hecha de los médanos enrasados, y a los adyacentes a los cuerpos de agua, como ocurre en los sondeos **PCA 3, PCA 5 y SAS 5**. En los suelos de origen aluvial, conformados por arcillas arenosas y arenas muy arcillosas, **SC, CL y CH**, presentan una consistencia media, empacando estratificaciones aisladas de consistencia blanda, y firme, hasta la profundidad máxima explorada en esta zona, 3.60 m. No fue posible identificar el **NAF**. Sin embargo, de acuerdo con la información disponible sobre el sitio, se estima que se encuentra a una profundidad cercana a los 25 m.
- (3) Las características de resistencia y compresibilidad del suelo del sitio son adecuadas para el desplante de los terraplenes para las vías férreas.
- (4) Dadas las características de plasticidad del suelo, en la zona aluvial no es conveniente realizar ninguna actividad constructiva en temporada de lluvias, ya que el suelo puede perder su resistencia drásticamente cuando aumenta su humedad dificultando su estabilización.

7.2 Recomendaciones

- (1) De acuerdo con las características del suelo, se recomienda un despalme promedio del mismo de 20 cm en el área de construcción del terraplén de las vías, con el propósito de retirar la capa vegetal y orgánica existente en su superficie. Esta profundidad de despalme puede ser variable y se hará de acuerdo a lo que se vaya encontrando en el sitio.

6.2 Movimiento de Tierras, Construcción de Terraplenes y Estabilidad de Taludes

Previo a la realización de cortes y construcción de rellenos y terraplenes, el terreno deberá ser despalado 20 cm ó más si se requiere, para retirar la maleza presente en la superficie del terreno, sus raíces y los suelos orgánicos, indeseables para fines de desplante de cimentaciones y estructuras de tierra, tales como terraplenes.

Una vez retirada la maleza y suelo orgánico del sitio, el terreno podrá ser nivelado según las necesidades de proyecto. El material que se utilice para rellenos y terraplenes debe ser relleno limpio, que no es más que arena de médano presente en el sitio. Por ningún motivo deberá usarse el material superficial (orgánico y con materia vegetal) del sitio para rellenos. Los suelos no orgánicos producto del corte podrán ser utilizados para rellenos.

Para lograr una adecuada compactación de las arenas, será necesario tenderla en capas de 30 cm de espesor, máximo. La humedad óptima de compactación es de un 15 %, entre 50 y 70 lts/m². El equipo adecuado para lograr una compactación eficiente entre el 95 y 100% de su PVSM Próctor Estándar es un rodillo vibratorio de 10 Ton circulando a una velocidad máxima de 3 Km/hr. De acuerdo con la experiencia local, la compactación deseada se logra con 6 a 8 pasadas del equipo.

Para lograr una buena estabilidad mecánica de remates de terraplenes en arenas será necesario dar taludes 1.5 (horizontal) es a 1 (vertical), Fig. 29 y 30. Adicionalmente, para proteger y/o estabilizar estos taludes contra erosión eólica e hídrica, será necesario cubrirlos con vegetación, además de colocar cunetas en los hombros de los taludes y lavaderos en el mismo talud.

Para cortes provisionales, como son los que se hacen necesarios para la instalación de tuberías de alcantarillado sanitario y pluvial, la profundidad máxima de excavación que puede realizarse en el suelo del sitio sin ademe o entibación, con taludes verticales y en condiciones de seguridad, es de 1.50 m. Para profundidades mayores deberán hacerse taludes 1:1.

Mahn V

Los asentamientos máximos inmediatos aproximados que se pueden presentar en el terraplén del se estimaron con base en la teoría elástica mediante la siguiente ecuación, *Ref. 5, p.p. 303-310*:

$$\Delta H = qB (1-\mu^2)I_w / E_s$$

Donde:

ΔH = Asentamiento, m

q = Descarga al terreno natural por la cimentación de la estructura, Ton/m²

B = Ancho o diámetro de la cimentación, m

μ = Relación de Poisson, adimensional

I_w = Factor de forma de la cimentación, adimensional

E_s = Módulo de elasticidad estática del suelo, Ton/m²

El valor de E_s promedio se estimó en 3,130 Ton/m², de acuerdo a las características de rigidez del suelo subyacente al desplante del terraplén.

Los asentamientos inmediatos máximos resultantes de la construcción de los terraplenes se estima que serán de 1 a 6 cm, aproximadamente, dependiendo de su altura.

En la **Fig. 29** se presenta un esquema de una sección tipo del terraplén de las vías elásticas en zona de rellenos y en el **Anexo 3** la memoria de cálculo de la capacidad de carga y asentamientos.

