

# **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

**Facultad de Arquitectura  
Colegio de Arquitectura**

Tesis presentada como requisito para  
obtener el título de arquitectura.

**Título de la tesis:  
Cimentación Electromagnética-Nuevo  
sistema antisísmico.**

**Presenta:**

**Huerta Ortiz Jesús**

**Director de tesis: Mrto. Rubén Angel  
Montero Urrusquieta.**

**Asesores:**

**Mtra. Mercedes Gonzales Pérez.**

**Mtro. Eduardo Moreno Lutrillo.**

**Fecha de impresión y entrega: Mayo 2015**



**FACULTAD DE ARQUITECTURA**



## Índice

- I. Reflexión
- II. Introducción
- III. Objetivo
- IV. Justificación
- V. Alcance
- VI. Hipótesis.

### Capítulo 1: Marco histórico conceptual

- 1.1 Historia
- 1.2 La arquitectura y la cimentación

### Capítulo 2: Principios mecánicos de las cimentaciones

#### 2.1 Directas

- 2.1.1 Zapatas aisladas
- 2.1.2 Zapatas corridas
- 2.1.4 Zapatas combinadas
- 2.1.5 losas de cimentación
- 2.1.6 Cimentaciones Semi profundas
- 2.1.7 Muro de contención
- 2.1.8 Micro pilotes

#### 2.2 Profundas

- 2.2.1 Pilotes
- 2.2.2 Pantallas
- 2.2.3 Pantallas isostáticas
- 2.2.4 Pantallas Hiperestáticas

### Capítulo 3: Desarrollo de cimentaciones y alternativas

- 3.1 Amortiguadores sísmicos
- 3.2 Amortiguadores viscosos
- 3.3 Aisladores elastómeros

Capítulo 4.- Aplicaciones prácticas del sistema electromagnético.

4.1 Analogías

Capítulo 5: Desarrollo conceptual de nuevo sistema antisísmico

5.1 Propuesta

5.1.1 Análisis

5.1.2 Diseño

Capítulo 6 Desarrollo de una propuesta arquitectónica.

6.1 Justificación del proyecto

6.2 Anteproyecto.

VII: Conclusiones

VIII: Bibliografía

## **I.- Reflexión**

El tema en que se enfocó este trabajo es algo novedoso, extraño en su naturaleza, y muy complicado al entendimiento, tanto que genera duda, inseguridad y rechazo.

Pero pensemos un poco, las grandes ideas empiezan así, los grandes inventos han surgido de ideas así, locas, irracionales y descabelladas para su tiempo.

Si este proyecto se continúa desarrollando y perfeccionando, podría llegar a ser una gran revolución no solo en la arquitectura e ingeniería sino en la ciencia y tecnología.

Así que les pido abran un poco su mente, sean un poco más comprensivos, ya que la locura de alguien, puede ser la gran idea del mañana.

## **II.- Introducción**

Con esta investigación se tengan las bases necesarias, definiciones y conceptos necesarios para poder diseñar, calcular y evaluar un nuevo sistema de cimentación, y sistema antisísmico, recabando información desde los tipos de métodos antisísmicos, reglamentos de seguridad, cálculos y diseños, hasta conceptos y aplicaciones del electromagnetismo en estructuras y vehículos súper sónicos, hasta llegar a la combinación de ambos conceptos.

El alcance pretende ser medio a masivo, ya que si esto resulta ser viable en su construcción y capacidades, no solo beneficiara a la facultad, sino se presentara al mundo un nuevo sistemas el cual pueda ser desarrollado en cualquier parte del mundo y garantice una seguridad sísmica y de cimentación mayor que las de otros sistemas sísmicos o tipos de cimentación.

## **III. Objetivo**

Se pretende hacer con esta investigación, es proponer y sentar las base de un nuevo sistema antisísmico para posiblemente, dar una respuesta más eficiente y segura a los movimientos tectónicos de nuestro planeta , y tal vez el rediseño de algunas formas de cimentación y de la re- estructuración de ciertas áreas de ciencias exactas como ingeniería civil y arquitectura.

- a) **Objetivo General.** Al concluir este estudio se pretender tener las bases tanto teóricas como prácticas a escala de un nuevo sistema de cimentación, el cual pueda ser utilizado como un nuevo sistema antisísmico.
  
- b) **Objetivos Específicos (opcional).** Estudiar y conocer los diferentes tipos de sistemas antisísmicos, normas y reglamentos de construcción, elementos y principios de electromagnetismo, el uso del electromagnetismo en vehículos súper-sónicos, la combinación he integración de estos dos elementos, el diseño del prototipo de cimentación, detalles técnicos y estructurales, cálculos de este sistema. Si esta investigación aporta resultados satisfactorios se plantea la posibilidad de que este sistema se vuelva realidad, y esto resultaría en edificaciones más seguras y prácticamente antisísmicas, en cualquier parte del mundo.

#### **IV. Justificación**

La aportación que se pretende dar con esta investigación, es un nuevo sistema de cimentación y un posible sistema antisísmico, el cual pueda ayudar en el diseño y construcción de edificaciones más seguras y sísmicamente resistentes, en cualquier parte del mundo. Además con la información recabada, y la nueva propuesta, se idealiza que una área de las facultades como ingeniería civil o arquitectura cambien o creen un nuevo departamento o materia enfocado a este nuevo sistema, este sistema revolucionara y remplazara algunos conocimientos y conceptos anteriormente aceptados, y se tendrán que calcular y encontrar nuevas conceptos para este sistema

#### **V. Alcance**

Este proyecto, podrá ser la base para futuras investigaciones y posibles desarrollos de una nueva tecnología anti-sísmica

#### **VI. Hipótesis**

Proponer un nuevo sistema o estructura antisísmica, basada en el electromagnetismo, que pueda anular en gran medida o totalmente los movimientos sísmicos, sean oscilatorios o trepidatorio, llegar a proponer un proyecto en el cual se puebla aplicar aunque sea teóricamente el diseño y concepto.

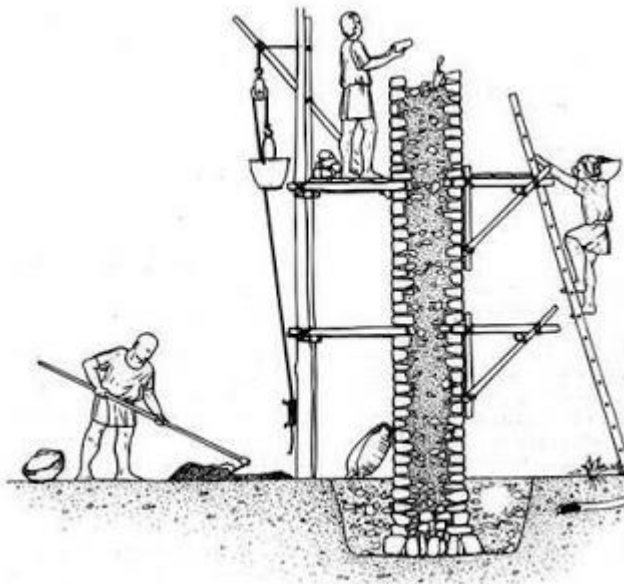
# Capítulo 1. Marco Histórico

## Conceptual



Imágenes tomadas <http://www.elmostrador.cl/>

En este capítulo haremos un recorrido y veremos la historia de la cimentación, desde la época antigua hasta los tiempos recientes, pasando por diferentes diseños, formas y materiales de estas.



