

Apéndice B

Ensayo de Desempeño de la Resistencia del Suelo

B1 PROPÓSITO

El propósito de este ensayo dinámico de comportamiento del suelo es asegurar la consistencia y las propiedades de las condiciones de fundación para las instalaciones asentadas en suelo. Basándose en las condiciones del suelo durante una respuesta ante cargas dinámicas, en lugar de garantizar un material y especificaciones del método de instalación, se garantiza la consistencia entre los ensayos, entre las diferentes agencias de ensayos. Los materiales de relleno, métodos de instalación y condiciones de suelo in-situ influyen los resultados de este ensayo. Además, las condiciones de suelo in situ pueden variar con la ubicación del laboratorio de ensayos, así que pueden ser necesarios varios ensayos para asegurar el cumplimiento de las instalaciones en diferentes ubicaciones.

B2 APLICACIÓN

Aunque haya condiciones de suelo in-situ que proporcionen el desempeño mínimo sin el uso de relleno estructural alrededor de la instalación, en la mayoría de las situaciones para lograr la resistencia de suelo requerida, se requiere un material de relleno más firme que rodee el poste de ensayo enterrado. La extensión lateral requerida (tamaño del hoyo) de este relleno establecido utilizando este poste estándar instrumentado será la extensión lateral mínima requerida para los ensayos de todos los accesorios asentados en suelo. Obsérvese que es aceptable utilizar un relleno lateral de mayor extensión dado que este ensayo establece una resistencia de suelo mínima. Además, la profundidad del relleno estructural siempre debe extenderse debajo de los dispositivos instalados.

B3 POSTE INSTRUMENTADO

El uso de un poste instrumentado como un sustituto de para los ensayos dinámicos con un bogie o péndulo tiene como objetivo minimizar el esfuerzo y los costos asociados con los ensayos dinámicos. Los detalles del poste de ensayo que se muestran en la Figura B-1 se ofrecen como un diseño aceptable. Sin embargo, son aceptables otras variantes que incorporan capacidad de mediciones de carga similares. Se requiere el uso de una forma estructural estándar W6 por 16 (W152 por 23,8) para asegurar la compatibilidad entre las agencias de ensayo. Cualquier celda de carga apropiada es aceptable para el ensayo. Sin embargo, deben tenerse en cuenta las siguientes precauciones:

- Primero, es crítico que la celda de carga no sea precargada
- Segundo, no es aceptable utilizar las mediciones de aceleración del vehículo impactante para determinar la carga del poste. Las diferencias estructurales entre las diferentes colisiones pueden influenciar la

interpretación de la carga de manera significativa, la cual podría llevar a inconsistencias entre los laboratorios de ensayos.