El proyecto de la rasante del tramo ferroviario en la Zona I, considera pocos movimientos de tierra, cortes y rellenos o bien saneos (en el caso de encontrar suelos superficiales blandos y orgánicos), para nivelar el terreno y lograr una superficie con pendiente suave.

Para este caso, la capacidad de carga admisible del terreno se encuentra en el rango de 2.4 a 22 Ton/m².

Los asentamientos inmediatos máximos resultantes de la construcción de los terraplenes se estima que serán de 0.5 a 3 cm, dependiendo de su altura.

En la **Fig. 30** se presenta un esquema de una sección tipo del terraplén de las vías elásticas en zonas de cortes y saneos, y en el **Anexo 3** la memoria de cálculo de la capacidad de carga y asentamientos.

Adrian V

6 INGENIERIA GEOTECNICA

6.1 Capacidad de Carga y Asentamientos

A partir de las características y propiedades de los suelos del sitio que se presentan de manera resumida en las **Tablas 2 a 4**, y a la geometría de los terraplenes donde se construirán las vías del ferrocarril, **Ref. 6, p. 410**, se determinó la capacidad de carga admisible del subsuelo. El ancho de la corona del sub-balasto, capa inferior de la estructura del terraplén, es de 6.60 m y consecuentemente, para fines prácticos se considerará como el ancho de la cimentación, **B**.

Para determinar la capacidad de carga admisible, q_{adm} , del subsuelo del sitio se utilizó la ecuación de capacidad de carga última de Terzaghi, **Ref. 4 p. 251**, para cimentaciones continuas, con un factor de seguridad mínimo $F.S. = 3$:

$$q_u = c N_c + \gamma D_f N_q + 0.5 B \gamma N_\gamma$$

Donde:

q_u = Capacidad de carga última, Ton/m^2

N_c, N_q y N_γ = Factores de capacidad de carga dependientes de ϕ .

c = Cohesión (resistencia al esfuerzo cortante no drenada), Ton/m^2

γ = Peso Volumétrico del Suelo, Ton/m^3

D_f = Profundidad de desplante de la cimentación, m

$q_{adm} = q_u / F.S.$ = Capacidad de carga admisible, Ton/m^2

$F.S. = 3$

El desarrollo del tramo ferroviario estudiado se encuentra en dos zonas geotécnicas de la **ZCV**. En la **Zona M** (médanos), el desarrollo de la vía tiene una longitud aproximada de 10 Km y en la **Zona I** (depósitos aluviales), 5.5 km.

El proyecto de la rasante del tramo ferroviario en la Zona M, considera fuertes movimientos de tierra, cortes y rellenos, para nivelar los médanos y lograr una superficie con pendiente suave.

Para el caso anterior, la capacidad de carga mínima admisible del terreno es de 10.4 Ton/m^2 en lugares donde el **NAF** es superficial y 12.5 Ton/m^2 , en donde el **NAF** es profundo.

ablv

Zona de Médanos, (PCA 1 a PCA 18)

a) A partir de la superficie del terreno y hasta una profundidad variable de 2.50 a 3.00 m, se presenta secuencia de arenas finas uniformes, limpias, poco limosas y limosas de color café claro a gris, **SP, SP-SM y SM** de acuerdo con el **SUCS**, de compactación suelta a media, **N** es de 5 a 23 con promedio de 10, **F** es de 0.40 a 15.6 % y **w** se encuentra entre 1.9 y 27.0 %.

b) Por debajo del estrato anterior y hasta la profundidad máxima explorada, 8.60 m, con una potencia de 5.60 m, continua una arena fina uniforme, poco limosa de color café claro a gris, **SP-SM** de acuerdo con el **SUCS**, de compactación media a densa. **N** es de 12 a más de 50 con promedio de 25, **F** varía de 5.0 a 11.5 % y **w** se encuentra entre 6.6 y 25.2 %.

El Nivel de Aguas Freáticas, **NAF**, solo fue detectado en los sondeos próximos a cuerpos de agua (lagunas), en los sondeos PCA 3, PCA 5 y SAS 5, en donde se encontró a una profundidad variable entre 1.30 a 3.00 m, referenciada con el nivel de terreno natural actual. Es de esperarse que se presente un ascenso de este nivel durante el periodo de lluvias.