*“Somos arquitectos de  
nuestro propio destino “*

*Albert Einstein.....*

## **Historia.**

La palabra cimentación procede del latín caementum.

“Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los pilares o muros que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados.” (lexicoon.org/es/cimiento)

La cimentación es importante porque es el grupo de elementos que soportan a la superestructura. Hay que prestar especial atención ya que la estabilidad de la construcción depende en gran medida del tipo de terreno.

Desde que el hombre dejó de ser nómada y se volvió sedentario es ahí cuando se cree que sus primeros refugios o viviendas rudimentarios tuvieron algún criterio de estructura o cimentación, inconscientemente, ¿porque hasta que se volvió sedentario y no cuando era nómada, si en ese periodo también el hombre llevo a crear pequeños refugios temporales?

Por qué si bien cuando era nómada por su estilo de vida sus cosas eran muy sencillas aun más de cuando fue sedentario, sus refugios eran muy superficiales , literalmente solo se apoyaban en la superficie sin ningún tipo de cimiento o apoyo , además de que la mayoría de sus refugios eran cuevas donde claramente ellos no modificaban nada significativo.

Posteriormente con el tiempo y la experimentación el hombre avanza y su razonamiento en la mayoría de las áreas, así igual en la construcción y la arquitectura,

Los primeros cimientos como tal fueron las piedras o rocas, pequeños cúmulos de ellas que se enterraban en la tierra o hacían una superficie homogénea con estas para poder tener un punto o superficie de apoyo de ahí la madera, al ser un elemento con una forma más uniforme, se utilizaban enterrando dichos elementos de ahí surgieron algunos de los primeros tipos de cimentación conocidos en la actualidad, los pilotes, pilas etc . Con la piedra se experimentó más al punto de no solo compactarla con tierra sino mezclando con otras sustancias y aglomerantes como el mortero, al ver que con ese aglomerante o

pegamento, se quedaban unidas unas a otras comenzaron a formar diversas formas unas más resistentes, estructurales que otras, y fue así como podemos intuir que se creó la cimentación mampuesta.

De ahí los bancos de materiales han sido empleados, desde la antigüedad hasta nuestros días, debido a que el hombre ha tenido que echar mano de materiales de mejor calidad para garantizar la perdurabilidad de sus obras.

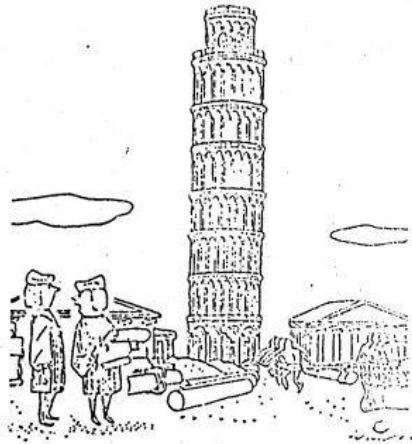
Muchas veces por motivos religiosos. Conviene hacer un breve recorrido por la historia para ver en qué grado ha influido el conocimiento de los diferentes materiales en la construcción, de diferentes obras.

En la época antigua las civilizaciones primitivas usaron el suelo en la constitución de cimientos a base de montículos de tierra , estructuradas para ceremonias religiosas, construcción de moradas , canales y diques para transporte de agua , también en la llanuras de mesopotamia vemos la construcción de ladrillos que alcanzó su punto culminante en los lugares de culto conocido como zigurat .

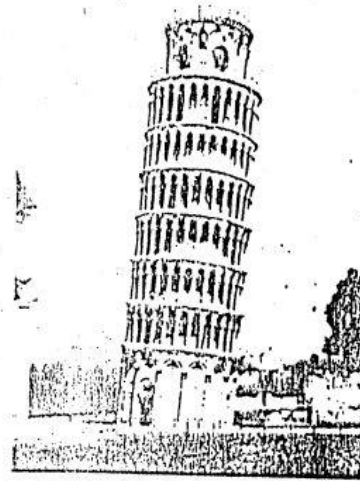
Estas enormes torres escalonadas hacían frente a los efectos de fraguado y de asentamientos (no usaban cimentación) mediante la intercalación de cubiertas de caña y bambú entre hiladas de ladrillo con el fin de aligerar el peso enviado al suelo de apoyo.

Los métodos constructivos de los egipcios eran muy notables, usaban desde bloques de roca pequeños hasta los más grandes para la erección de grandes pirámides en el labrado de la roca usaban cincel, mazo, niveles etc.

Los romanos se les reconocen como grandes estudiosos de las diferentes clases de suelos y rocas tal como lo registra el Ing. Marco Vitrubio Pollino " ni el mismo tipo de suelo ni las mismas rocas se encuentran en todos los lugares y regiones" (Marco Vitrubio Pollino)



"¡Sí, he escatimado un poco en la cimentación pero eso no se sabrá nunca!"

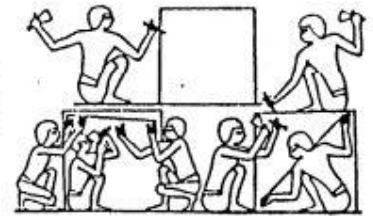


Desde 1174 en que fue construida la torre de Pisa, su lado sur se ha hundido 3 m mientras que el norte sólo 1.15 m. Curicatura mostrada en la reunión sobre asentamientos convocada por la ASCE en 1964. Torre de Pisa en su condición actual.

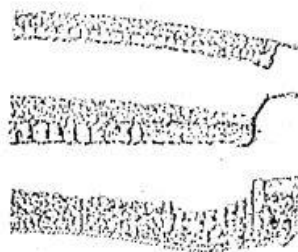


Reconstrucción de un ziggurat (lugar de culto) en Ur, alrededor del año 2,000 a. C.

El labrado de la piedra. De una tumba en Tebas, Egipto. Alrededor del año 1450 antes de Cristo.



Tumba de Teodorico. Segundo cuarto del siglo VI.



Secciones de murería mostradas los métodos de A. Trésaguet, 1764; B. Telford, 1824 y C. McAdian, hacia 1820.



Transporte de una estatua por medio de un carrito fuerte y muy bajo (narría). De una tumba en Saqqara, Egipto. Hacia 2,400 a. C.

Imágenes tomadas, <http://tesis.uson.mx/>

Para la construcción de cimentaciones Vitrubio recomienda " hágase que las cimentaciones de esos trabajos se hagan escaladas, desde un lugar solido hasta una base firme que esta puede ser encontrar. Pero si una base de cimentación solida no puede ser encontrada y el sitio está compuesto de tierra suelta hacia abajo, o pantanosa, entonces tendrá que ser escalado, reconstruido o salvado con pilotes de aliso o de roble carbonizado, procediéndose a hincar los pilotes tan cerca como sea posible, los intervalos entre ellos serán rellenados con carbón.

