



Ing. Pedro J. Bonzini y Asociados
MALDONADO 8 - TEL./FAX: 54 (0) 291 - 4556761
e-mail: bonziniyassociados@gmail.com
B8003GOB BAHIA BLANCA - ARGENTINA

SUELOS Y FUNDACIONES
ENSAYOS Y DOSIFICACION DE HORMIGONES
ENSAYOS Y DOSIFICACION DE MEZCLAS ASFALTICAS
CONTROLES E INSPECCION DE OBRAS

Bahía Blanca, 16 de Junio de 2015
ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES N° 1.713
INFORME N° 1

Comitente: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES
Obra: Edificio "Aulas 2015"
Ubicación: COMPLEJO CAMPUS UNIVERSITARIO BAHÍA BLANCA

INFORME GEOTÉCNICO

En el presente informe se detallan los ensayos de campo, evaluaciones táctiles y visuales de las muestras de suelos, resultados de laboratorio de mecánica de suelos y las determinaciones de los parámetros mecánicos del suelo para definir la cimentación correspondiente al proyecto de la referencia.

El perfil de suelo presenta dos tipologías de suelos claramente diferentes entre sí.

La capa superficial de espesor variable está formada por arenas finas limosas no plásticas, sueltas y muy sueltas, no aptas como plano de cimentación, que apoyan en el techo del segundo estrato, el cual es denso y cementado, muy apto como plano de cimentación para bases superficiales.

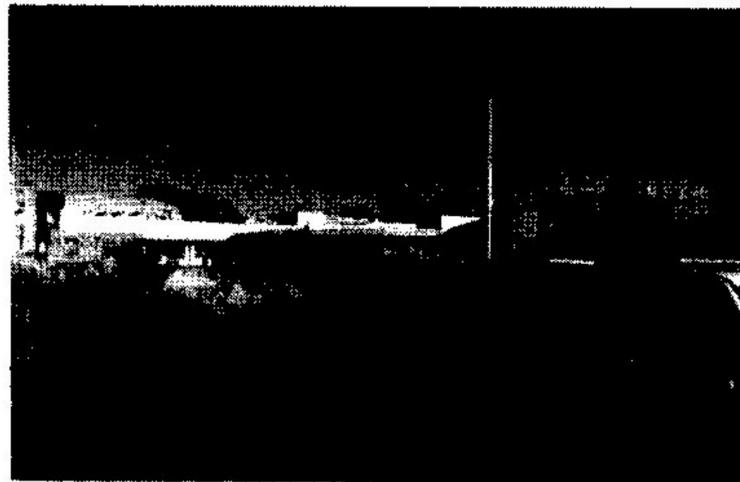


Foto 1. Sobre la izquierda el área estudiada.

Ing. Pedro J. Bonzini y Asociados

Ing. Pedro J. Bonzini y Asociados

Ing. PEDRO J. BONZINI
SOCIO GERENTE

ES N° 1.713 - Informe N° 1 - Pág. 1/12

54 años de experiencia en la Ingeniería

SI MERECE CONSTRUIRSE MERECE SER ENSAYADO



1.- Trabajos de campo

Con el objetivo de determinar el tipo de cimiento, nivel de cimentación y presión de contacto, para la cimentación del proyecto de la referencia, se planificó la ejecución de 3 sondeos de 5 metros de profundidad

Los trabajos de campo se realizaron los días 10 y 11 del corriente mes de junio.

Se ejecutaron los sondeos con una perforadora a percusión en 4 pulgadas de diámetros. La profundidad de los pozos fue variables, como consecuencia de la dureza del perfil encontrado, el cual supero las condiciones típicas de la Mecánica de Suelos.

Atento dicha singularidad, se realizaron 2 pozos de observación adicional, con la finalidad de verificar la profundidad del techo de tosca.

Al momento de realizar los trabajos, el terreno presenta pastizales.

El área estudiada tiene un desnivel, como puede apreciarse en la Foto 2.



Foto 2. Los cinco sondeos se encuentra entre la camioneta en las "Aulas Rojas – Comedor".