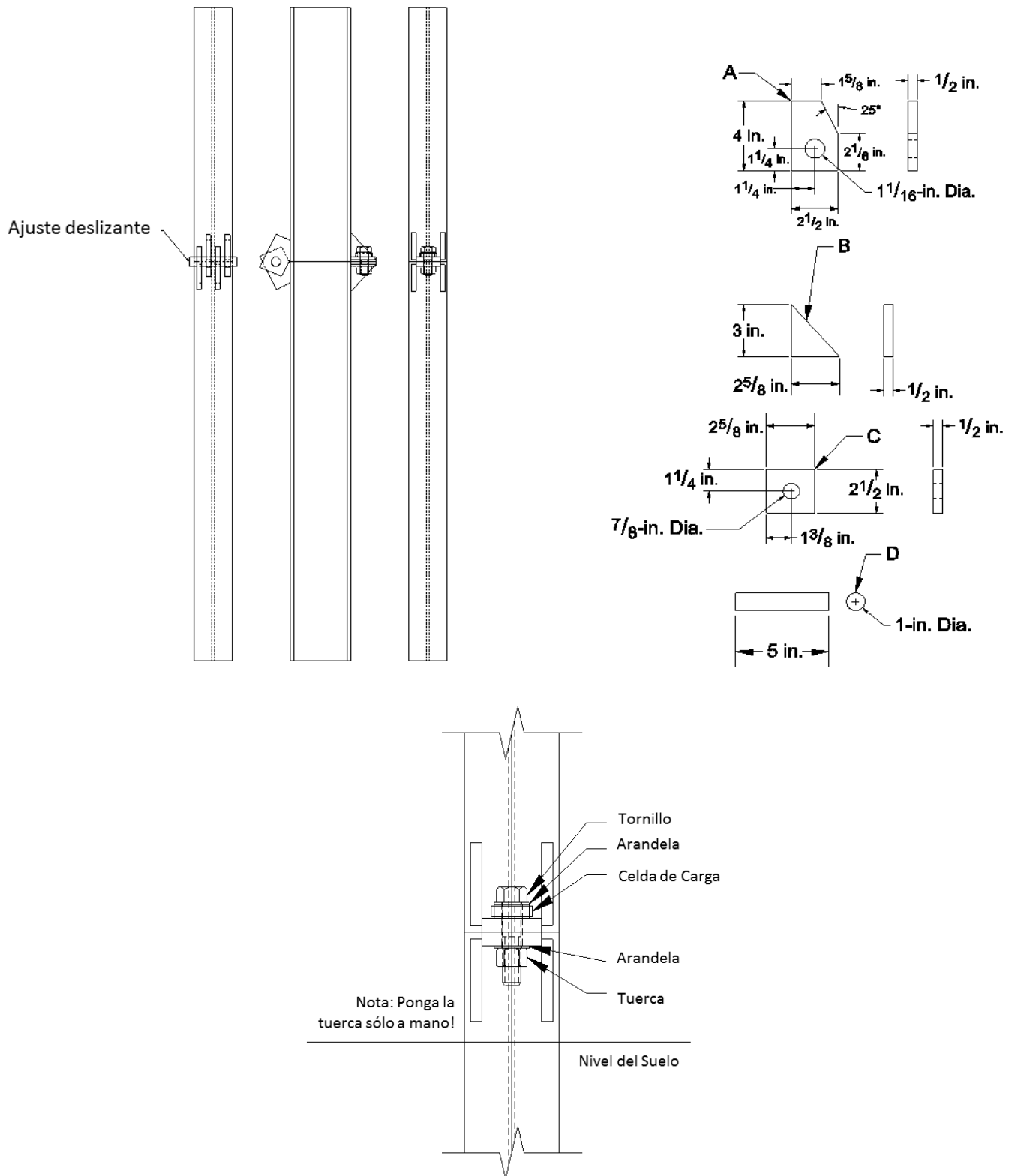


Figura B-1. Poste instrumentado

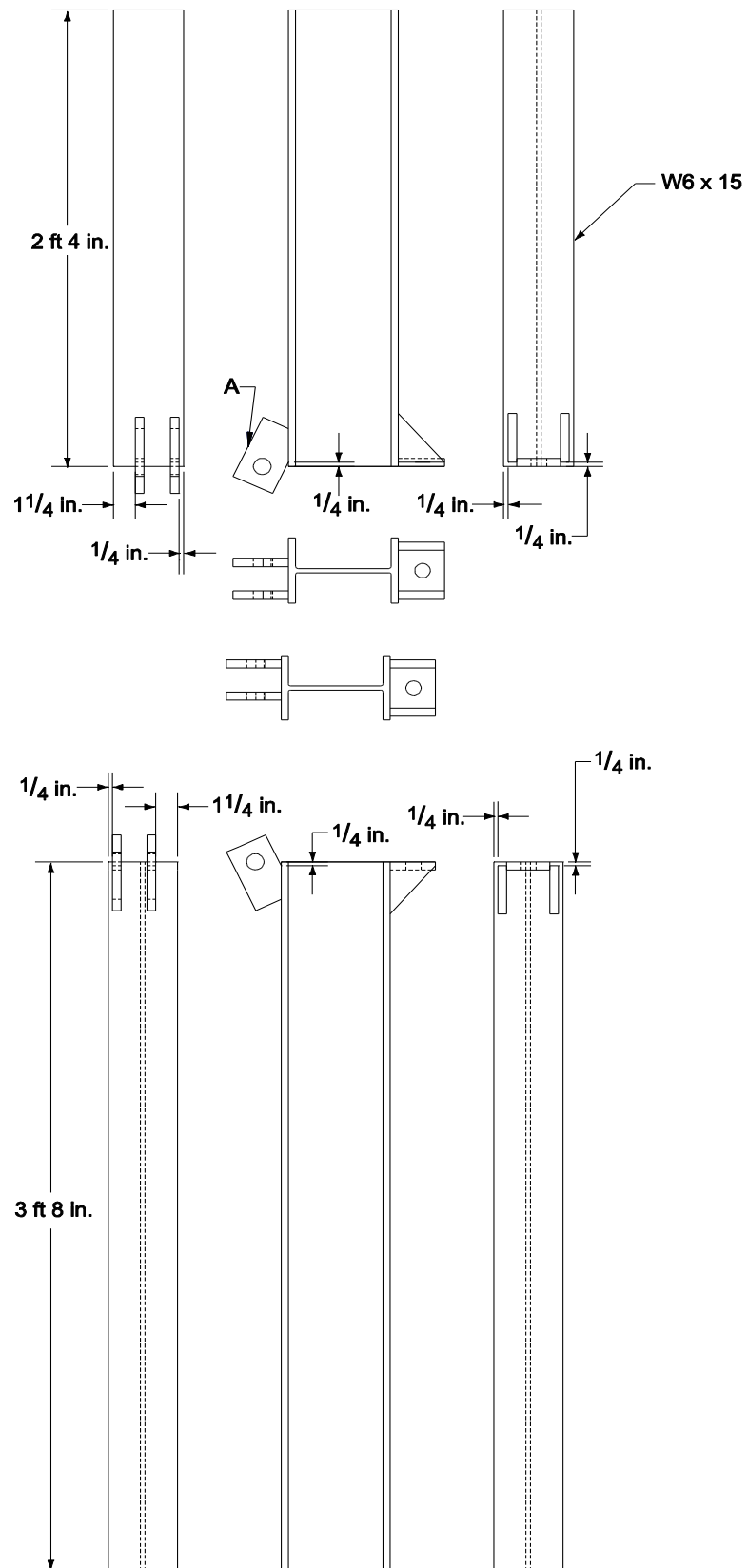


Figura B-1. Poste Instrumentado (continuación)

B4 UBICACIÓN DEL POSTE

Como se muestra en la Figura B-2, el poste instrumentado estándar debe colocarse con una altura máxima de 32 pulgadas (813mm) y 40 pulgadas (1016 mm) de incrustación. La ubicación del impacto debe ser a una distancia de 25 pulgadas (635 mm) por encima del nivel del terreno. Obsérvese que, dado que el objetivo de este comportamiento estándar es establecer una relación de carga/deflexión mínima, el método empleado para colocar el poste debe ser elegido por la agencia de ensayos; y puede variar entre distintas agencias. Por lo tanto, es importante que el método empleado para la instalación sea documentado en detalle. La documentación requerida para la instalación se muestra en la Figura 3-1, Hoja de Resumen Recomendada para los Resultados de Ensayos en Suelos Firmes,