Los muros de retención las recomendaciones dadas por Vitrubio no son muy diferentes a las actuales seguidas por los ingenieros , "deben tenerse mucho cuidado en las sub-estructura, debido a que un dalo inmenso será ocasionado por la tierra apilada contra ellos, por ello no puede permanecer en el mismo peso que visualmente tiene en verano , expandiéndose en el invierno al absorber el agua de las lluvias; consecuentemente por su peso y expansión revienta y empuja hacia el exterior a los muros de retención " (Marco Vitrubio Pollino ).

En la edad media, se colapsa el imperio romano y fue en esta época principalmente donde decreció la ingeniería, las fortificaciones y edificios religiosos, fueron las únicas estructuras de ingeniera construidas.

En esta época se tomó poca importancia al estudio del suelo y rocas, aun cuando se hicieron grandes estructuras religiosas (campanarios, catedrales), estos enviaban fuertes cargas al suelo de apoyo. En el caso de los campanarios apoyados en áreas pequeñas, se registraban importantes asentamientos algunos de 1.50 mts.

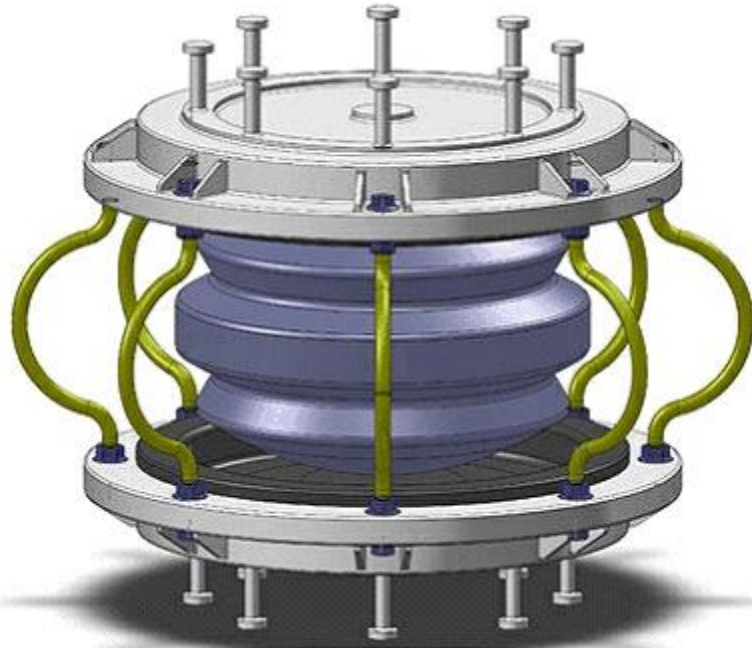
La mayor aportación de este periodo proviene de las ideas por Robert Hooke, Leonardo da vinci e Isaac newton que formaron la base del avance científico posterior, ya que se pudo justificar el empleo de bases de apoyo, nuevos materiales de construcción (acero y concreto) y sistemas de estructuración complejos.

De este breve análisis histórico concluimos que la selección de los diferentes tipos de materiales para la construcción dependía de una correcta localización de bancos de material, con la suficiente calidad y abundancia para lograr obras masivas y perdurables

## La arquitectura y la cimentación

Como vimos en el tema anterior la cimentación ha estado desde hace ya bastante tiempo, es la parte principal de cualquier estructura sea cual sea el uso de esta la cimentación podríamos decir que es lo primordial tanto como el terreno o suelo en donde esta estará. Desde enterrar palos y madera de las primeras cosas creadas por los primeros ancestros del hombre, pasando por las primeras cimentaciones de piedra mampuesta, pilotes o pilotajes más básicos hechos de troncos de madera, llegando al uso del concreto armado en el siglo pasado, hasta la más alta tecnología antisísmica combinada con cimentaciones mixtas de concreto armado.

A lo largo del tiempo se han desarrollado e innovado muchos de estos sistemas con forme la



arquitectura lo ha necesitado, pero en esencia la cimentación sigue con el mismo principio, el de transmitir las cargas de la estructura al suelo, pero muy poco a casi nada se ha innovado en cuanto al principio de la cimentación: En la actualidad hay sistemas más complejos y combinados que no solo es transmitir la carga al suelo sino el de disipar algún movimiento tectónico o el de aislar la estructura y no transmitirle ningún tipo de movimiento ajeno.



Es así como la cimentación se combina con elementos que están con ella o en parte de la estructura como los amortiguadores, aisladores, disipadores o grandes masas en la punta como péndulos. Estas combinaciones surgieron por el avance de la arquitectura la

necesidad de esta en tener sistemas de cimentación mejores, ya que ahora se busca hacer la estructura lo más alta, lo más grande lo más avanzada posible. Con base a eso y la modernidad de materiales y técnicas ¿por qué no proponer un nuevo sistema de cimentación que no solo cumpla su propósito primordial? Sino que este sistema pudiera ser el definitivo el inicio de una nueva tecnología y era para la construcción la arquitectura y la ingeniería. Combinando las mejores ideas conceptos tanto antiguos como modernos, combinándolas con la nueva tecnología para crear el concepto de la cimentación del mañana.

