

# **Resistencia De Suelos Para La Construcción De Diferentes Estructuras.**

Clave Del Proyecto: CIN2016A20067

Preparatoria Ángela Segovia De Serrano (6833)

Autores:

Álvarez Carrasco Iñaqui Salvador

Dircio González Alejandro

Mayen Coss y León Jean Pierre

Asesores:

M.C.E. Norma Gabriela De La Peña Calvillo

M. En C. Luis Martín Lara Melo

Área de Conocimiento

Ciencias Fisicomatemáticas y de las Ingenierías

Disciplina:

Física-Geografía

Tipo de Investigación:

Documental

San Pedro Barrientos, Tlalnepantla Estado De México

Febrero De 2016

**Resumen:**

La estructura de un edificio ubicado en un área sísmica se considera la acción de las cargas que genera el sismo, entonces es necesario erradicar el concepto de que un edificio es sostenido por una estructura destinada a resistir las cargas gravitatorias a la que se agrega otra destinada a resistir las cargas sísmicas.

La estructura de un edificio, o de cualquier obra civil sometida a la acción de un sismo sufre deformaciones, ya sea que se haya previsto que la estructura es para resistir un sismo o no. Una estructura resistente debe arrancar desde el instante en que nace el proyecto, como el desarrollo de este. Desde una mega estructura hasta una vivienda barrial se cuenta con elementos estructurales necesarios para la estabilidad a cargas gravitatorias que pueden ser usados para asegurar la capacidad resistente a cargas sísmicas.

Toda construcción tiene elementos verticales y horizontales, lineales o planos, que pueden ser integrados en la estructura y que serán capaces de absorber cargas sísmicas. Los movimientos sísmicos son función del tamaño del edificio. Las cargas que actúan sobre una vivienda pequeña (casa) son resistidas por la estructura de la misma sin grandes inconvenientes. Pero cargas proporcionales en un edificio generan esfuerzos que no son directamente proporcionales, sino superiores. Las fuerzas de inercia, que originan los movimientos sísmicos son más elevadas mientras más masa tiene el edificio.

**Summary:**

The structure of a building located in a seismic area is considered to be the action of the charges that generates the earthquake, then it is necessary to eradicate the concept of which a building is supported by a structure destined to resist the gravitational charges to the one that adds other one destined to resist the seismic charges. The structure of a building, or of any civil work submitted to the action of an earthquake he suffers distortions, be already that it has been foreseen that the structure is to resist an earthquake or not. A resistant structure must start from the moment in which there is born the project, like the development of this one. From a gentle structure up to a housing quagmire one relies on with structural elements necessary for the stability to gravitational charges that they can be used to assure the capacity resistant to seismic charges. Any construction has vertical and horizontal, linear or flat elements, which can be integrated to the structure and which will be capable of absorbing seismic charges. The earthquakes are a function of the size of the building. The charges that act on a small housing (house) are resisted by the structure of the same one without big disadvantages. But proportional charges in a building generate efforts that are not straight proportional, but top. The forces of inertia, which cause the earthquakes, are higher while more mass has the building.

## **Introducción:**

La idea principal de esta investigación es indagar acerca sobre la resistencia de un hogar durante un ataque sísmico. Indagaremos acerca sobre las bases principales que se necesitan dentro de una buena construcción ( tipos de suelo, estructuras, materiales etc.) de un hogar.

El punto de esta investigación es redactar acerca de cuál sería la resistencia de un hogar a diferentes oscilaciones de suelo, cuáles serían los problemas y cómo se podría evitar un menor daño dentro de estas. Para ello investigaremos en diferentes medios electrónicos y consulta de libros físicos o electrónicos.

Esta investigación es descriptiva, buscamos solamente indagar y especificar las características y rasgos importantes de este fenómeno

Realizaremos una investigación bibliográfica sobre los tipos de suelos y la resistencia de una estructura (casa) para determinar cual será la mejor zona para la construcción de este tipo de viviendas.

Con ello nos planteamos ¿Que condiciones del suelo favorecen a una estructura arquitectónica (casa) para una mayor resistencia a movimientos sísmicos?, ya con toda la información reunida propusimos las hipótesis “: las condiciones del suelo deben presentar características de solides para la resistencia a sismos”

Sustento teórico de esta investigación es la investigación bibliográfica sobre los tipos de suelos y la resistencia de estos, en fuentes especializadas para continuar con el proyecto, como por ejemplo, como se caracterizan geológicamente la variedad de unidades geológicas, los efectos topográficos durante sismos agresivos.