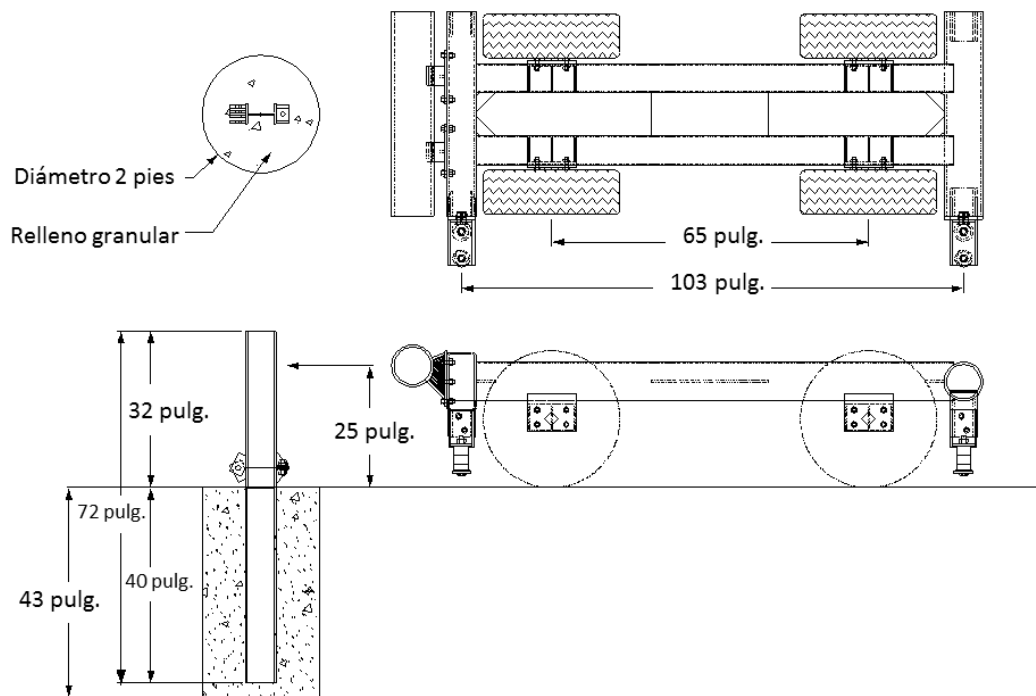


Figura B-2. Configuración del Ensayo Dinámico

B5 ENSAYO DINÁMICO

Se reconoce que las diferentes agencias de ensayo tienen diversos métodos con los cuales llevar a cabo el ensayo dinámico. Las especificaciones para este ensayo son establecidas con el propósito de tener la mayor amplitud posible. Las condiciones de impacto deseadas son:

- Ubicación de Impacto 25 pulgadas (635 mm) por encima de la línea del terreno
- Velocidad de impacto 20 mph (32,2 km/h)
- Peso mínimo del vehículo/péndulo impactante de 1500 lb (680 kg)

- Paragolpes rígido o cabeza de impacto en vehículo bogie o péndulos (Obsérvese que se puede implementar un sistema de nariz deformable si la deflexión del poste es medida independientemente)

La documentación requerida para los ensayos dinámicos incluye:

- Descripción del vehículo bogie o péndulo y condiciones de impacto
- Diagrama de carga del poste (medida de una celda de carga montada en un poste) en función de la deflexión (medida de videos de alta velocidad u otras técnicas de medición electrónica), ambos determinados a la altura de la carga
- Velocidad de impacto

Como se muestra en la Figura B-3, la mínima carga del poste requerida para deflexiones entre 5 pulgadas (125 mm) a 20 pulgadas (500 mm), medidas a la altura de impacto de 25 pulgadas (635 mm), es de 7500 lb (33,36 kN). Si no se llega a este nivel de fuerza (como se muestra en la Figura B-3) con una configuración de relleno particular, material de relleno, método de colocación y condiciones del suelo local, es necesario incrementar la extensión lateral del material de relleno o utilizar un material de relleno más firme. Resultaría de gran utilidad que cada laboratorio de ensayos estableciera las relaciones únicas entre la carga del poste y la extensión lateral del material de relleno y otros factores influyentes, como el contenido de la humedad.

Como se mencionó previamente, el suelo local en una determinada instalación de ensayo puede variar entre diferentes ubicaciones. Para asegurar una resistencia de suelo adecuada, los ensayos de propiedades dinámicas deben llevarse a cabo en una ubicación donde el suelo local se cree que tiene la menor resistencia. En casos donde el sitio de ensayo dinámico tenga un suelo local diferente que los sitios donde se llevan a cabo ensayos de choques reales, el suelo local “artificial” utilizado para los ensayos debe tener una dureza menor que el suelo nativo real. En el caso de suelos cohesivos, pueden ser comparados los módulos determinados del ensayo de fuerza a la compresión sin límites (ASTMD2166) tanto para el suelo local como para el “artificial”. Si los suelos locales son no cohesivos, el suelo artificial “recompactado” debe tener una menor densidad que aquel de origen natural. El suelo utilizado en el ensayo de propiedades dinámicas debe ser documentado, particularmente si el suelo utilizado es diferente a los suelos de origen natural