## Capítulo 2: Principio mecánicos de la cimentación.

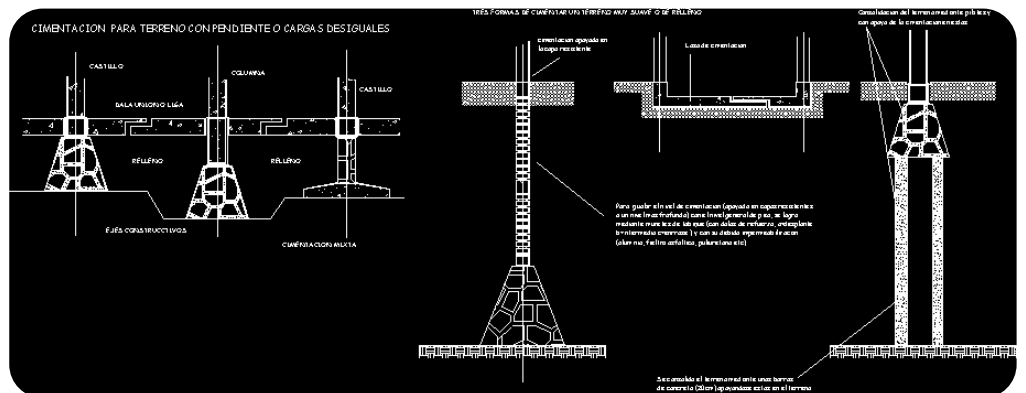
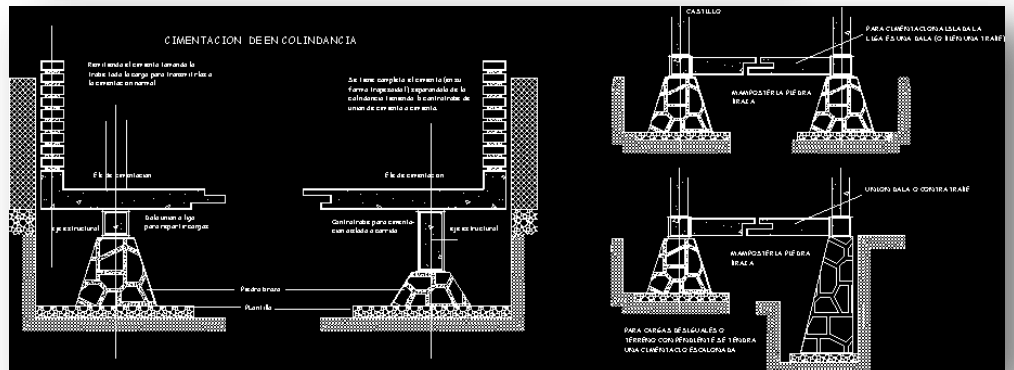
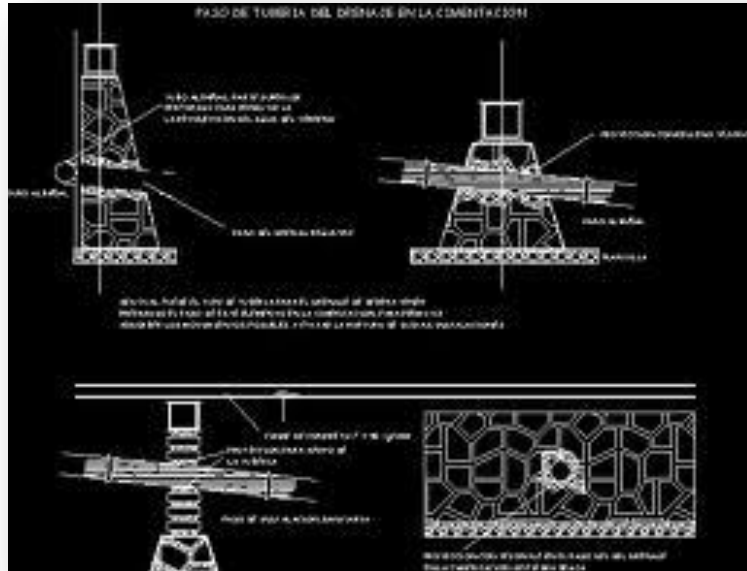
**“ Nada es verdad.  
Todo está permitido.**

**Decir que nada es verdad supone darse cuenta de que los cimientos de la sociedad son frágiles, y que debemos ser los pastores de nuestra propia civilización.**

**Decir que todo está permitido es comprender que somos los arquitectos de nuestros actos y que debemos vivir con las consecuencias. Ya sean gloriosas o trágicas.”**

Ezio auditore ....“

Se vera los principios mecánicos de algunos tipos de cimentación características funcionamiento etc.



## **Introducción**

Toda construcción fija tiene una cimentación determinada que está calculada según el terreno, la altura de la edificación y el peso de la misma. Las estructuras internas de las cimentaciones se realizan con hierros acerados de distintos diámetros donde se confecciona una parrilla que oficia de base tejida de donde parten las columnas y los encadenados que soportarán el peso de las paredes y muros.

A estos armados se les agrega el hormigón compuesto por cemento, arena y piedra partida y en algunos casos materiales químicos que rechazan la humedad.

Hay diferentes tipos de suelos, diferentes tipos de estructuras, diferentes formas de construir por igual diferentes tipos de cimentación, cada una con sus respectivas características, usos y materiales, unas más complejas otras más sencillas.

Pero todas siguen cumpliendo su función principal transmitir la carga recibida en ellas por parte de la estructura al suelo y así que esta siga en pie. En breve conoceremos los tipos más usados, su decisión, su mecánica, usos y materiales.

## **Directas**

### Definiciones y tipologías

Una cimentación directa es aquella que reparte las cargas de la estructura en un plano de apoyo horizontal. Las cimentaciones directas se emplearán para transmitir al terreno las cargas de uno o varios pilares de la estructura, de los muros de carga o de contención de tierras en los sótanos, de los forjados o de toda la estructura.

Cuando las condiciones lo permitan se emplearán cimentaciones directas, que habitualmente, pero no siempre, se construyen a poca profundidad bajo la superficie, por lo que también son llamadas cimentaciones superficiales.

Los tipos principales de cimentaciones directas y su utilización más usual

Zapatas aisladas

Zapatas corridas

Zapatas combinadas

Losas de cimentación

Cimentaciones Semi-profundas

Muro de contención

Micro pilotes

## **Zapatas**

### Zapatas aisladas

Las zapatas aisladas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son los pilares o columnas, transmiten las cargas al suelo, suelen usarse en suelos resistentes o con un grado alto de resistencia.

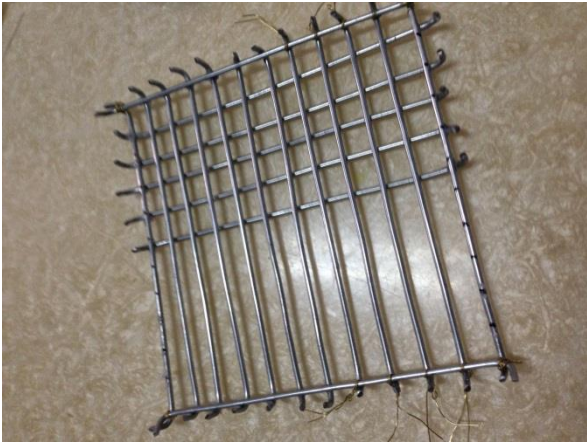
Un elemento externo que forma el conjunto de cimentación junto con la zapata es su plantilla de concreto que esta le da uniformidad y un poco más de resistencia el terreno donde se colocara la zapata, usualmente esta plantilla es colada con concreto de resistencias inferiores como 50 a 100 kg/cm<sup>2</sup>.

La zapata se compone por una parrilla formada por varilla de acero de diferentes calibres, dependiendo la dureza y la carga esta cambiara sus dimensiones y calibre de la varilla

Posteriormente sobre la parrilla se monta o ancla el dado estructural que va amarrado a la parrilla con ganchos, y esta sirve para distribuir la carga sobre la tierra. Este al igual que la parrilla es armado con varillas de acero, dependiendo de las cargas y resistencia del suelo y el tamaño de la columna el dado varia sus dimensiones y dimensiones de sus estribos (refuerzos horizontales).

Tanto la parrilla como el dado van colados con concreto de resistencia 150 a 200 kg/cm<sup>2</sup>

Este tipo de cimentación es una de las más utilizadas tanto como la de mampostería, es uso de esta es amplio ya que por su armado y colado tiene una gran resistencias, se puede implementar para diferentes estructuras desde uno hasta 2 o 3 niveles sin problemas, estructuras más grandes o más altas requieren un mayor cálculo de estas reforzamiento en el armado y dimensiones he incluso el uso de zapatas corridas o combinadas.



