

Continue



Carga de placa

Cuando proyectamos la superestructura de una carretera, hay dos factores fundamentales que determinarán el paquete de firme a disponer: por un lado la categoría de tráfico pesado y por otro la categoría de la explanada. Si nos fijamos en lo que dice la norma 6.1-IC en su capítulo nº5, el parámetro que se utiliza para caracterizar la categoría de la explanada sobre la que va a asentnar un firme es el “módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga” (Ev2) medido en megapascalas (MPa). En función de este módulo, la Norma define hasta tres categorías de explanada, que ordenadas de mayor a menor módulo de compresibilidad son: E1, E2 y E3. Pero, ¿sabemos realmente como se determina el valor del módulo de compresibilidad en una explanada? Si la respuesta es “no” te proponemos que sigas leyendo. Hoy en el Blog de Aulacarreteras queremos contarte como es el ensayo de carga con placa. Tradicionalmente la Norma que ha definido como realizar el ensayo de carga con placa ha sido la NLT 357, aunque más recientemente, las características de este ensayo han sido definidas también por la Norma UNE 103808:2006. En cualquier caso, el ensayo sigue unas pautas muy concretas que vamos a ver a continuación. El ensayo de carga con placa mide el asiento de una placa circular rígida apoyada sobre el terreno, sometida a distintas cargas de manera escalonada. Esta placa es de forma circular y cuenta con una superficie de 700 cm² (diámetro 298,5 mm). Estas medidas nos permiten determinar los módulos de compresibilidad en primer ciclo de carga (Ev1) y en segundo ciclo de carga (Ev2). La expresión en que se basa este ensayo es la siguiente: Donde: ΔP: Diferencia de carga entre dos escalones de carga (MPa). D: Diámetro de la placa, igual a 298,5 mm. ΔS: Diferencia de asentos de la placa al aplicar ΔP. En cuanto al material necesario para llevar a cabo el ensayo, podemos distinguir los siguientes elementos: Placa de carga: La placa de carga circular debe tener una superficie de 700 cm² (Ø=298,5 mm). El espesor de esta placa debe ser como mínimo de 20 mm. Comparadores: La medida del asiento de la placa se realiza por medio de unos comparadores con una capacidad de medida de 10 mm y una precisión de 1/100 mm. El palpador de los comparadores se apoyará directamente sobre la placa. Columna de carga: Se compone de los siguientes elementos: rótula de cabeza, suplemento de longitud variable, pistón de carga y rótula de pie. Bomba hidráulica: Debe tener la capacidad suficiente para producir una carga de 50 kN en el pistón de carga. Manómetro: La presión a medir se leerá por medio de un manómetro (expresada en MPa). Reacción: Es necesario disponer de un apoyo superior que genere una reacción de al menos 50 kN (generalmente se emplea un camión u otra máquina de obra de gran peso). Bastidor de referencia: Será suficientemente rígido para no experimentar movimientos durante el ensayo. Se apoyará en tres puntos, y se podrá nivelar actuando sobre sus apoyos. Sobre este bastidor se montan los comparadores que miden las deformaciones producidas. Una vez que ya sabemos en que consiste el ensayo de carga con placa, y que elementos intervienen en el mismo, el siguiente paso será describir en ensayo en sí, es decir, cómo obtenemos las mediciones del módulo de compresibilidad, que al fin y al cabo, es el objeto del ensayo. Antes de nada, hay que indicar algunos condicionantes importantes que debemos tener en cuenta a la hora de hacer el ensayo. Para empezar, el contenido de agua de la capa sobre la que se realice el ensayo no debe ser ni excesiva