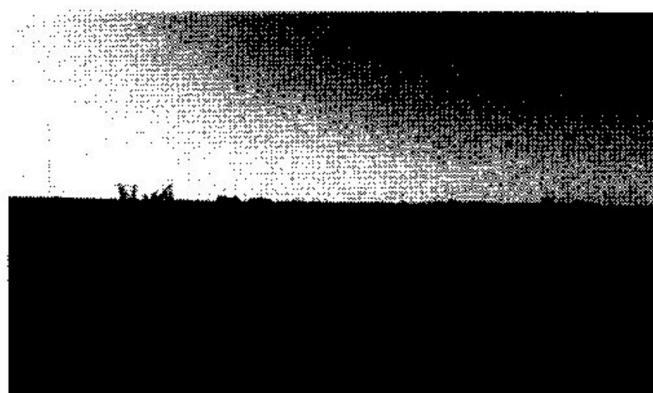


Foto 3. El área estudiada se ubica en el faldón con pendiente hacia el cauce del arroyo Napostá.

En el croquis de la Figura 1 se indica la ubicación de los 5 sondeos, referenciados al vértice del "Complejo de Aulas Azules" (ver Figura 1). Los niveles de boca de pozo se referenciaron ocularmente respecto al nivel de boca de pozo del Sondeo N° 2 (ver Figura 1 y Tabla 1).

La posición de los sondeos N° 1, N° 2 y N° 3, fue indicada por el Comitente. Posteriormente se agregaron dos sondeos intermedios a los mencionados, identificados como N° 4 y N° 5.

Durante el avance de las perforaciones, a cada metro, se realizaron Ensayos de Penetración Normal (SPT), según la norma ASTM 1586, con el objetivo de evaluar la compacidad del suelo y obtener muestras para su utilización en el laboratorio. A los efectos de optimizar la información de campo para definir el plano de cimentación con el mejor grado de información, se realizaron ensayos SPT adicionales a 0,5 m y 1,5 m de profundidad respecto del nivel del terreno natural. Los ensayos SPT se interrumpieron cuando con una andanada de 10 golpes la penetración fue menor a una pulgada. En dichas ocasiones, se registra con la leyenda "rebote", y se indica en la planilla con "> 35" (mayor a 35 golpes); esta condición correspondió a la presencia de niveles densos y con cimentación calcárea.

Definida la condición de rechazo para el ensayo SPT, se optó por colocar la punta cónica en el extremo de la barra de perforación, y aplicarle la energía del ensayo SPT, contabilizando el número de golpes. También a través de esta metodología de evaluación de la compacidad se alcanzó la condición de "rebote" o "rechazo".



No se detectó el nivel de napa en ninguna de las perforaciones.