Importantes investigaciones se han hecho para evaluar, y definir el como pueden reducir los riesgos ante sismos, definiendo zonas en donde las ondas con periodos altos no repercuten de manera agresiva la superficie, y también la interacción suelo-estructura

**Objetivo General:**

-Identificar las diferentes condiciones de suelo y determinar la variante que hay para el aumento de resistencia con una investigación en fuentes profesionales en cuanto a superficies, y con ello mantener una conciencia de las mejores ubicaciones para la construcción.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar las diferentes características que presentan los suelos
- Determinar la relación suelo-estructura y los daños que propicia a la estructura.

**Marco teórico:**

Las roturas de taludes, caídas de rocas, o fenómenos de licuefacción del suelo durante o después de la sacudida sísmica son otros efectos inducidos que deben considerarse porque también provocan mayores daños potenciales en las estructuras. Por lo tanto, la identificación de las frecuencias predominantes del suelo y la cuantificación de la amplificación de la señal sísmica constituyen uno de los principales intereses en ingeniería sísmica.

Durante la ocurrencia de sismos severos se ha observado sistemáticamente que depósitos saturados de suelos granulares con deficiente grado de compactación sufren un significativo nivel de deformaciones que es incompatible con la estabilidad de cualquier estructura. Al analizar las características de las fallas se han identificado dos fenómenos, que aunque presentan similitudes, son diferentes. En el primero existe una pérdida de resistencia, en cambio en el segundo existe una pérdida de rigidez. En el primero no es necesaria la acción permanente de la perturbación en el momento de la falla, en cambio en el segundo es necesaria la acción sísmica durante el desarrollo de las deformaciones. Para referirse a cada uno de estos fenómenos cuyo denominador común es un importante incremento de presión de poros, Casagrande [Casagrande, 1975] propuso dos términos: licuación verdadera y movilidad cíclica. Como consecuencia de las tensiones de corte aplicadas, la estructura no drenada del suelo tiende a ser más compacta, resultando una transferencia de tensiones a la presión de poros y por tanto, una

reducción en la tensión efectiva. Si la arena está suelta, la presión de poros puede incrementarse rápidamente a un valor igual a la presión de confinamiento, y la capa de suelo puede experimentar grandes deformaciones.

Métodos basados en la observación y el registro de casos donde se ha manifestado el fenómeno de licuación • Kishiba [Kishiba, 1970], con base en los datos obtenidos en tres sitios donde ocurrió licuación estableció un criterio para determinar bajo sismos de igual magnitud, sí puede ocurrir licuación cuando el nivel freático está cerca de la superficie y las características granulométricas satisfacen las relaciones:  $0.074\text{mm} < D_{50} < 2\text{mm}$  y  $C_u < 10$  Además se debe cumplir que el estrato de suelo no licuable, arriba del estrato licuable sea menor de 8 metros y que las relaciones entre las profundidades de estos sea menor de 1. También estableció que los suelos no son susceptibles a la licuación si las presiones efectivas de confinamiento son mayores de 200 kPa y la densidad relativa es superior al 75%. • Ohsaki [Ohsaki, 1966], también estableció que los suelos con nivel freático cercano a la superficie pueden licuarse si:  $0.2\text{mm} < D_{60} < 2\text{mm}$  y  $D_{10} < 0.1\text{mm}$  REVISIÓN DE MÉTODOS PARA EVALUAR LICUACIÓN 7 Adicionalmente establece que estos suelos tendrán poca probabilidad de licuarse si el número de golpes en ensayo de penetración estándar es mayor a 2 veces la profundidad del depósito, considerada en metros.