Armado de la parrilla de una zapata con varilla de acero

Imágenes tomadas <http://www.merle.es/2-Zapata-aislada.html>



Armado de la zapata, (dado amarrado a la parrilla sobre plantilla de concreto pobre)



Armado de zapata aislada dado anclado a la parrilla sobre la capa plantilla de concreto pobre, en esta imagen el dado también está amarrado al armado de una columna

Foto del autor

Cimentación electromagnética- nuevo sistema antisísmico – Huerta Ortiz Jesús

## Zapatas corridas

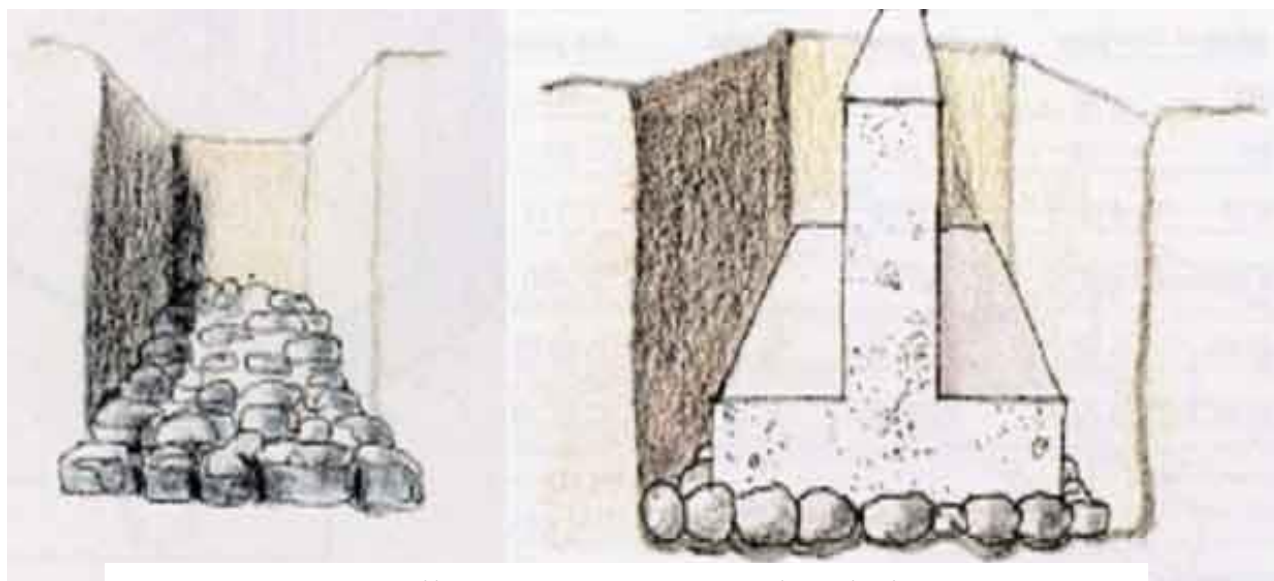
Estos cimientos constituyen un apoyo continuo bajo los muros a la vez que forman una retícula rígida en la base de la casa que le da solidez y le permite a todos los muros formar una sola unidad. Las zapatas están formadas por dos elementos: zapata y trabe de repartición.

La longitud de estas es mayor a comparación de la aislada, se emplean en casi las mismas condiciones que en las aisladas, se pueden combinar ambos tipos.

La cadena o trabe de repartición tiene como función ligar o unir los muros en su base formando una retícula. Lo más conveniente será que esta retícula esté formada por rectángulos cerrados.

“Para asegurarse de que durante el colado de la zapata no se contamine el concreto o el suelo absorba el agua de la mezcla, es conveniente construir una plantilla en la parte inferior.” (el constructor civil)

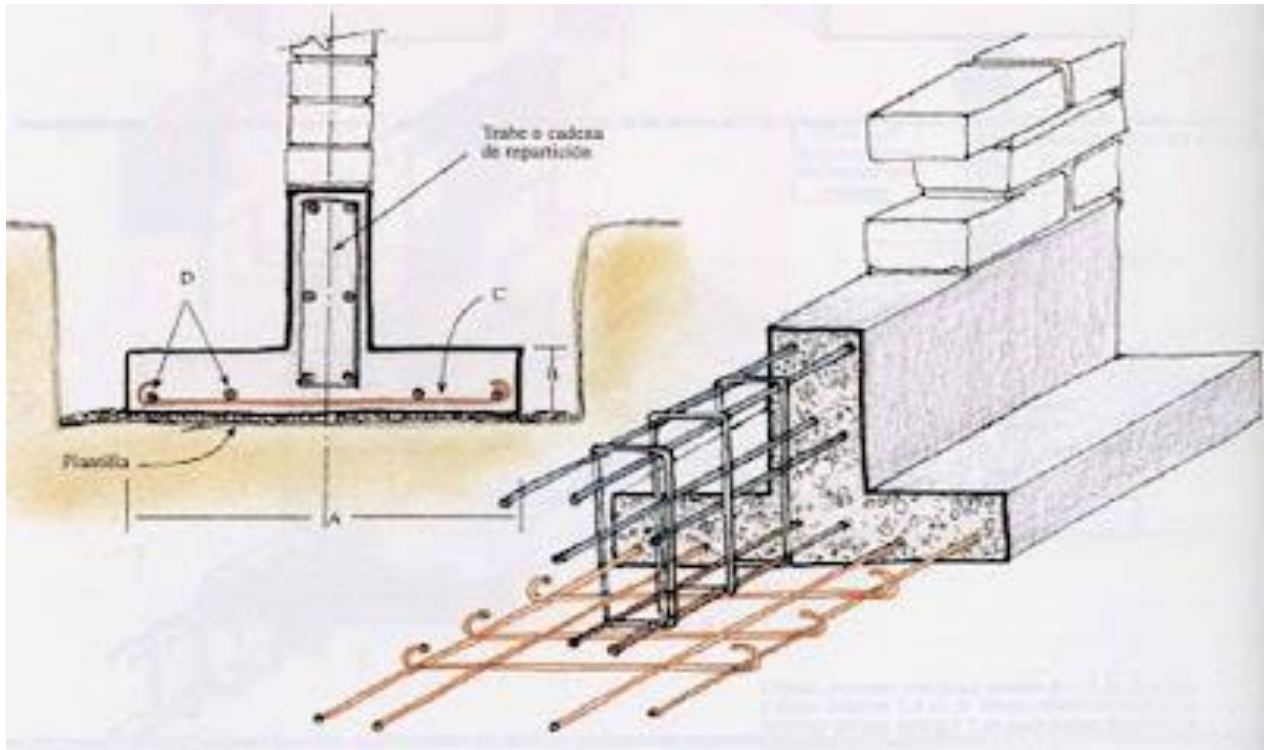
La plantilla puede construirse con una mezcla de concreto muy pobre o bien con pedacería de piedras o tabiques api sonados. Este tipo de zapatas son para estructuras más complejas o con un mayor grado de carga.



Imágenes tomadas <http://www.elconstructorcivil.com/2012/05/zapatas-corridas->

Plantilla de concreto pobre o pedacería para evitar la absorción del agua de la mezcla por el suelo y dar uniformidad al terreno.

Armado de la zapata con la respectiva trabe, el armado de la trabe se ancla en su parte inferior a la parrilla o en este caso alarmado de la zapata.



Imágenes tomadas <http://www.elconstructorcivil.com/2012/05/zapatas-corridas->

Colado de zapata corrida, sobre esta desplante una cadena, y 3 columnas previamente ancladas al armado de la zapata y trabe.