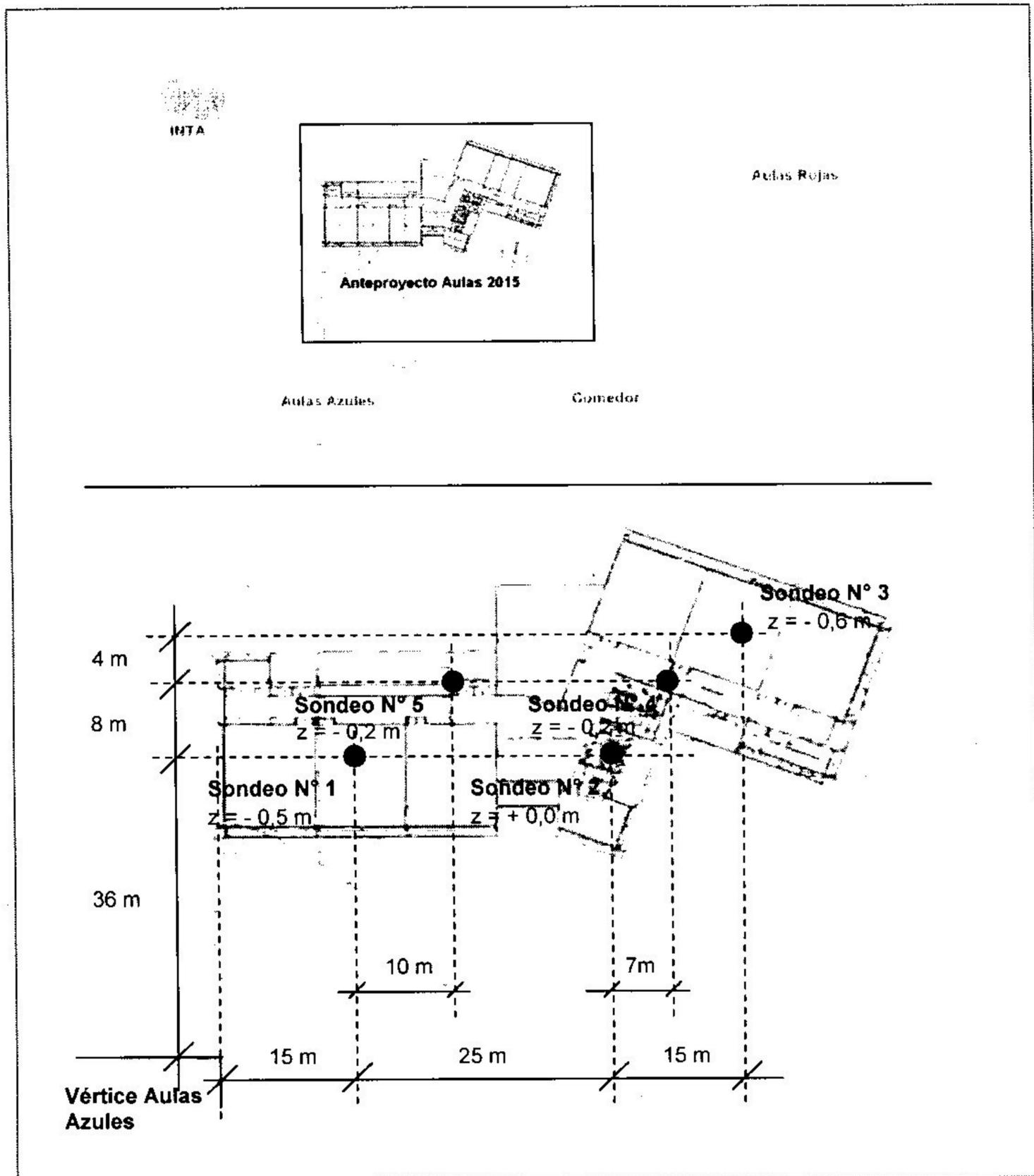


Figura 1. Detalle de área del Anteproyecto de Aula 2015. Croquis ubicación de sondeos. Desniveles de boca de pozo referenciados a boca de pozo sondeo N° 2.



2.- Laboratorio de Mecánica de Suelos

Al total de las muestras recuperadas se le hicieron las observaciones táctiles y visuales, y el conjunto de ensayos de laboratorio, que a continuación se detallan: contenido natural de agua; límite líquido, límite plástico; determinación del Índice de plasticidad (Atterberg); fracción limo y arcilla; y análisis granulométrico.

A partir de los resultados de laboratorio se determina la Clasificación Unificada de Suelos.

3.- Perfil estratigráfico del suelo

De la información obtenida a través de las perforaciones, ensayos de campo, apreciaciones visuales y táctiles de las muestras de suelo, y determinaciones de laboratorio se describe a continuación el perfil estratigráfico encontrado en los sondeos.

Podemos sintetizar que se trata de un perfil de suelo formado por tres tipologías de suelos, bien diferenciadas entre sí. En la Figura 2 se indican y a continuación se detallan:

- Estrato superior: no apto para la cimentación. Superficialmente cubierto por pastizales y gramillas, limo arenoso y arena fina muy suelta.
- Estrato de transición: formado por arenas limosas densa, con cementación calcárea. Se aprecian heterogeneidades en cuanto a la cementación.
- Estrato inferior: formado por arenas limosas y limos calcáreos, compactos, densos y con cementación calcárea (tosca). Duro y muy duro. En este estrato se penetraron espesores variables con un máximo de 1,80 en el sondeo N° 1 (desde 0,5 m a 2,3 m). En todo el espesor de mantuvo la condición de duro y muy duro. Espesor muy bueno como plano de cimentación. Se recomendará realizar la cimentación en el techo del estrato de tosca dura a muy dura.
- No se alcanzó el nivel de napa en ninguno de los 5 sondeos ejecutados.

En la Tabla 1 se indica la estimación ocular de la "Boca de Pozo" (BP), respecto a BP Sondeo N° 2, profundidad del techo de tosca desde BP y finalmente la estimación de la cota del techo de tosca, siendo el plano apto para la cimentación de una estructura de hormigón armado.