Ensayo 2214 PT-1

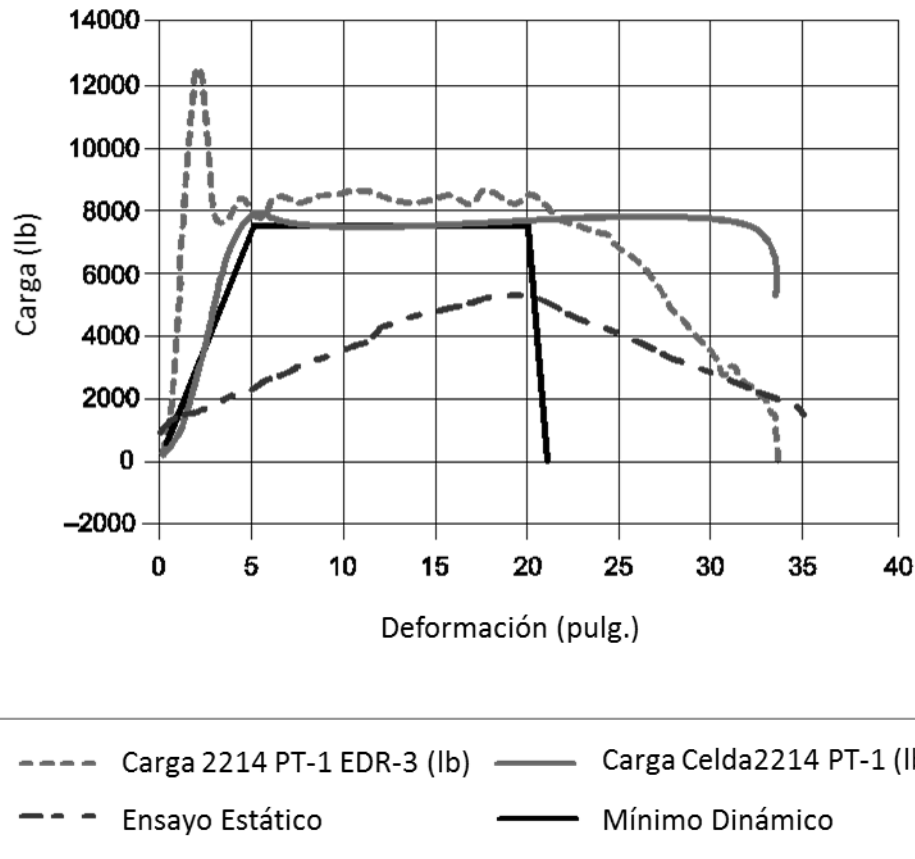


Figura B-3. Resultados de Ensayos Dinámicos y Estáticos para los Postes de Ensayo Estándar

B6 GARANTÍA DE DESEMPEÑO DEL SUELO

Dado que el desempeño del suelo puede ser influenciado por un número de factores incontrolables, es necesario asegurarse que existan condiciones de suelo apropiadas el día del ensayo. Esto se puede lograr llevando a cabo un ensayo dinámico estándar en zonas donde se anticipa el ensayo a escala real. Sin embargo, hay problemas económicos y logísticos obvios que están asociados con este enfoque. Por lo tanto, se recomendó un ensayo estático supletorio en lugar del ensayo dinámico, para asegurar la conformidad en el día del ensayo.