• Florig e Ivanov [Florig & Ivanov, 1973], desarrollaron un criterio que permite estimar la susceptibilidad a la licuación de suelos por medio de pruebas de campo, que consiste en investigar los 10 metros superiores de suelo haciendo explotar sucesivamente tres cargas de dinamita de 5 Kg, colocadas a una profundidad media de 4.5 metros y determinando después de cada explosión, el asentamiento promedio de la superficie dentro de un radio de 4.5 metros. La cantidad y profundidad a la que se coloca el explosivo se eligen de forma que no haya expulsión del suelo durante la explosión. Si el asentamiento promedio es menor de 8 a 10 cm y la relación de asentamientos entre explosiones sucesivas es menor que 0.6 se puede afirmar que ese suelo no es susceptible de licuarse. • Las investigaciones de Seed e Idriss [Seed et al., 1975], les llevaron a proponer un

procedimiento semi-empírico para la determinación de la susceptibilidad de licuación de arenas sueltas saturadas basados en la observación y registro de casos donde se ha manifestado el fenómeno, así como en la evaluación de la condición de los materiales arenosos a partir de los resultados de ensayos de penetración estándar y de las tensiones cortantes inducidas en la masa de suelo durante un sismo.

Unidad Geológica	Descripción General	Potencia máxima (m)	Velocidades Sísmicas		
			P (m/s)	S (m/s)	
Lodo de bahía	Depósitos recientes de arcilla blanda plástica de alto contenido orgánico, limos y arenas con más de un 50 % en peso de agua	40	1300-1600	80-130	
Suelo Aluvial	Arcilla limo-arenosa, arena limo-arcillosa y arena y grava de edad Pleistocena y Holocena con menos de un 40 % en peso de agua	800	1500-1700	200-530	
Sustrato Rocoso	Formación Santa Clara Formación Merced	Sandstone, Siltstone y Mudstone de edad Pliocena y Pleistocénica reciente	-	1730-1930	610-630
	Rocas Terciarias	Sandstone marina, pizarra y rocas piroclásticas	-	1570-2310	340-430
	Secuencia Gran Valle	Sandstone y Siltstone de edad pre-Terciaria	-	-	-
	Formación Franciscana	Sandstone, pizarra y chert y rocas volcánicas de edad pre-Terciaria	-	2550-3370	440-840
	Granito	De edad Pre-Terciaria y con un amplio grado de meteorización cerca de la superficie	-	1040-3440	500-1780

Estudios realizados basándose en ondas

sísmicas producidas por explosiones nucleares, registros del terremoto de San Francisco del 22 de Marzo de 1957, registros de ruido y datos a partir del terremoto de California del 18 de Abril de 1906 mostraron que era posible aislar, mediante análisis adecuados, los efectos sísmicos provocados por las unidades geológicas locales de aquellos efectos debidos a la fuente, el camino recorrido por

las ondas en el interior de la corteza terrestre y los efectos debidos a los instrumentos de registro. Además existían frecuencias de suelo predominantes en zonas caracterizadas por depósitos no consolidados saturados donde, para frecuencias cercanas a la predominante, la amplitud del movimiento era varias veces mayor que en aquellas zonas localizadas en sustratos rocosos. Los análisis de ruido sísmico (perturbaciones frecuentes por causas atmosféricas, electromecánicas y “culturales”), se ha utilizado extensivamente en Japón para estimar las frecuencias predominantes del suelo [66] a través del espectro de amplitudes de Fourier. El nivel medio de amplitud en el caso del ruido sísmico era menor en los sustratos rocosos, intermedio en el suelo aluvial y mayor en el lodo de bahía. Pero no aparecían frecuencias predominantes del suelo en los espectros de amplitud del ruido, sugiriendo que esta técnica debe ser utilizada con cuidado en los análisis de respuesta del suelo y los estudios de zonación sísmica. Por último, se establecieron correlaciones entre las intensidades del terremoto de 1906 y las amplificaciones medidas en varias localizaciones de la ciudad de San Francisco. En estos estudios se mostró que las variaciones en las curvas de amplificación espectral para diferentes lugares en la misma unidad geológica eran debidas a variaciones de potencia de los niveles subyacentes así como variaciones en la consolidación en estos niveles. Las amplificaciones del movimiento del suelo provocadas por depósitos blandos siguieron observándose. Por ejemplo, durante el terremoto de Loma Prieta, 1989, en el área de la bahía, un viaducto situado sobre este material arcilloso colapsó, mientras que la zona sur del mismo, situado sobre otro tipo de material se mantuvo en pie.