ni escasa. Para hacernos una idea, esta cantidad de agua debe ser la humedad Proctor normal del suelo o la explanada, o el Proctor modificado del material granular, más-menos un 2%. Además es importante controlar que el diámetro máximo de las partículas sobre las que apoye la placa no deberá ser superior a 100 mm. Ahora sí, veamos cada una de las etapas en el ensayo de carga con placa: Colocación del apoyo. Normalmente el apoyo suele ser un camión situado sobre el punto en que se desee realizar el ensayo, y debe estar perfectamente fijado en el momento del ensayo para evitar su desplazamiento en el momento de aplicar las cargas. Colocación de la placa. Se forma bajo el apoyo una superficie plana, quitando la capa superior de material si está muy alterada, y eliminando las partículas que sobresalgan. Sus huecos se rellenarán con arena fina, quedando la superficie perfectamente enrasada. A continuación se asienta la placa sobre la superficie anterior. No es preciso que la superficie sea perfectamente horizontal, siendo generalmente igual a la inclinación del firme a disponer. En caso de que el aparato no permita esta inclinación, se excavará ligeramente hasta conseguir una inclinación adecuada. Colocación de la columna de carga. Se coloca verticalmente sobre el centro de la placa y bajo el apoyo, bloqueando la rótula de pie. Se ajusta la longitud de la columna para que haga contacto con el apoyo. Montaje del bastidor de referencia. Se sitúa el bastidor sobre el suelo a ensayar. Las distancias entre el borde de la placa, las fijaciones del bastidor y del apoyo serán mayores de 0,5 metros. Montaje de los comparadores. Se sitúan los tres comparadores con su eje de medida vertical y de modo que sus tres puntas definan un triángulo equilátero con baricentro situado en la vertical que pasa por el centro de la placa. El valor definitivo del asiento en cada medida, será la media aritmética de los valores obtenidos en los tres comparadores. Ajuste de columna y apoyo. Inmediatamente antes de comenzar el ensayo se acciona el pistón de carga de modo que la placa de la rótula de cabeza ajuste firmemente bajo el apoyo; después se desbloqueará la rótula de pie. Carga previa. Para asegurar un apoyo uniforme de la placa, se le dará una carga inicial de 0,02 MPa. Se lee entonces en el comparador la deformación correspondiente a esa carga inicial. Escalones de carga. Operando sobre el gato hidráulico, vamos aplicando los distintos escalones de carga de un modo suave y progresivo. Habrá unas cargas para el primer ciclo y otras para el segundo ciclo de carga. Se anotan las deformaciones obtenidas para las distintas cargas. Para que la lectura sea más precisa, una vez aplicada la carga, se esperará dos minutos antes de realizar la lectura. Llevando a cabo este proceso del modo correcto, y aplicando la fórmula general que vimos al inicio de este artículo, obtendremos los valores del módulo de compresibilidad, pudiendo dimensionar del modo correcto el firme de nuestra carretera. Como puedes ver, el ensayo de carga con placa es uno de los ensayos más importantes dentro del ámbito de los firmes. Recuerda que si quieres saber más sobre firmes y pavimentos, en nuestra web dispones de un completo Curso sobre Firmes y Pavimentos de Carreteras. O si lo prefieres, suscríbete a nuestros vídeo-tutoriales y ten acceso ilimitado a un gran número de vídeos sobre ingeniería de carreteras (firmes, trazado, drenaje, señalización, balizamientos, etc.). Y para que lo veas con tus propios ojos, te dejamos un vídeo de YouTube que ilustra a la perfección el ensayo de carga con placa.