Zona Aluvial Sta Fé. (SAS 1 a SAS 3, y PCA 19 a PCA 21)

a) A partir del nivel del terreno actual y hasta la profundidad máxima explorada, 3.60 m, se encuentra una secuencia de arenas muy arcillosas y arcillas arenosas de plasticidad alta a baja, de consistencia inicial, C. I. media, color café oscuro con tonalidades en rojizo empacando estratificaciones de consistencia blanda y firme, **SC, CH y CL**, de acuerdo con el **SUCS**, respectivamente. **N** es de 5 a 23, con valores de resistencia a la compresión simple, q_u , medidos con penetrómetro de bolsillo de 0.25 a 4.50 Kg/cm², con promedio de 2.32 Kg/cm². Su contenido de agua o humedad, **w**, se encuentra entre 8.5 a 31.7 %, el Límite líquido, **Ll**, es de 28.2 a 68.5 % y el Límite plástico, **Lp**, es de 5.4 a 27.0 % y el contenido de finos, **F**, varía entre 26.9 a 64.7%.

En las **Tablas 2 a 4** de este documento se presenta un resumen de las características y propiedades más importantes de los suelos del sitio.

Alcalá

En la **Tabla 1** se presentan sus características mas importantes, en la **Fig. 1** su localización, en las **Fig. 2 a 28** los perfiles estratigráficos de los sondeos y en el **Anexo 1**, una reseña fotográfica de los mismos. Los trabajos de exploración geotécnica fueron realizados entre el 19 de Octubre y el 18 de Noviembre del 2010.

A las muestras recuperadas a partir de los trabajos de exploración se les determinaron las siguientes propiedades tipo índice para su correcta clasificación e identificación:

1. Contenido de agua, w
2. Contenido de finos, F
3. Análisis Granulométrico, G
4. Límites de consistencia (líquido y plástico), y
5. Densidad de Sólidos, S_s

En el **Anexo 2** se presentan los resultados de laboratorio de las pruebas realizadas.

5 ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES

A partir del análisis de los perfiles estratigráficos de los sondeos ejecutados, **Fig. 2 a 28**, la estratigrafía del suelo del sitio es la siguiente:

Sitio de Cajón Ferroviario (SAS 4)

a) A partir de la superficie del terreno y hasta la profundidad de 11.40 m por debajo del terreno natural, se presenta una arena fina uniforme poco limosa de color gris claro a café, **SP-SM** de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, **SUCS**, de compacidad media, con un contenido de finos, F , entre 8.4 y 11.2 % y una humedad, w , entre de 5.9 y 12.1 %. El número de golpes de la prueba de resistencia a la penetración estándar, N , se encuentra entre 10 y 25 con promedio de 17.

b) Por debajo del estrato anterior y hasta la profundidad máxima explorada, 20.0 m, con una potencia de 8.2 m, continua una secuencia de arenas finas uniformes, limpias, poco limosas y limosas de color gris claro a oscuro, **SP, SP-SM y SM** de acuerdo con el **SUCS**, de compacidad densa. N es de 30 a mas de 50 con promedio de 46, F varía de 4.5 a 13.6 % y w se encuentra entre 7.6 y 16.5 %.

El Nivel de Aguas Freáticas, **NAF**, no fue detectado, hasta la profundidad máxima explorada, 20.0 m, elevación +17.20 m.

Complementariamente, es importante señalar que los depósitos de suelo de la ZCV son formaciones del Cuaternario y por tanto las más recientes, lo que explica su fragilidad y vulnerabilidad ante los agentes del intemperismo, viento y agua principalmente.

La ZCV se encuentra dentro de la tercera zona de la regionalización sísmica de la República Mexicana, de las cuatro en que se ha dividido para fines de ingeniería y dentro de la segunda región de importancia sísmica de las tres en que se encuentra dividido el Estado en su carta sísmica, *Ref. 3*.

La aceleración del terreno de la Zona Conurbada Veracruz varía entre 0.04 y 0.10 de la gravedad, *Ref. 3*, y la velocidad regional del viento es 185 km/hr para un periodo de retorno de 100 años, *Ref. 4*.

4 TRABAJOS DE EXPLORACION GEOTECNICA Y LABORATORIO DE SUELOS

Los trabajos de exploración geotécnica consistieron en la ejecución de 27 sondeos, 6 del tipo alterado selectivo, SAS, y 21 pozos a cielo abierto, PCA. Los sondeos SAS-1 al SAS-6, se hicieron con prueba de resistencia a la penetración estándar según Norma SCT, una prueba a cada 60 cm, con recuperación de muestras alteradas mediante muestreador de tubo partido. La profundidad máxima de exploración fue de 20 m, en la zona de desplante del Cajón, y el complemento de sondeos se distribuyó en la trayectoria de la vía. Los sondeos fueron ejecutados con una máquina perforadora del tipo rotatorio marca Long Year 24 montada sobre patines, equipada con barras de perforación Bw, ademe liso recuperable NQ, muestreadores de tubo partido, martinete de 64 Kg de peso y 76 cm de carrera, brocas tricónicas y una bomba de lodos Barnes de 3.5 H.P, entre otros. El equipo de trabajo estuvo integrado por un ingeniero supervisor de ICOS, un perforista y dos ayudantes de perforación. El ingeniero supervisor vigiló la correcta ejecución de la prueba de resistencia a la penetración estándar y realizó la clasificación y empaque de las muestras de suelo para su envío al laboratorio de suelos.