Sondeo	Cota Boca Pozo, respecto a BP SN° 2	Profundidad del techo de tosca desde boca de pozo	Estimación "cota" techo tosca Plano apto para cimentación
N° 1	- 0,6 m	0,5 m	- 1,10 m
N° 2	+ 0,0 m	0,5 m	-0,50 m
N° 3	- 0,6 m	1,5 m	-2,10 m
N° 4	- 0,2 m	0,7 m	-0,90 m
N° 5	- 0,2 m	0,65 m	-0,85 m

Tabla 1. Estimación ocular de cota de boca de pozo (BP), profundidad del techo de tosca desde BP y estimación de la cota del techo de tosca, respecto al cero de referencia arbitrario (boca de pozo Sondeo N° 2 – BP SN° 2 –).

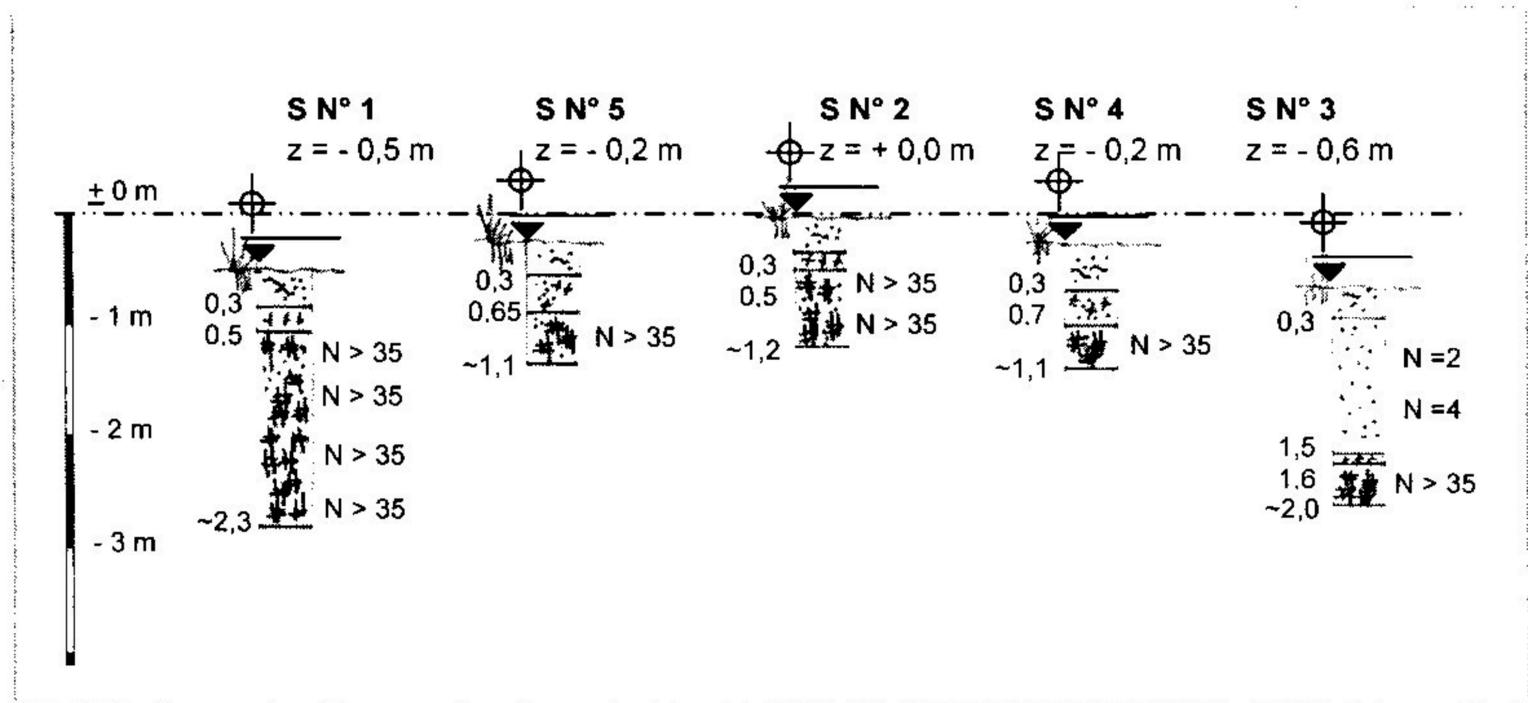


Figura 2

4.- Cimentación

4.1.- Detalles de proyecto

El proyecto corresponde a un edificio de aulas y servicios, desarrollado en planta baja.