[No te lo pierdas! El firme de una carretera puede estar compuesto por distintas capas, distintos materiales y distintos espesores. Pero ¿de que depende la estructura de un firme? Cuando proyectamos un firme, la principal Norma de referencia que debemos utilizar es la Instrucción 6.1-I.C. “Secciones de Firme” publicada por el Ministerio de Fomento. En ella veremos que la estructura de un firme de carretera depende fundamentalmente de dos parámetros: por una parte la categoría de tráfico pesado, y por la otra, la categoría de la explanada (o dicho de otra manera la calidad del terreno sobre el que se va a apoyar el firme). Otro día veremos cómo se determina la categoría de la explanada para el proyecto de un firme, pero hoy en el Blog de Aulacarreteras vamos a centrarnos en cómo determinar la categoría de tráfico pesado. Después de leer este post no te quedarán más dudas sobre este tema. La categoría de tráfico pesado de una carretera viene caracterizada por un parámetro que es la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.Para determinar la IMDp de una carretera se partirá de datos de aforos, de la proporción de vehículos pesados y de otros datos disponibles que puedan resultar de interés. Se tendrá en cuenta especialmente el tráfico inducido y el generado tras la puesta en servicio. Hay que tener en cuenta que para estimar la evolución del tráfico pesado, y así poder determinar cuál será la IMDp en el año de puesta en servicio, hay que hacer una estimación, y en este sentido la Norma nos permite adoptar como tasa de crecimiento el valor medio de los obtenidos en los últimos 5 años en puntos de aforo. Otro aspecto importante a determinar es la asignación por carriles. Como es lógico, en una carretera (especialmente en autopistas y autovías) no todos los carriles van a estar sometido al mismo tráfico de vehículos pesados. Si no fuese posible obtener datos más precisos sobre esta asignación, se adoptará el siguiente criterio: A) En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, suponemos que incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada. B) En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, se considerará que todos los vehículos pesados circulan por el carril exterior. C) En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación se considera que actúa sobre el carril exterior el 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido. La Norma define ocho categorías de tráfico pesado, que ordenadas de mayor a menor IMDp son: T00, T0, T1, T2, T31, T32, T41 y T42. Las intensidades IMDp correspondientes a cada una de estas categorías se muestran en las siguientes tablas: Y para terminar, un ejemplo: si de nuestro estudio de tráfico se obtiene que para el año de puesta en servicio, en nuestro carril de proyecto, la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) será de 1.100, nuestra categoría de tráfico pesado será la T1, y en el catálogo de secciones de firme de la Norma, deberemos seleccionar una de las opciones existentes para dicha categoría de tráfico pesado, y que como ya comentamos al inicio de este post, también estará en función de la categoría de explanada existente. Como habrás comprobado, determinar la categoría de tráfico pesado de una carretera para el proyecto de un firme, no tiene mayores complicaciones. Tan solo hay que aplicar lo que nos dice la Norma, y un poquito de sentido común. Recuerda que en nuestra web dispones de un Curso sobre la Norma 6.1-I.C. “Secciones de firme”, con el que podrás aprender de un modo rápido y ameno cómo proyectar el firme de una carretera. O si lo prefieres, también tienes a tu disposición la Suscripción a Vídeos, con la que podrás tener acceso ilimitado a horas y horas de vídeo-tutoriales sobre diversos temas de ingeniería de carreteras. Tu eliges. Y si te ha gustado este post, no olvides compartirlo en redes sociales haciendo clic en los botones que tienes a continuación.
17.6 Ensayo de carga con placa