Las irregularidades del terreno se pueden clasificar en superficiales y sub-superficiales. Las primeras son aquéllas relacionadas con la topografía del terreno e incluyen los efectos provocados por taludes, valles, montañas, etc. Las irregularidades sub-superficiales están relacionadas con los distintos tipos de discontinuidades en el terreno y que incluirían fallas, disconformidades, cuencas sedimentarias, etc. Estos fenómenos están restringidos a unas geometrías geológicas típicas que se caracterizan por sus dimensiones y parámetros mecánicos o dinámicos (velocidades de las ondas P o S, densidad,

amortiguamiento, etc.), distinguiéndose dos tipos: aquéllos que están provocados por la topografía superficial y aquéllos provocados por depósitos de suelos blandos en superficie.

#### Efecto del Suelo

a amplificación del movimiento del suelo es la responsable del daño extenso en áreas constituidas por depósitos de gran potencia de sedimentos blandos y poco compactados.

La amplificación es típicamente mayor para terremotos de magnitud pequeña en áreas a una cierta distancia epicentral donde sería esperable que las ondas sísmicas redujesen la amplitud debido a los efectos de atenuación en la propagación de la señal sísmica por el interior de la tierra. Dos mecanismos contribuyen a los efectos de amplificación de la señal en el suelo: la amplificación geométrica y la amplificación dinámica. La amplificación geométrica corresponde a los efectos de amplificación debidos al contraste de impedancias entre dos medios en contacto. Para sedimentos, el contraste de impedancias se expresa como:

$$I_C = \frac{\rho_b \cdot v_b}{\rho_s \cdot v_s} \text{ con } v_b > v_s$$

La amplificación dinámica también se conoce como efecto de resonancia y fue estudiada por primera vez en los años 30. El efecto de resonancia considera la diferencia entre la frecuencia de las ondas sísmicas y la frecuencia natural del depósito sedimentario. Una estimación de la frecuencia natural del depósito es:

$$f_n = \frac{v_s}{4H}$$

Efectos de las acciones dinámicas del sismo: La respuesta de una estructura que está sometida a un sismo, depende de las características dinámicas de la estructura y de las características del sismo. Estas últimas dependen de las propiedades dinámicas del terreno de fundación y la distancia al epicentro. Del tipo de terreno dependen las frecuencias predominantes en las ondas del sismo y la distancia es importante por que las frecuencias más altas se van atenuando a medida que la distancia al foco es mayor.

Los terrenos que pueden encontrarse al proyectar una cimentación se pueden clasificar en:

Terreno vegetal: es un tipo de terreno absolutamente prohibido para cimentar una estructura, por pequeña que sea. Se exige siempre su remoción o excavación total hasta alcanzar el terreno natural. Se entiende por terreno vegetal a la capa o porción donde alcanza la vida de los vegetales de superficie, o en la que se encuentren las raíces de los mismos. Un sondeo nos indicará a que distancia de la superficie dejan de encontrarse raíces vegetales, vivas o en descomposición, y así, conocer exactamente hasta donde debe excavar para remover la capa de suelo vegetal.

Rellenos: Esta clase de terrenos, realizados siempre por intervención humana, se comporta de forma parecida al terreno vegetal. Por la gran reducción de huecos que sufre en el transcurso del tiempo, al irse ocupando los huecos grandes con los áridos que de las partes superiores van arrastrando las aguas, y por su falta de homogeneidad, sufren asientos grandes y desiguales, siendo necesario, por ello, profundizar las cimentaciones hasta que alcancen el terreno natural. El relleno se reconoce con facilidad porque en el se encuentran restos de mampostería, mortero, otros restos de obras, o bien cenizas u otros residuos de materia

orgánica, según su origen sea de demoliciones o de residuos urbanos. Su estratificación “caprichosa” o irregular es, asimismo, inconfundible.

Es posible que en algunos casos no se pueda identificar el relleno, en el caso de terrenos terraplenados, en ese caso debe apelarse a los especialistas en mecánica de suelos para conocer el nivel del terreno natural y su resistencia.

Terrenos naturales: Prescindiendo de los terrenos formados por rocas óptimas para cimentar podemos dividirlos en dos grandes grupos, arcillosos y arenosos.