## Zapatas combinadas

Foto autor: Eduardo dolores

La combinación de una zapata aislada y corrida, en si se puede decir que sigue siendo una zapata corrida. Además una zapata combinada se caracteriza por soportar más de un elemento sobre una misma base, además de tener un espesor mucho mayor que el de una zapata aislada o corrida.

“Como una alternativa se puede ligar los elementos a soportar por medio de una contra trabe, con lo que esto se reduce el espesor de la zapata. Esta opción podría utilizar menor volumen de concreto” (Catarina udlap).



Este tipo de cimentación podríamos decir que se usan en estructuras similares en donde se usan las zapatas corridas, estructuras de grandes dimensiones y cargas, resistencias de suelo bajas o terreno no tan uniforme.

Por ser la combinación de ambos tipos de zapatas se necesita un cálculo más especificado y enfocado para cada parte de esta al igual que el armado y reforzado, ya que la estructura requerirá más soporte en ciertas zonas que en otras no se puede manejar una total uniformidad en el armado de esta.

El de refuerzo utilizado y armado son con varillas de hacer dependiendo las cargas y el cálculo se definirá el calibre de estas, el concreto utilizado para el colado es de una resistencia de 200kg/cm<sup>2</sup>, 250kg/cm<sup>2</sup> o 300kg/cm<sup>2</sup> nuevamente según las características del proyecto y calculo lo especifiquen.

Diseño por computadora de una cimentación de zapatas combinadas, se aprecian 2 zapatas colindantes, una doble y una central formando con la contra trabe que está formando un marco cuadrado.

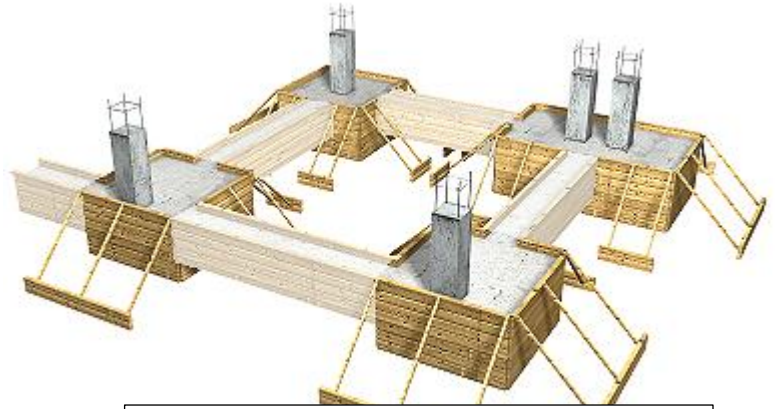


Imagen tomada <http://proyectocasa.info/>



Foto tomada <http://proyectocasa.info/>

Armado de una zapata corrida con 2 armados de dados y columnas.

Se observa el armado del dado y la columna y con el de la contra trabe que forma el marco que descansa sobre la zapata corrida.



Foto del autor

### Losas de cimentación

Una losa de cimentación es un a zapata combinada que cubre toda el área que queda debajo de una estructura y que soporta todos los muros y columnas.

Cuando las cargas del edificio son tan pesadas o bien la capacidad de carga admisible en el suelo es tan pequeña que las zapatas aisladas van a cubrir más de la mitad del edificio, es probable que una losa de cimentación resulte más económica que las zapatas. Estas losas también se usan para reducir el asentamiento de las estructuras situadas sobre depósitos muy compresibles como las arcillas. En estas condiciones la profundidad a la que se desplanta la losa se hace a veces tan grande, que el peso de la estructura más el de la losa está completamente compensado por el peso de la masa de suelo excavado.

Comúnmente las losas de cimentación se proyectan como losas planas de concreto y sin nervaduras, las cargas que actúan hacia abajo son las debidas a las columnas y muros. Si no hay una distribución uniforme de las cargas de las columnas o bien el suelo es tal que pueden producirse grandes asentamientos diferenciales, las losas deben reforzarse para evitar deformaciones excesivas. La forma de refuerzo es simplemente utilizando muros divisorios como nervaduras de vigas T conectadas a la cimentación, o bien usando marcos rígidos o haciendo celdas con trabes y contra trabes, es entonces cuando se forman los llamados cajones de cimentación

El diseño de la losa puede ser continuo, con un mismo espesor, de sección constante; o también, una losa más delgada con refuerzos en los apoyos de los pilares de zapata invertida.

Pueden ser también vigas longitudinales y transversales que enlazan los apoyos portantes que soportan una losa más delgada.

Las losas de cimentación deben tener un canto mínimo de 30 cm. sobre base de hormigón pobre o de limpieza. Aunque habitualmente las losas tienen unos cantos que van desde 50 a 120 cm, según el tipo de edificio que soportan.



Fotos tomadas de  
[http://www.construmatica.com/construpedia/Cimentaciones\\_por\\_Losa](http://www.construmatica.com/construpedia/Cimentaciones_por_Losa)



Cimentación electromagnética- nuevo sistema antisísmico – Huerta Ortiz Jesús

## **Cimentaciones Semi-profundas**

Estos tipos de cimentación están entre las directas y profundas y usualmente son 2, aunque ya en la actualidad una de ellas ya es poco usada.

## **Pozos de cimentación o caissons**

Los pozos de cimentación se plantean como solución entre las cimentaciones superficiales, (zapatas, losas, etc.) y las cimentaciones profundas, por lo que en ocasiones se catalogan como semi-profundas. La elección de pozos de cimentación aparece como para resolver de forma económica, la cimentación de un edificio cuando el firme se encuentra a una profundidad de 4 a 6 mts. Algunas veces estos deben hacerse bajo agua, cuando no puede desviarse el río, en ese caso se trabaja en cámaras presurizadas.

“Como soluciones constructivas para la ejecución de pozos de cimentación se puede indicar que los pozos rectangulares o circulares están condicionados por los medios manuales de excavación, pudiendo alcanzar profundidades de 30 mts con medios mecánicos. Se puede observar cierta analogía, con los pilotes de gran diámetro.” (Cimentaciones-y-fundaciones.pdf)

Las formas geométricas adoptadas, según la capacidad portante del terreno y su situación respecto a la edificación pueden ser:

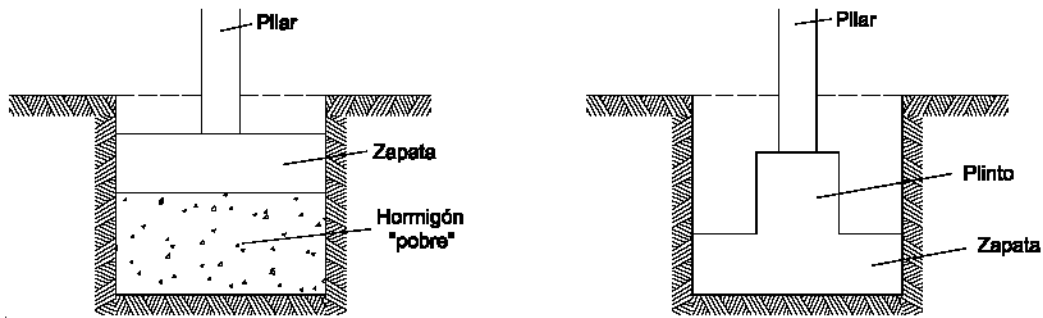
- Pozos circulares: suelen variar desde los 0.60 m (dimensión mínima para permitir el acceso de un operario) hasta los 2 m de diámetro.