Tal como se ha expuesto en el anterior apartado, uno de los muy comentados problemas que comporta la determinación de los parámetros característicos del terreno mediante el ensayo presiométrico radica en el campo de esfuerzos aplicado es de tipo radial y horizontal, mientras que en la mayoría de los problemas geotécnicos (en especial, con relación a cimentaciones), los esfuerzos transmitidos son verticales. De otro lado, en el caso de los ensayos de penetración, los problemas de representatividad de los mismos radican en el poco volumen de material involucrado (por lo que adolecen de efectos de escala), y de la velocidad de aplicación de la carga, que siempre es rápida (aún en los ensayos denominados «estáticos»). Como consecuencia, todos los parámetros del terreno que se obtienen de los ensayos de penetración provienen de una correlación empírica entre sus resultados y las propiedades estáticas del suelo. El único ensayo «in situ» (de entre los ensayos convencionales) que resuelve la aplicación de cargas a una escala cercana a la de la obra de ingeniería, en sentido vertical, y a una velocidad tal que permita la medida directa y representativa de la relación entre las cargas aplicadas y las deformaciones provocadas, es el ensayo de carga con placa. Este ensayo, concebido en los albores de la geotecnia, y ya descrito en los tratados clásicos de finales del S. XIX y de la primera mitad del S. XX, consiste en la aplicación de una carga controlada sobre un elemento rígido y plano (una placa) que transmite una tensión específica a la rasante del terreno, la cual se aumenta de forma controlada. Durante el incremento de la tensión, puede determinarse la deformación del terreno mediante la medida del asiento de la placa, que habitualmente tiene una geometría circular, y un diámetro de 30 cm ó 60 cm (en caso de estudios para cimentaciones siempre es más adecuado el diámetro superior). Dispositivo de ensayo de carga con placa (fuente: GEOTECNIA I CONTROL DE QUALITAT S.A.) El esfuerzo se transmite a la placa mediante un gato hidráulico (la presión del cual, medida con un manómetro, indica el valor de la carga en cuestión), por lo cual es siempre imprescindible contar con una reacción importante. Téngase en consideración que para cargar el terreno con una sollicitación equiparable a la que transmite una zapata con una tensión de servicio moderada (unos 200 kPa), una placa de 60 cm de diámetro requiere de una reacción de 56.5 kN (5.54 Tn), que será tres veces superior si respecto a esta tensión se pretende alcanzar el triple del valor de la tensión de servicio (a la cual se acostumbra a aplicar un factor de seguridad de tres sobre la tensión de hundimiento), o aún superior si se pretende alcanzar el estado de rotura del terreno. Reacción mínima necesaria para la realización de un ensayo de carga con placa (fuente: Escuela de Ingeniería de la Construcción de Valparaiso). A pesar de que el tamaño de la placa pueda ser de hasta 0.6 m de diámetro, el efecto de escala respecto a la dimensión de una cimentación convencional, comporta que la profundidad del terreno implicada en el ensayo sea inferior a la afectada por el cimiento, por lo que la valoración de los resultados obtenidos requerirá siempre de un conocimiento adecuado del terreno en la profundidad de influencia real de la cimentación. Diferencia entre la profundidad de influencia de la placa de carga y la de un cimiento, y consecuencias de una interpretación errónea del resultado obtenido (Código Técnico de la Edificación, DB SE-C) El ensayo de carga con placa se encuentra descrito y normalizado por el procedimiento ENV-1997-3-1999 (EUROCODIGO 7 parte 3); pueden citarse también la antigua norma NLT 357 como referencia complementaria, o la más reciente UNE 103808:2006. Los parámetros que pueden obtenerse del ensayo son: La relación entre la presión y el asiento en suelos granulares (módulo elástico). El coeficiente de balasto vertical (en terrenos granulares, y en terrenos coherentes siempre que la velocidad del ensayo sea la adecuada). La tensión admisible (o capacidad portante) no drenada en suelos coherentes saturados (siempre que se determine el valor de la resistencia última del terreno, llevando el ensayo hasta rotura del terreno). La tensión admisible en suelos granulares (también alcanzando la rotura del terreno). Además del ya comentado problema de escala que conlleva la diferencia entre el ensayo, y las dimensiones reales del cimiento, el ensayo de carga con placa presenta también problemas significativos que impiden una generalización en su uso para el proyecto geotécnico, entre los cuales se citan: Por lo general, resulta inviable realizar ensayos a la cota de apoyo de la cimentación durante la fase de reconocimiento (estudio geotécnico) si la misma se sitúa muy por debajo de la rasante por el inicio de la obra. Para el caso de suelos cohesivos, no permite una estimación fiable de los parámetros de deformabilidad (coeficientes de compresión, recompresión, tensión de recomsolación), por lo que su aplicación se limita a la deformación del terreno a muy corto plazo. Resulta relativamente costoso respecto a otros ensayos «in situ», y su repetición (imprescindible para un contraste de