Suelos Arcillosos: En mecánica de suelos se define como arcilla a las partículas de cualquier sustancia inorgánica menores a 0,02mm., tamaño para el cual empiezan a tener influencia las acciones fisicoquímicas. Los terrenos arcillosos son en principio, los más peligrosos para cimentar. En ellos se pueden producir grandes asentamientos en un largo o aun larguísimo plazo de tiempo, y es en los que el conocimiento de su comportamiento bajo cargas ha progresado más en los últimos años. Experimentalmente se determinó que el tiempo de asentamiento de los estratos arcillosos es proporcional al cuadrado de su espesor es decir, que si por ejemplo la fundación de un edificio descansa sobre un estrato de 2 metros de espesor y el asiento se produce en cuatro años, esta duración sería de 16 años si el espesor fuera de cuatro metros y de 100 años si el espesor fuera de diez metros. Si el espesor del estrato arcilloso es de muchos metros, hecho que se ha comprobado en algunos edificios famosos como el Duomo de Koenigsberg que 500 años después de haber sufrido un sedimento de 180 cm no ha llegado aún a su posición de equilibrio. Otro edificio conocido que ha sufrido el mismo fenómeno es la célebre Torre de Pisa, que recientemente ha sido consolidada y reforzada en su cimentación. En este tipo de terrenos las pruebas de carga son inútiles para conocer su comportamiento.

Lo que más influye en la duración del asentamiento es el contenido de agua del estrato y su permeabilidad, así como la del terreno adyacente, pues si una arcilla con un elevado contenido de agua es sometida a una carga, su asentamiento instantáneo es casi nulo, ya que el agua (que es incomprensible) es quien soporta la carga. La presión hace que el agua trate de fluir desocupando los huecos que

ocupa la arcilla, pero este flujo es lento y dificultado cuanto más impermeable es el estrato, por lo que se comprende que en terrenos de arcilla muy pura y gran espesor el equilibrio demore muchos años en ser alcanzado.

De lo dicho deducimos que puede cimentarse en terrenos arcillosos, pero cuidando que las cargas estén uniformemente repartidas en la planta del edificio, dando a las bases las dimensiones necesarias para que la carga por unidad de superficie sea la misma

Suelos arenosos: se incluyen en esta categoría no solo los terrenos formados por partículas de tamaño superior a las partículas de arcilla, sino los que contengan cantidad o porcentajes de arcilla inferior al volumen de huecos que dejan las partículas de mayor tamaño, pues su comportamiento será como un suelo arenoso. La aplicación de las cargas en estos terrenos produce rápidamente un asiento, que termina cuando se llega a la posición de equilibrio. Según las cargas a que están sometidos, son los asientos que se producen. Estos son inversamente proporcionales al tamaño del grano, aumentando con el grano de menor tamaño. No pueden darse datos ni resultados prácticos debido a la gran variabilidad de clases de terrenos que pueden presentarse, pero todos ellos son buenos para cimentar. En este tipo de terreno puede realizarse una prueba de carga, sobre la mayor superficie posible para conocer el asiento.

De lo anterior vemos que el comportamiento del suelo es complejo y no se puede manejar con una simple planilla como ocurre con los otros materiales. Toda estructura se divide en dos partes fundamentales, la que está sobre el suelo y la que está debajo del suelo, diferentes y que deben diseñarse razonamientos diferentes.

Cargas admisibles: para el diseño de una cimentación debemos conocer la capacidad de carga del terreno, esta capacidad se determina generalmente mediante ensayo del suelo.

Las cargas que transmite la cimentación a las capas del terreno causan tensiones y por tanto, deformaciones en la capa del terreno soporte. Como en todos los

materiales, la deformación depende de la tensión y de las propiedades del terreno soporte. Estas deformaciones tienen lugar siempre y su suma produce asentamientos de las superficies de contacto entre la cimentación y el terreno. La conducta del terreno bajo tensión está afectada por su densidad y por las proporciones relativas de agua y aire que llenan sus huecos. Estas propiedades varían con el tiempo y dependen en cierto modo de otros muchos factores.

Los cimientos constituyen los subsistemas de cualquier edificación que transmiten directamente las cargas de esta hacia el suelo o terreno; su función es distribuir las cargas del edificio, dispersándolas en el suelo adyacente, de modo que éste y los materiales que los sostienen tengan suficiente fuerza y rigidez para soportarlas sin sufrir deformaciones excesivas.