- Según las solicitudes, los pozos se pueden ejecutar de hormigón armado, o de hormigón en masa.

- De forma análoga a las zapatas, se deben disponer vigas de atado entre los pozos, siendo criterio del proyectista cómo y cuándo deben disponerse.

El proceso de construcción, cuando este se realiza en tierra, comienza con la construcción del cabezal, generalmente de concreto armado, provisto en su generatriz externa de una cuchilla vertical, una lámina de acero sólidamente anclada al cabezal. A seguir, ya colocado el cabezal en la posición en la que ha de hundirse en la tierra, se

construyen los primeros metros del cuerpo del Caisson. El cuerpo del Caisson es de unos 5 a 10 cm menor que el perímetro externo del cabezal, con la finalidad de reducir la fricción de la pared con el suelo.

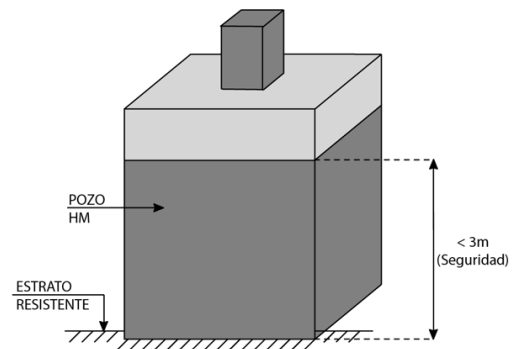


Imágenes tomadas <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/cimentaciones-y->



Imagen tomada

[http://www.artifexbalear.org/arc\\_inv.htm](http://www.artifexbalear.org/arc_inv.htm)



Otras cimentaciones semi-profundas son los **arcos de ladrillo**.

Por lo general se realizan sobre machones de hormigón o mampostería. En zonas donde la piedra es abundante suele aprovecharse esta como material de cimentación de mampostería.

Para grandes construcciones es necesario efectuar en un laboratorio de ensayo pruebas sobre la resistencia de la piedra de que se dispone. Tratándose de construcciones sencillas,

en la mayoría de casos resulta suficiente efectuar la prueba golpeando simplemente la piedra con una maceta y observando el ruido que se produce. Si este es hueco y sordo, la piedra es blanda, mientras que si es aguda y metálico, la piedra es dura.

Andrea Palladio también lo recoge en el capítulo "sobre los cimientos":

"...Para reducir el gasto se hacen a veces (especialmente en terrenos pantanosos en que se tengan que poner columnas) los cimientos no continuados, sino con arcos, y se construye sobre ellos. .. "

(Andrea Palladio. Los cuatro libros de arquitectura. Cap VII, Libro I.)

“ Los arcos invertidos se utilizaban para unir pilares aislados y formar un cimiento homogéneo sostenido por superficies cóncavas interconectadas. De este modo las presiones se reparten equitativamente.”

( Img: Vocabulario de términos de Arte. J.Adeline. 1887)

“Los arcos invertidos deben ser levantados ( o "descendidos") con mucho cuidado, pues de no equilibrar adecuadamente los empujes, pueden provocar deslizamientos laterales.”

( Img: [www.stone.poplarheightsfarm.org/footings.htm](http://www.stone.poplarheightsfarm.org/footings.htm))

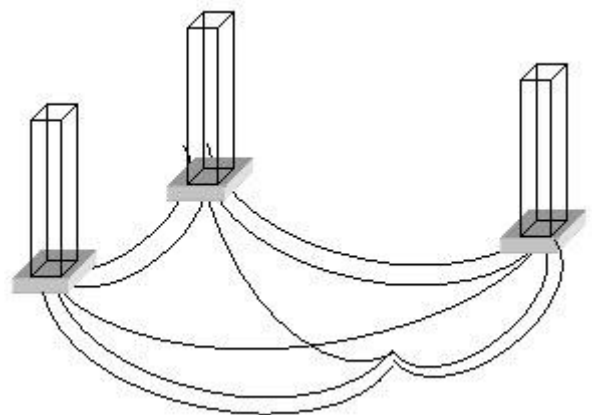
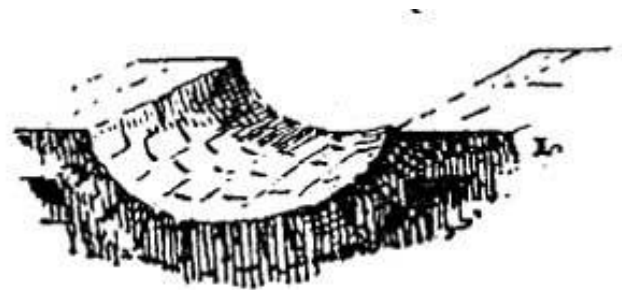
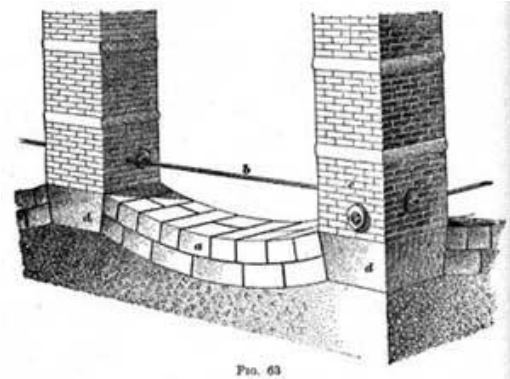
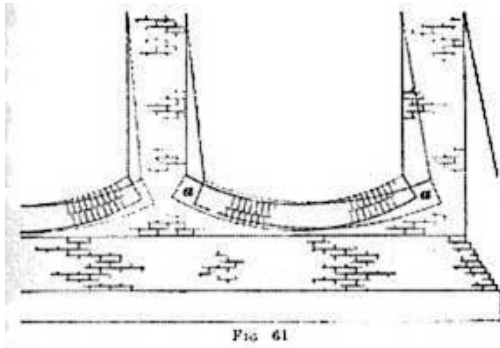


Imagen tomada  
[http://www.artifexbalear.org/arc\\_inv.htm](http://www.artifexbalear.org/arc_inv.htm)



[http://www.artifexbalear.org/arc\\_inv.htm](http://www.artifexbalear.org/arc_inv.htm)

Para evitar esto, se puede estabilizar el conjunto conectando los pilares con tirantes y áncoras.



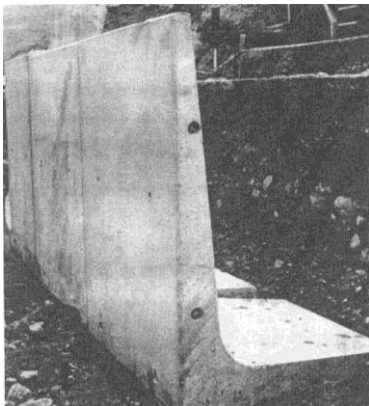
(Img: [www.stone.poplarheightsfarm.org/footings.htm](http://www.stone.poplarheightsfarm.org/footings.htm))

[http://www.artifexbalear.org/arc\\_inv.htm](http://www.artifexbalear.org/arc_inv.htm)

### Muros de contención.

Se realizan cuando no se considera necesario anclar el muro al terreno, para el sostén de la edificación, debiendo tenerse en cuenta para la ejecución de los elementos de contención, las cargas que les puedan afectar.