resultados) en un mismo estudio es, en la mayoría de los casos, muy limitada. PS, si te ha sido útil este post, no olvides visitar a alguno de nuestros anunciantes... este sitio se edita y mantiene de forma altruista, así puedes ayudarnos a costear el alojamiento. Referencias: En el blog de Víctor Yepes se presentan unos vídeos muy explicativos. En LCweb de Caminos UPM se indican los métodos de cálculo de los módulos de deformación para viales, y las prescripciones mínimas del PG-3 según la unidad de obra. En el blog de Fernando Román se incluyen ciertas apreciaciones sobre la aplicación de las prescripciones a aplicar en obras viales. Ensayo de placa de carga El ensayo de placa de carga es uno de los ensayos "in situ" llevados a cabo para realizar un reconocimiento geotécnico. Consiste en aplicar una carga sobre una placa (generalmente rígida), colocada sobre la superficie del terreno, y medir los asentos producidos. Puede llegarse a la condición límite de rotura de la muestra, es decir donde termina el ensayo, de no fallar, se toma los valores máximos a los cuales se asignan a los suelos no friccionantes. Las normativas utilizadas actualmente para la realización de estos ensayos son las UNE 103808:2006, UNE 103807:2008 y ASTM E2835-11. Previamente a estas normativas se utilizó la NLT 357, y antes de esta, solo existían normas en Alemania (DIN 18134) y Suiza (SNV-40317 y STB-59). En rellenos compactados se suele emplear este ensayo como elemento de control de la capacidad portante de la explanada. Con este fin, se utilizan placas de diámetros de 30, 45 o 60 centímetros, y se aplican tensiones reducidas, sin llegar a rotura, determinando únicamente la deformabilidad del terreno. En suelos naturales este ensayo puede realizarse en superficie, o en el interior de una cata realizada previamente. La interpretación del ensayo es inmediata, tanto en deformabilidad como en resistencia, aplicándose las soluciones clásicas de Elasticidad y Plasticidad, para la obtención de los parámetros correspondientes. En ocasiones, se emplea este ensayo para determinar la deformabilidad del terreno para la cimentación de grandes obras en macizos rocosos (como presas, o túneles a presión). Suele entonces acudirse a placas de mayor tamaño, de hasta 1 metro de diámetro o lado, o incluso más. También se miden los asentos de la placa de puntos situados a diversas profundidades. Las grandes cargas que hay que aplicar requieren disponer un elemento de reacción muy importante, que a menudo es el aspecto más complicado del ensayo. El problema se simplifica si el ensayo se realiza en el interior de una galería: se hacen entonces dos ensayos, sobre las dos paredes opuestas. Esta situación es relativamente frecuente, dado que en general se desea conocer la deformabilidad del macizo a una cierta profundidad, eliminado la zona más meteorizada. Datos: Q1476918 Multimedia: Plattendruckversuch / Q1476918 Obtenido de « This website uses cookies to improve your experience while you navigate through the website. Out of these, the cookies that are categorized as necessary are stored on your browser as they are essential for the working of basic functionalities of the website. We also use third-party cookies that help us analyze and understand how you use this website. These cookies will be stored in your browser only with your consent. You also have the option to opt-out of these cookies. But opting out of some of these cookies may affect your browsing experience. Buenas tardes compañeros de nuestra comunidad de ensayos de laboratorio de ingeniería civil: Cueva del Ingeniero Civil, ahora les presento el ensayo de placa de carta. Objetivo del Ensayo de placa de carga Los ensayos de placa de carga permiten determinar las características resistencia-deformación de un terreno. Consisten en colocar una placa sobre el suelo natural, aplicar una serie de cargas y medir las deformaciones. El resultado del ensayo se representa en un diagrama tensión deformación. A partir de este ensayo se pueden obtener numerosos datos entre los que se destacan: • Obtención de la capacidad de carga del suelo para un asentamiento determinado. • Determinación del módulo de reacción ó coeficiente de Balasto (K). • Determinación de las características de la curva carga contra deformación del suelo. • Realización de estudios sobre la estabilidad de pavimentos ó bases de caminos ya existentes. La información proporcionada es posible usarla en la evaluación y diseño de pavimentos de tipo rígido ó flexible de carreteras y/o aeropuertos y aplicarse tanto a suelos en estado natural como