4.2.- Perfiles estratigráficos encontrados - análisis desde el punto de vista mecánico

El perfil estratigráfico encontrado permite diferenciar claramente tres tipologías de suelo:

- La primera capa o espesor de suelo cuyo espesor es variable se lo puede categorizar como un estrato no válido como plano de cimentación, tanto por su compacidad que es suelta o muy suelta, como por el tamaño de los granos. En efecto, se trata de arenas finas de granos uniformes (ausencia de variación de tamaños) y limos no plásticos, cuyo comportamiento se asemeja a suelos colapsables. Es decir, ante un incremento de presión o carga, y variaciones del grado de humedad (infiltración de agua de lluvia, riego, rotura de cañería...) es propenso a generar asentamientos diferenciales de tipo instantáneo (existen antecedentes en la ciudad para perfiles semejantes).
- El segundo estrato de suelo es una transición. El hecho de ser una transición pone de manifiesto que sus condiciones mecánicas no son homogéneas, y dado que el espesor no es significativo (del orden de 20 a 30 cm) y que a continuación existe un estrato muy superior, no recomendamos considerar este estrato como plano de cimentación.
- El tercer estrato de suelo, corresponde a una tosca, siendo apta como plano de cimentación. Proponemos que el techo de este estrato como plano de cimentación de las bases superficiales.



4.3.- Plano de cimentación y tipo de cimientos

4.3.1. Plano de cimentación

El plano de cimentación es el techo de la tosca, estrato de arenas limosas densas a muy densa con cementación calcárea. Se deberá lograr una superficie plana, horizontal y homogénea, es decir, se deberá penetrar un espesor variable (5 cm o más) hasta lograr un plano "horizontal" y uniforme en la compacidad del estrato. Al indicar "horizontal" nos referimos que el plano de cimentación no puede estar inclinado.

4.3.2. Tipos de cimientos

Es válido el empleo de cimentaciones superficiales.

Estructura independiente: se emplearán bases aisladas. Para evitar el efecto punzonado los lados serán mayores a 80 cm.

Para los muros portantes y muros de planta baja, proponemos el empleo de vigas portamuros que descargan en las columnas de las bases aisladas. Consideramos que el cimiento corrido no es ventajoso por la profundidad del techo de la tosca (magnitud de la profundidad y variación). No obstante, si el proyectista lo considera conveniente la utilización de cimiento corrido, es válida su utilización, para lo cual se empelará el mismo plano de cimentación, es decir, el techo de la tosca (alcanzando un plano horizontal y homogéneo).

Para los cimientos corridos se empleará como lado mínimo 60 cm. Los cimientos corridos tendrán continuidad en vanos y pasos. En el caso de existir cargas puntuales, se incrementará el ancho para tener un comportamiento mecánico más favorable.

4.4.- Presión de contacto admisible

Teniendo en cuenta la seguridad a la rotura (factor de seguridad mayor a 3 unidades) y asentamientos tolerables por una estructura se determina presiones admisibles para los tipos de cimientos y planos de cimentación.

La presión de contacto es la presión que transmite el cimiento al piso de cimentación, como consecuencia de

todas las cargas vivas y muertas de la estructura, incluyendo el peso del cimiento y la tapada de suelo que hay por encima del cimiento (Figura 3).

Para valorizar el peso del suelo se considerará 1.600 kg/m^3 .