#### Comportamiento no lineal de suelos blandos

Este apartado resume los resultados referentes a efectos locales relacionados con el comportamiento no lineal de los suelos blandos. Varios estudios sismológicos ponen en evidencia el comportamiento no lineal del suelo. Por ejemplo, en lugares arenosos se ha mostrado una disminución de los factores de amplificación y, a veces, una reducción de las frecuencias de resonancia para aceleraciones de pico superiores a 0.2g.

Otros estudios sugieren que existen evidencias de los efectos del comportamiento no lineal significativos en el área epicentral del terremoto de Loma Prieta, San Francisco, lo que conllevaba una desaparición de los factores de amplificación para aceleraciones superiores a 0.3g. Esto provocó la modificación de diagramas como la relación entre las aceleraciones pico en roca y suelos blandos. Estas observaciones ponen de manifiesto que los efectos no lineales de suelos arenosos blandos se dan cuando el pico de aceleración en la roca (PGA) supera el nivel de 0.1 a 0.2 g y que se debe esperar amplificación del suelo para el rango de altas frecuencias alcanzándose niveles de aceleración de 0.3 a 0.5 g.

Estos valores no son precisos y dependen de la naturaleza y potencia de los suelos blandos y también de la magnitud y contenido frecuencia del movimiento.

Por ejemplo, Silva predijo amplificaciones para aceleraciones pico superiores a 1g en suelos arenosos mientras que para otros depósitos de arena de más potencia predijo des amplificación para aceleraciones de 0.4g aproximadamente. Los depósitos arcillosos con un índice de plasticidad alto son de especial interés dado que el comportamiento no lineal de este tipo de material aparece cuando las deformaciones son altas. En muchos países con una sismicidad moderada los espectros elásticos de respuesta están anclados en un rango de aceleraciones pico que varía entre 0.1 y 0.3g y las formas de estos espectros incluyen una reducción en los contenidos frecuenciales altos para suelos blandos. Esta opción debe reexaminarse. Por último algunos autores sugieren que los efectos no lineales del suelo pueden inducir transiciones de fase en los suelos blandos, fluidificándolos. En este tipo de materiales se pueden desarrollar ondas de gran amplitud que juegan un papel importante en la distribución de daño sísmico.

La simulación 3D de la propagación de las ondas sísmicas en casos reales se estudia superponiendo las irregularidades superficiales, sub-superficiales y la heterogeneidad del material, es decir la variación de las propiedades del suelo en el espacio.

### **Metodología de Investigación:**

Realizaremos una investigación bibliográfica sobre los tipos de suelos y la resistencia de una estructura (casa) para determinar cuál será la mejor zona para la construcción de este tipo de viviendas.

Realizando un perfil general de unas áreas topográficas definiendo los tipos de suelo y roca que sea justificable para el proyecto en cuestión complementando la investigación con registros gráficos de suelo y roca observando en excavaciones y en áreas cortes.

**Resultados:**

Habr  menor movimiento sísmico en lugares con sustrato rocoso ya que hay menor probabilidad de daño y las cargas sísmicas son menores a los de un movimiento del suelo dentro del epicentro, mientras que las ondas que se generan en valles aluviales, cuencas sedimentarias o lagos esta dicho que genera mas movimiento durante periodos altos, debido a estos periodos cortos de movimientos sísmicos, no pueden recorrer grandes distancia ya que los niveles superficiales se van atenuando dichas zonas.

**Conclusiones:**

Cualquier edificio siempre recibir  daño ya sea que tenga resistencia cargas sísmicas o gravitatorias, toda estructura ante un movimiento sísmico recibir  un daño tal vez menos o mayor dependiendo del movimiento del sismo, por ejemplo ante un movimiento rápido del suelo es más factible que una estructura pequeña reciba más daños.

Las principales características donde es más factible que los efectos de un sismo repercutan más agresivamente en una sedimentación es donde el suelo presente una consistencia blanda y la velocidad de las ondas sísmicas se repitan más en ellas. Puesto que también influye la potencia de acuerdo a los cimientos y las características del piloteo.

También depende del tipo de terreno las frecuencias predominantes en las ondas del sismo y la distancia es importante, por que las frecuencias mas altas se van atenuando a medida que la distancia es mayor, es evidente que la naturaleza del terreno de suelo tiene una gran importancia en los colapsos de estructuras durante los terremotos, entonces llegamos a la conclusión que en los suelos firmes las construcciones han sufrido menos daños que las estructuras cimentadas en suelos blandos.