compactados. Algunos términos utilizados en este ensayo son: • Módulo de reacción. Es la presión que ha de transmitirse a la placa para producir al suelo una deformación prefijada. • Deflexión. Es el descenso vertical de una superficie debido a la aplicación de una carga sobre ella. • Deflexión residual. Es la diferencia entre el nivel original de una superficie y su posición final a consecuencia de la aplicación y retiro de una o más cargas en la superficie. • Deflexión elástica. Es la recuperación de la deformación vertical que tiene lugar cuando la carga se retira de la superficie. - Elementos de reacción. Un camión, remolque ó combinación de ambos, un marco anclado u otra estructura pesada con suficiente masa para producir la reacción deseada sobre la superficie a ensayar. Si se usan vehículos, las ruedas deben estar a lo menos a 2,5 mts. desde la circunferencia de la placa de carga de mayor diámetro usada (figura 1). - Conjunto hidráulico de carga provisto de un dispositivo de apoyo esférico, capaz de aplicar y retirar la carga en incrementos. La gata deberá tener la capacidad suficiente para aplicar la carga máxima necesaria y deberá estar equipada con un medidor calibrado con precisión suficiente que indicará la magnitud de la carga (figura 1). - Diales micrométricos: tres o más, graduados en unidades de 0,025 mm. (0,001") y capaces de registrar una deflexión acumulada de a lo menos 25 mm. - Viga porta dial, sobre la cual se montan los diales micrométricos. La viga deberá estar formada por un tubo o cañería de 60 mm. de diámetro o un ángulo 75*75*6 mm. de un largo mínimo de 4,75 mt. La viga se apoyará en soportes ubicados a más de 2 metros desde el borde de la placa de ensayo o rueda más cercana, o soporte. El sistema completo de medición de deflexión debe protegerse de los rayos directos del sol. - Placas de ensayo. Juego de placas de acero de menos de 25 mm. de espesor, confeccionadas de modo de poder disponerse en forma piramidal para asegurar su rigidez. Los diámetros de las placas deben variar entre 150 mm. a 760 mm. (6" a 30"). Los diámetros en las placas adyacentes a la distribución piramidal no deberán exceder los 150 mm. Pueden usarse placas de aleación de aluminio de 40 mm. de espesor en lugar de placas de acero. En la tabla 2, se indica el diámetro de la placa de ensayo según el tipo de suelo y ensayo requerido. - Herramientas y accesorios. Nivel de burbuja para preparar la superficie a ensayar y las necesarias para operar el equipo y cortar una probeta de suelo no perturbado en un dispositivo de consolidación, balanzas, horno y diversas herramientas para determinar humedad en terreno. - Para un ensayo de carga no confinado efectuado directamente sobre una superficie natural de subrasante, se debe despejar el área de suelo a ensayar de cualquier material suelto. Esta área deberá ser a lo menos dos veces el diámetro de la placa, de modo de evitar que se activen posibles sobrecargas o efectos de confinamiento. - Para un ensayo de carga no confinado cuando la subrasante sea construída con material de relleno, deberá realizarse un terraplén o cancha de prueba de no menos de 75 cm. de altura, utilizando el material a emplear en el relleno, compactado con el contenido de humedad y densidad especificada para la etapa de construcción. - Para un ensayo de carga confinado, el diámetro del área circular de la excavación debe ser el suficiente que permita el correcto acomodo de la placa seleccionada. Con el fin de evitar pérdidas de humedad del terreno, éste deberá cubrirse con plástico o papel impermeable hasta dos metros desde la circunferencia de la placa de ensayo, durante todo el tiempo que dure la prueba. Además con el objeto que la placa logre un apoyo uniforme con la superficie del terreno, éste se nivelará con una delgada capa de arena y yeso, o bien sólo de arena fina. - Placa de ensayo. Deberá centrarse cuidadosamente bajo el dispositivo de reacción y se ajusta a nivel. Sobre ella se colocarán las placas menores concéntricas distribuidas en forma piramidal. Sobre la última placa dispuesta, se centra la gata hidráulica. - Anillo de acero. Si se usa un anillo para medir la carga aplicada, éste deberá colocarse entre la gata hidráulica y la rótula que a su vez apoya contra el dispositivo de reacción de carga. Este dispositivo debe ser lo suficientemente largo de modo que sus soportes queden a lo menos a 2.5 metros de la placa de ensayo. Una viga de acero, entre dos camiones cargados otorga un buen dispositivo de reacción. - Diales. Los diales micrométricos utilizados para medir la deformación del suelo