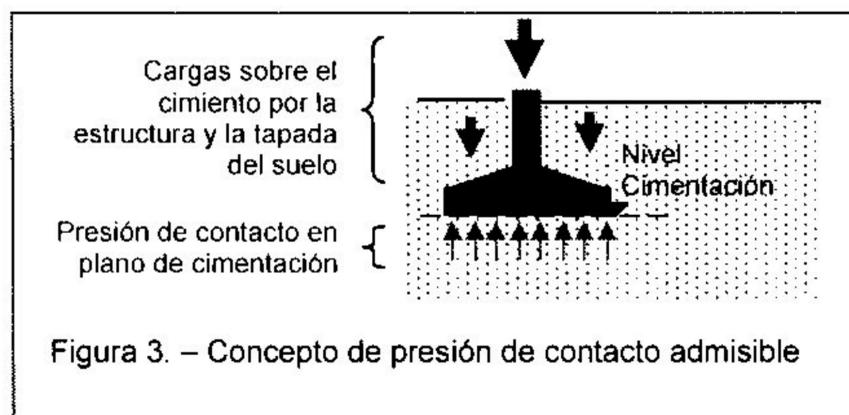


Figura 3. – Concepto de presión de contacto admisible



4.5. Cimentación superficial

4.5.1. Bases Aisladas

- **Tipo de cimiento:** bases aisladas, y vigas portamuros descargando en bases; bases combinadas.
- **Plano de cimentación:**
 - Techo de tosca, penetrando un espesor variable de 5 cm (o más) para lograr un piso horizontal y homogéneo. En Tabla 1 se indican las profundidades del techo del techo de tosca, desde el nivel de boca de pozo del sondeo N° 2.
- **Tapada en el plano de cimentación:** Tendrá una tapada mínima de 0,3 m de espesor de suelo en todos los laterales. Se considera un peso unitario del 1.600 kg/m³ para valorizar la carga del suelo sobre el cimiento
- **Presión de contacto:** cumple condiciones con coeficiente de seguridad a la rotura superior a 3 unidades, y mayor a 1,5 aplicado a los parámetros de corte. **La presión de contacto será de 3,3 kg/cm²** para bases cuyos lados van desde un mínimo de 0,8 m hasta un máximo de 2,40 m.
 - Para cargas excéntricas, la presión de contacto se podrá incrementar en el extremo con mayor sollicitación, hasta un 15 % en tanto que la presión media de la base no exceda el valor de 3,3 kg/cm².
 - Para cargas de poca duración, como es el caso de viento, la presión en el lateral más sollicitado, se podrá incrementar hasta un 15 %.
- **Estimación de asentamientos:** Para los tamaños de cimientos indicados en el punto anterior, y presión de contacto, los asentamientos van desde un mínimo inferior a 0,5 cm hasta un máximo de 1,0 cm para bases de 2,4 m de lado.

Es válido el empleo de hormigón simple para “trasladar” el plano de cimentación acercándolo a la superficie. Este relleno se podrá realizar con un hormigón H 8.

4.5.2. Cimiento Corrido para muros portantes y tabiquería

Ya se indicó que nuestra sugerencia es emplear vigas portamuros.

No obstante, desde el punto de vista de la Geotecnia, es totalmente válido el empleo de cimientos corridos, apoyando en el techo de la tosca (penetrando del orden de 5 á 15 cm para alcanzar un plano horizontal y homogéneo)

La **presión de contacto es de 2,50 kg/cm²**, con un ancho mínimo de cimiento de 60 cm, y tendrá continuidad en vanos, puertas, portones...



4.6.- Recomendaciones para etapa de proyecto

- Veredas perimetrales para proteger el plano de cimentación de infiltración de agua.
- Desagües pluviales alejando el agua de lluvia de las edificaciones, hasta alcanzar la cuneta del pavimento.
- El hormigón de los cimientos cumplirá como mínimo con los requerimientos de un hormigón de calidad H 17.

4.7.- Recomendaciones para el momento de realizar la cimentación.

- Una vez alcanzado el nivel de cimentación se recomienda verificar la homogeneidad del piso de fundación, evaluando la misma ocularmente y con la hinca (o rechazo) de un hierro de construcción (\varnothing 12) con una maza.
- De encontrar bolsones de suelo suelto en correspondencia del nivel de fundación, o pozos ciegos con rellenos no aptos (suelo no seleccionado y/o no compactado) se lo sobre excavará, y se rellenará con hormigón simple (no recomendamos rellenar con suelo seleccionado compactado, a menos que el área y volumen aseguren una adecuada compactación). De igual modo se procederá en el caso de encontrar pozos ciegos en uso.
- Humectar el piso de fundación, previo a la colocación del hormigón de nivelación.
- Proteger el nivel de cimentación *inmediatamente* con hormigón de nivelación para evitar que se deteriore por la exposición a las variaciones de humedad (sol, viento y lluvias).
- En el caso que al momento de la apertura de las excavaciones de cimientos no se puedan realizar coordinada y simultáneamente las tareas de "inspección, compactación y hormigón de nivelación", sugerimos no llegar al plano de cimentación y dejar una cubierta de suelo de unos 10 cm, protegiendo el mencionado piso de cimentación de las variaciones de humedad.

4.8- Reemplazo de suelo no apto para la cimentación de pisos y contrapisos.