Los 21 sondeos del tipo alterado realizados mediante PCA, con determinación de la resistencia "in situ" con penetrómetro en suelos finos, y muestreador dinámico en suelos granulares, fueron llevados a una profundidad máxima de 2.5 m a lo largo de la trayectoria de la vía. Los trabajos fueron realizados por una brigada de operadores bajo la supervisión de un ingeniero de suelos de Ingenieros Consultores de Veracruz, S. C., ICOS, quien vigiló la correcta ejecución de los trabajos de exploración, consistentes en pruebas de resistencia con los dispositivos mencionados, así como la clasificación y empaque de las muestras de suelo para su envío al laboratorio de suelos.

Alfonso

3 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL SITIO.

El libramiento ferroviario del Recinto Portuario de Veracruz al punto de conexión en Santa Fe, está conformado por un tramo de vía elástica con una longitud de 12.5 Kilómetros, iniciará en la ZAL a la altura del extremo Noreste de lo que será el parque de contenedores de esta zona logística, continuando hacia el Poniente en línea recta y luego en extensión hacia el Sur hasta encontrarse con el libramiento carretero Km. 13.5, para confluir finalmente en el punto de conexión de las vías de FERROSUR-KCSM, a la altura de la estación de Sana Fe. El sitio del proyecto, al presente, es un terreno en breña con una topografía accidentada formada por médanos, que presentan lomeríos y hondonadas, originados por a la acción de los vientos dominantes de la zona, atrapando entre si cuerpos de agua. Su superficie se encuentra totalmente cubierta por maleza, arbustos y árboles de baja altura, vegetación característica de la zona de médanos. La zona de Santa Fe, es una planicie aluvial, con bajos y tendidos lomeríos, y con vegetación característica de potreros.

Fig. 1.

La zona donde se ubica el terreno estudiado pertenece a la provincia fisiográfica de la llanura costera del Golfo de México que se extiende desde la península de Florida hasta la de Yucatán. Morfológicamente hablando, el terreno se encuentra sobre depósitos eólicos que forman el cordón de dunas litorales que bordean la costa del Golfo de México, con una orientación norte-sur, que indica la dirección de los vientos predominantes de la región, y sobre una planicie con bajos tendidos lomeríos conformado por depósitos aluviales adyacentes a los cordones de dunas litorales que bordean la costa del Golfo de México,

Ref. 1.

Desde el punto de vista geotécnico, el terreno se encuentra en dos zonas, de las cinco en las que se ha dividido la Zona Conurbada Veracruz, ZCV, para fines de ingeniería, **Ref. 1.** La primera de ellas, en la cual cae un 69 % de la trayectoria de la vía, es la **Zona M**, (Zona de Médanos), donde los suelos están constituidos por arenas finas limosas de origen eólico y marino, de compacidad suelta a media hasta una profundidad aproximada de 10 m. El Nivel de Aguas Freáticas, **NAF**, se encuentra profundo, con excepción hecha de los médanos enrasados, y en los que son adyacentes a los cuerpos de agua, lagunetas atrapadas en zona de médanos, como ocurre en el terreno estudiado. La segunda zona, en la cual cae un 31 % de la trayectoria de la vía, es la **Zona I**, (Zona de inundación de depósitos aluviales), los suelos están constituidos por una alternancia de arenas, arcillas, limos y arcillas orgánicas. Es importante señalar que en esta zona se pueden identificar dos sub-zonas, la que se encuentra dentro y en las inmediaciones de la ciudad, donde los suelos son normalmente consolidados, de consistencia blanda a muy blanda y el **NAF** cercano a la superficie; la otra, a la cual pertenece parte el terreno estudiado, localizada en las inmediaciones de Santa Fe, ciudad industrial y el aeropuerto, en las que los suelos se encuentran preconsolidados, presentando una consistencia de firme a dura, con el **NAF** profundo, aproximadamente a 25 m.