La relación entre los materiales de suelo local y los de relleno, utilizados en los ensayos dinámicos estándares, deben ser similares a aquellos utilizados para los ensayos de choque en escala real a efectos de asegurar consistencia. Se recomienda que las clasificaciones de suelo tanto del suelo local como del material de relleno utilizados en los ensayos dinámicos y los ensayos de choques, sean iguales a aquellos definidos por la ASTM D2487. Esta comparación está disponible en las Figuras 3-1 y 3-2, las cuales se recomienda que sean incluidas en cada reporte de ensayo de choque. Además de esta clasificación, se recomienda que cualquier material no-cohesivo utilizado en la construcción de un sistema asentado en el suelo caiga dentro del ± 10 por ciento de los resultados del análisis del tamiz realizado sobre el material de relleno utilizado en el ensayo dinámico estándar inicial.

Se puede utilizar un ensayo estático de empuje/tracción (static push/pull test) para asegurar que la instalación de ensayo tenga la suficiente resistencia del suelo, como se muestra en la Figura B-4. Para establecer el criterio para este ensayo estático, se debe construir una segunda instalación de ensayo idéntica a la del ensayo dinámico. Esta segunda instalación será ensayada utilizando cualquier sistema de carga conveniente, como un malacate o un pistón hidráulico. El poste estándar debe ser cargado a la misma altura que en el ensayo dinámico. Se debe incluir en la documentación del ensayo de suelo un diagrama carga/deformación, ya sea medida o determinada, a la altura de la carga, tal como se muestra en la Figura B-3. Se recomienda utilizar la misma celda de carga que se utilizó en el ensayo dinámico para el ensayo estático con el fin de minimizar la variabilidad debido a la instrumentación. La deflexión para el ensayo estático puede ser medida a partir de cualquier punto de referencia a mano o electrónicamente, según se desee.

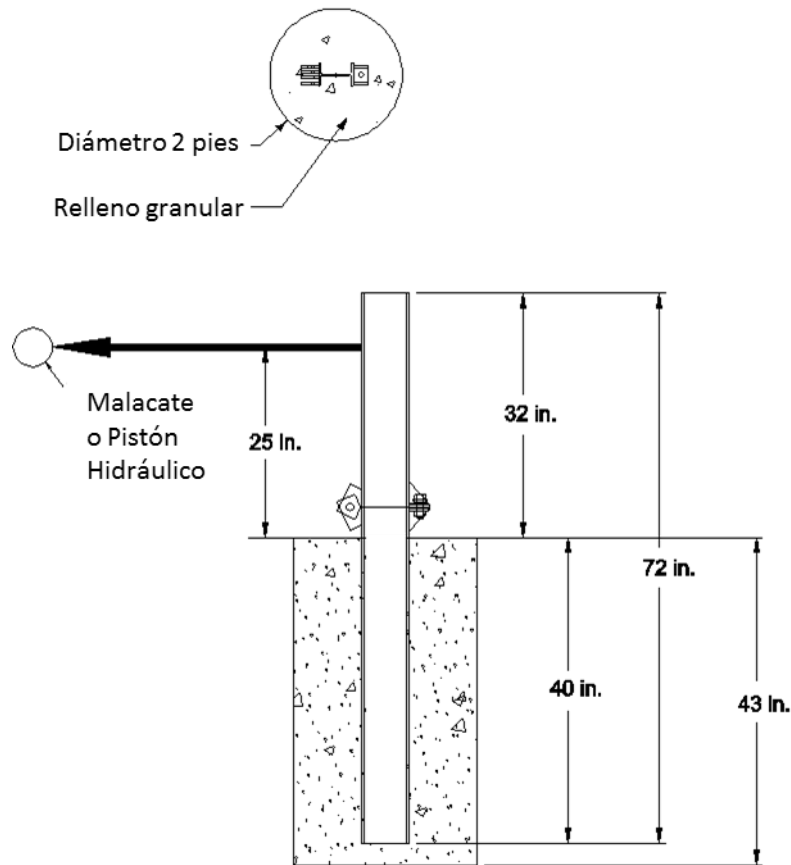


Figura B-4. Ensayo Estático de Suelo

Durante la instalación de cada artículo que vaya a ser ensayado para choques a escala real, se deben instalar dos postes estándares de W6 por 16 en los alrededores inmediatos del artículo de ensayo de choque a escala real. Estos postes deben utilizar los mismos materiales de relleno y procedimientos de instalación utilizados en el ensayo dinámico estándar, incluso si la geometría de relleno es diferente para el artículo de ensayo de choques a escala real. Además, los postes de ensayo estático deben instalarse al mismo tiempo que los postes en la región de impacto del sistema de ensayo. Esta instalación debe ser ubicada en un área donde las precipitaciones y otros