Dado que la capa superior de suelo no es apta para el apoyo de contrapisos y pisos (planta del edificio y sus veredas perimetrales), y la presencia de desniveles, es necesario su eliminación y sustitución por suelo seleccionado, colocando en capas debidamente compactadas.

Indicamos las condiciones que deben cumplir el suelo, colocación y compactación.

4.8.1.- Suelo seleccionado

El suelo deberá cumplir las siguientes condiciones:

- curva granulométrica continua
- tamaño máximo 2 "
- pasa tamiz # 200 menor del 25 % en peso seco
- material pasa tamiz # 40, no plástico
- valor soporte del suelo ≥ 20 (CBR ≥ 20)
- suelo libre de sulfatos y cloruros.
- espesor máximo de capa de 20 cm compactada. Se ajustará según la energía de compactación del equipo vibrador y a su eficiencia.



4.8.2.- Eliminación de estrato de suelos no aptos

Se eliminará la capa superior de suelo no apto. La misma no será utilizada para obras civiles.

4.8.3.- Metodología de ejecución del relleno para contrapiso de edificio y veredas perimetrales.

- a) Humectación del piso de excavación y/o secado (lo que corresponda para aproximarse a la humedad óptima del suelo, evaluada a través del ensayo Proctor).
- b) Compactación del piso de excavación al 92 a 94% del Proctor Normal T 99
- c) Colocación de suelo seleccionado en capas con espesores que no deberán superar los 20 cm una vez compactado (se ajustará el espesor de la capa a la energía y eficiencia mecánica del equipo de compactación, no obstante, de tratarse de un equipo de mucha energía, recomendamos que no exceda la capa los 20 cm
 - i. La primer capa se compactará al 94 % del Proctor Normal T 99,
 - ii. La segunda capa al 96 % del Proctor Normal T 99,
 - iii. La tercer capa, y restantes, al 98 % del Proctor Normal T 99.

Se adjuntan planillas de sondeos y plano CAD con siluetas de edificios y ubicación de sondeos.

El presente Informe N° 1 se entrega en original impreso, firmadas todas las hojas, y una copia digital en formato PDF. La copia digital contiene el escaneo de la primera hoja de la versión impresa y firmada, las restantes hojas están pasadas a PDF desde los archivos editables.

Ing. Pedro J. Bonzini y Asociados
 Maldonado 8 - (8000) Bahía Blanca
 Telfax (0291) 455-6761
 E-mail bonzini @ bblanca.com.ar

Comitente
 Obra
 Ubicación
 Estudio de Suelo N°

Universidad Nacional del Sur
 Anteproyecto AULAS 2015
 Campus Universitario Bahía Blanca
 1.713

Sondeo N°

5

11 de Junio 2015

Profundidad	Muestra	Napa	Cota	Resistencia a la Penetración SPT					Granulometría					Humedad						Estratigrafía	CUS	Observaciones	
				Números de golpes					Pasa Tamiz (% peso)					Límite Líquido									
				10	20	30	40	N	4	10	40	100	200	10	20	30	40	50	60				
Boca de pozo = nivel de terreno natura (~ - 0,2 m de BP de Sondeo N° 2.)															%h	IP							
1	0,50	No hay napa		##### >35										(s)							IP		0 - 0,3 m gramilla limo arenoso 0,3 - 0,65 m transición 0,65 - 1,1 m tosca dura. El ensayo de 1,0 m se hizo con la punta cónica. Finalización 1,1 m No se alcanzó nivel de agua libre.
2	1,00			##### >35										(s)									
2	2,00	Punta Cónica																	NP				
3																							
4																							
5																							

(* partículas cementadas (s) muestra de sonda
 La clasificación se ve afectada por la cementación

Sondeo N°

Profundidad	Muestra	Napa	Cota	Resistencia a la Penetración SPT					Granulometría					Humedad						Estratigrafía	CUS	Observaciones
				Números de golpes					Pasa Tamiz (% peso)					Límite Líquido								
				10	20	30	40	N	4	10	40	100	200	10	20	30	40	50	60			
															%h	IP						
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						

(* partículas cementadas (s) muestra de sonda
 La clasificación se ve afectada por la cementación

Nota Los resultados de ensayos de campo y de laboratorio, así como los términos cualitativos y cuantitativos empleados en la clasificación de los suelos, obedece a los fines de la Mecánica de Suelos y Fundaciones. No deben ser utilizados para presupuestar excavaciones, ejecución de pilotes u otro fin.