Wabn

1 ANTECEDENTES

La Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V. como parte del programa del desarrollo portuario 2006-2015, proyecta la construcción de un libramiento ferroviario con un trayecto del Recinto Portuario de Veracruz al punto de conexión en Santa Fe. Dicho proyecto consta de 12.5 Kilómetros de vías elásticas, que iniciara en la Zona de Actividades Logísticas (ZAL) para confluir en el punto de conexión de FERROSUR-KCSM, a la altura de la estación de Santa Fe.

2 PROPOSITO Y ALCANCE

En función a la información preliminar disponible del proyecto, cadenamientos, niveles de subrasante de la vía férrea, avance parcial de trabajos topográficos de campo y gabinete, y al estado en breña que guardaba el terreno, previo a los cortes y rellenos, hasta el momento de la realización del presente estudio, este informe presenta los resultados de la mecánica de suelos, realizada sobre el trazo de la trayectoria ferroviaria, vías elásticas, tramo que comprende de la ZAL a Santa Fe, para fines de recomendaciones de cortes, y construcción de terraplenes.

El alcance del informe es el siguiente:

- a) Se presenta la localización y descripción del sitio del proyecto.
- b) Se describen los trabajos de exploración geotécnica y laboratorio.
- c) Se describe la estratigrafía de los suelos del sitio hasta la profundidad máxima explorada.
- d) Se presentan los resultados del análisis de capacidad de carga y asentamientos probables para las cimentaciones analizadas y finalmente,
- e) las conclusiones y recomendaciones más importantes que se derivan del estudio realizado.

Figura 28 Perfil Estratigráfico del Sondeo SAS-6. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Figura 29 Sección Tipo para Terraplén Estructural en Zonas de Relleno o Terraplenes, Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C. V.

Figura 30 Sección Tipo para Terraplén Estructural en Zonas de Cortes y Saneos, Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C. V.

alberto

- Figura 17** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 16. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 18** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 17. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 19** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 18. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 20** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 19. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 21** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 20. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 22** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 21. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 23** Perfil Estratigráfico del Sondeo SAS-1. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 24** Perfil Estratigráfico del Sondeo SAS-2. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 25** Perfil Estratigráfico del Sondeo SAS-3. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 26** Perfil Estratigráfico del Sondeo SAS-4. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 27** Perfil Estratigráfico del Sondeo SAS-5. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

- Figura 6** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 5. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 7** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 6. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 8** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 7. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 9** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 8. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias. Zona de Actividades Logísticas de la Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 10** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 9. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 11** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 10. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 12** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 11. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias. Zona de Actividades Logísticas de la Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 13** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 12. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 14** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 13. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 15** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 14. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 16** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 15. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias. Zona de Actividades Logísticas de la Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Lista de Tablas

- Tabla 1** Características más Importantes de los Sondeos Geotécnicos Realizados para la Construcción del Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Tabla 2** Estratigrafía Simplificada y Propiedades Índice y Mecánicas más Importantes del Subsuelo. Cajón Ferroviario, Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Tabla 3** Estratigrafía Simplificada y Propiedades índice y Mecánicas más Importantes del Subsuelo. Área de Depósitos de Médano, Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Tabla 4** Estratigrafía Simplificada y Propiedades Índice y Mecánicas más Importantes del Subsuelo. Área de Depósitos Aluviales, Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Lista de Figuras

- Figura 1** Localización General del Area de Estudio y de los Sondeos Geotécnicos Exploratorios. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 2** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 1. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 3** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 2. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 4** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 3. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.
- Figura 5** Perfil Estratigráfico del Sondeo PCA 4. Trayecto de Vías Elásticas Ferroviarias, Tramo Zona de Actividades Logísticas a Santa Fe. Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Contenido

	Pág.
1 ANTECEDENTES	1
2 PROPOSITO Y ALCANCE	1
3 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL SITIO	2
4 TRABAJOS DE EXPLORACION GEOTECNICA Y LABORATORIO DE SUELOS	3
5 ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES	4
6 INGENIERIA GEOTECNICA	6
6.1 Capacidad de Carga y Asentamientos	6
6.2 Movimiento de Tierras, Construcción de Terraplenes y Estabilidad de Taludes	8
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9
7.1 Conclusiones	9
7.2 Recomendaciones	9
REFERENCIAS	
TABLAS	
FIGURAS	
ANEXOS	
Anexo 1 Reseña Fotográfica de los Trabajos de Exploración	
Anexo 2 Reportes de las Pruebas de Laboratorio Realizadas a los Suelos del Sitio	
Anexo 3 Memoria de Cálculo de Capacidad de Carga y Asentamientos	