eventos naturales impactarán el poste de ensayo de la misma manera que el sistema instalado. En el mismo día, aunque previo al ensayo de choques a escala real, se debe llevar a cabo un ensayo estático de uno de los postes estándares. Se debe comparar un plano de carga en función de la deformación con el estándar establecido en el ensayo inicial, como se muestra en la Figura B-5. Si las medidas de carga son, al menos, 90 por ciento de aquellas de la instalación estándar inicial, con deflexiones de 5, 10 y 15 pulgadas (125, 250 y 375 mm), las condiciones de suelo son consideradas aceptables para los ensayos de choques en escala real. Como se muestra en la Figura B-5, una lluvia significativa en la tarde anterior tuvo un efecto significativo en el comportamiento de esta instalación particular y las condiciones de suelo no fueron aceptables para el ensayo. En este caso, se requirió un tiempo adicional previo al ensayo en escala real para el secado. El segundo poste estándar instalado está destinado a repetir el ensayo en caso de que las condiciones de suelo no arrojen valores aceptables para el primer ensayo.

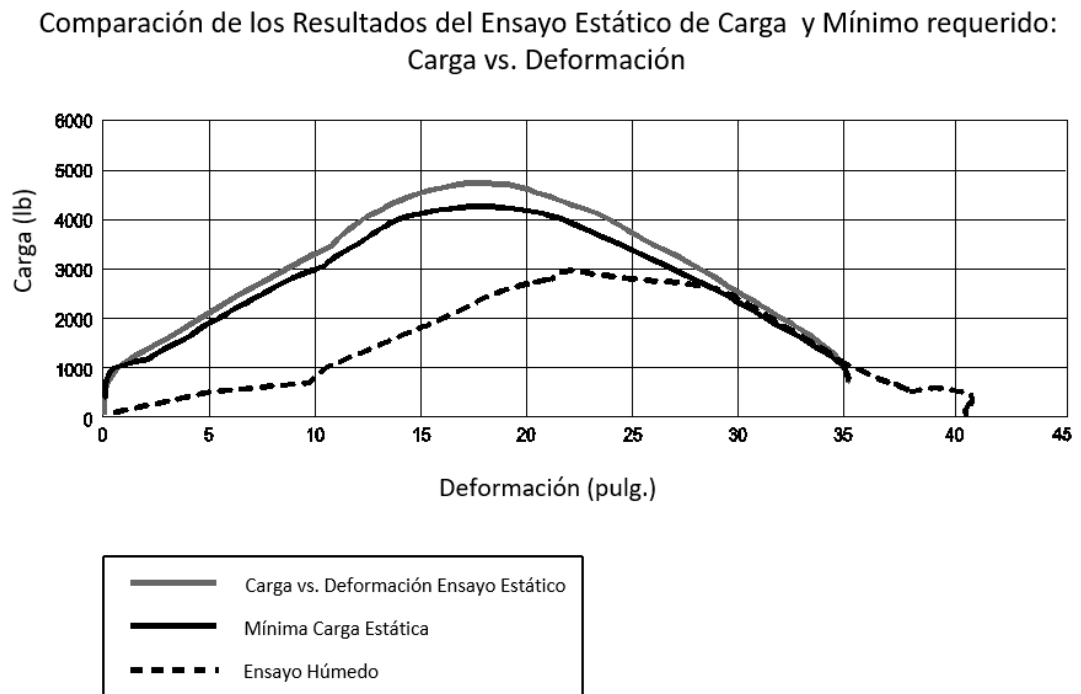


Figura B-5. Ensayo de Carga Estática del Día del Ensayo Comparado con el Ensayo Estándar