bajo la acción de la carga (generalmente son tres), deben apoyarse sobre la placa de ensayo a no más de 6 mm. desde el borde, dispuestos en 120º uno del otro. Los micrómetros deben estar asegurados a una estructura (viga porta dial) cuyos soportes están a lo menos 2 metros desde el borde de la placa de ensayo. - Procedimiento N°1. Apoyar el sistema de carga y la placa soportante mediante la aplicación de una carga de 3,2 KN. (7 Kpa.), cuando el espesor de diseño de pavimento sea menor de 380 mm. o una carga de 6,4 KN. (14 Kpa.), cuando el espesor de diseño del pavimento sea de 380 mm. o más. Una vez que se haya producido el total de la deformación debido a esta carga de apoyo se toman las lecturas de los tres diales micrométricos y se registran como lectura cero (la carga de apoyo también se considerará como carga cero). Una carga cíclica menor a la carga de asentamiento se puede emplear para asegurar un buen apoyo de los aparatos y de la placa de ensayo. - Procedimiento N°2. Después de instalar adecuadamente el equipo, con toda la carga muerta actuando (gata, placas, etc.), la placa y el conjunto deben asentarse con una rápida aplicación y descarga, de una carga suficiente para producir una deflexión de no menos de 0,25 mm. y no mayor a 0,50 mm. indicada por los diales. Cuando las agujas de los diales se establecien luego de la descarga, se reasienta la placa con la mitad de la carga que produjo la deflexión anterior (entre 0,25 y 0,50 mm.). Finalmente cuando las agujas se hayan estabilizado nuevamente se ajusta cuidadosamente cada dial a su marca cero. - Procedimiento N° 1. Las cargas se aplican a velocidad moderada en incrementos uniformes. La magnitud de cada incremento de carga será tal que permita obtener un suficiente número de puntos (no menos de 6) para poder dibujar la curva carga-deflexion con precisión. Después que cada incremento de carga haya sido aplicado, debe ser mantenido hasta que una razón de deflexión, de no más de 0,25 mm/min, se logre para tres minutos consecutivos. Debe registrarse la carga y las lecturas finales para cada incremento de carga, continuando con este procedimiento hasta que se obtenga la deflexión total deseada ó hasta que la capacidad de carga del equipo sea alcanzada (cualquiera que ocurra primero). En este punto se debe mantener la carga hasta que el aumento de deflexión no exceda a 0,025 mm/min, durante tres minutos consecutivos. Se registra la deflexión total y luego se disminuye la carga hasta el valor que fue empleada para ajustar en cero los diales. Esta carga se mantiene hasta que la razón de recuperación no exceda 0,025 mm. para tres minutos consecutivos y se registra la deflexión a la carga de ajuste cero. Cada conjunto de lecturas deberá promediarse y ese valor registrado será la lectura de asentamiento promedio. - Procedimiento N° 2. Se aplican dos incrementos de carga de 16 KN. (35 Kpa.) cada uno los que se mantienen hasta que la razón de deformación en ambos sea inferior a 0,025 mm/min. Tomando las lecturas de los tres diales micrométricos al final de cada incremento, al completat los 32 KN. (70 Kpa.) de carga, se determina la deflexión promedio computando el movimiento total entre cero y 70 Kpa. para cada dial. -Una vez calculado el valor de Ku, si éste es menor a 56, el ensayo está terminado y la carga puede retirarse. Si Ku= 56, se aplican incrementos adicionales de carga de 16 KN. (35 Kpa.) hasta alcanzar 96 KN. (210 Kpa.), permitiendo que cada uno de los incrementos de carga permanezca hasta que la razón de deformación sea menor a 0,025 mm/min. Deben leerse los tres diales micrométricos al final del proceso en cada incremento de carga. Finalmente, se toma una muestra inalterada del suelo ensayado para realizar en laboratorio la corrección por saturación. La muestra se toma del costado de la placa si el terreno es cohesivo y si es granular que descansa sobre suelo cohesivo, se toma del material cohesivo bajo la placa. - Calcular el módulo de reacción no corregido del suelo (Ku), mediante la siguiente expresión: Ku = 70 Kpa / deflexión promedio en cm. donde: Ku = módulo de reacción del suelo no corregido por saturación (Mpa/m) - Calcular el módulo de elasticidad (E) o deformación elástica del suelo mediante la siguiente expresión: E = q / s * D / 4 * (1 - u²) * μ donde: s = asiento de la placa en producido por una carga q (cm.) q = carga aplicada (kgs/cm2) D = diámetro de la placa (cm.) μ = coeficiente de Poisson del suelo q/s = tangente a la curva carga deformación del ensayo. - Correcciones y gráficos. - Curva carga-deformación. Como antes se señaló si Ku