Los muros de contención tienen como finalidad resistir las presiones laterales ó empuje producido por el material retenido detrás de ellos, su estabilidad la deben fundamentalmente al peso propio y al peso del material que está sobre su fundación. Los muros de contención se comportan básicamente como voladizos empotrados en su base.



imágenes tomadas

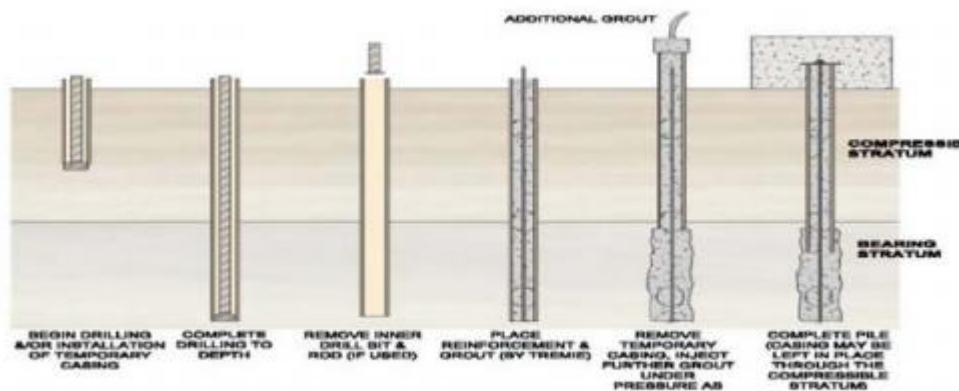
: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/muros-contencion-cimentaciones-superficiales/muros-contencion->

Cimentación electromagnética- nuevo sistema antisísmico – Huerta Ortiz Jesús

## Micro pilotes.

Son una variante basada en la misma idea del pilotaje, que frecuentemente constituyen una cimentación semi-profunda.

El “micropilote” se empezó a utilizar en Italia (entre 1950-52) y en muchos otros países por la empresa FONDEDILE. Este término es utilizado casi universalmente pero entendido como refiriéndose a pilotes ejecutados con técnicas diferentes.



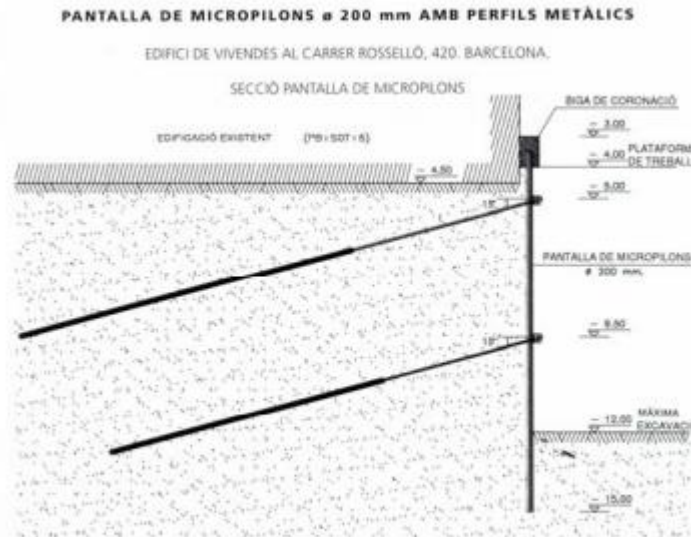
Cap.13-Imagen 1 Cortesía C. Arenas

La primera referencia que se encontró fue en el libro de Sansón (1993). En el se describe los “pali radice” (Cortesía C. Arenas Cap.13 ) como pilotes de pequeño diámetro, ejecutados con perforación a rotación y una tubería de entubación de unos 100 mm de diámetro; después se coloca una armadura central (de una o más barras) y se hormigota manteniendo la presión del mortero en cabeza con aire comprimido, mientras se extrae la tubería de entubación. Se utiliza una mezcla con una dosificación “elevada” de cemento y aditivos.

Los micropilotes se usan cada vez más. Hay cuatro grandes áreas de utilización:

- Como cimentación y/o recalce de estructuras, trabajando básicamente a compresión.
- Constituyendo cortinas o muros discontinuos para contención de terrenos o excavaciones profundas.

- Trabajando a flexión, tracción o flexotracción en la corrección de corrimientos o deslizamientos.
- En “paraguas” de presostenimiento de túneles tanto en las bocas (es ya una práctica común en la mayoría de los túneles) como para el paso de terrenos muy difíciles o para la recuperación de tramos con hundimientos.



**Cap.13-Imagen 1 Pantalla de micropilotes (C. Arenas)**

## Profundas

Se basan en el esfuerzo cortante entre el terreno y la cimentación para soportar las cargas aplicadas, o más exactamente en la fricción vertical entre la cimentación y el terreno. Por eso deben ser más profundas, para poder proveer sobre una gran área sobre la que distribuir un esfuerzo suficientemente grande para soportar la carga.

Este tipo de cimentación se utiliza cuando se tienen circunstancias especiales.

-Una construcción determinada extensa en el área de austerar



-Una obra con una carga demasiada grande no pudiendo utilizar ningún sistema de cimentación especial.

-Que terreno al ocupar no tenga resistencia o características necesarias para soportar construcciones muy extensas o pesadas.

-Cuando el terreno tiende a sufrir grandes variaciones estacionales: por hinchamientos y retracciones.

-Cuando los estratos próximos al cimiento pueden provocar asientos imprevisibles y a cierta profundidad, caso que ocurre en terrenos de relleno o de baja calidad.

-En edificios sobre el agua.

-Para resistir cargas inclinadas, como aquellos pilotes que se colocan en los muelles para resistir el impacto de los cascos de barcos durante el atraque.(tablestacado)

-Para el recalce de cimientos existentes.

## **Pilotes**

Los pilotes son miembros estructurales con un área de sección transversal pequeña en comparación con su longitud. Se meten en el suelo a base de golpes generados por maquinaria especializada, en grupos o en filas, conteniendo cada uno el suficiente número de pilotes para soportar la carga de una sola columna o muro. Son elementos de cimentación esbeltos que se hincan (pilotes de desplazamiento prefabricados) o construyen en una cavidad previamente abierta en el terreno (pilotes de extracción ejecutados in situ). Antiguamente eran de madera, hasta que en los años 1940 comenzó a emplearse el hormigón.

### **Función de los pilotes**

Cuando el suelo situado al nivel en que se desplantaría normalmente una zapata o una losa de cimentación, es demasiado débil o compresible para proporcionar un soporte adecuado, las cargas se transmiten al material más adecuado a profundidad por medio de pilotes o pilas. La diferencia entre estos elementos es algo arbitraria. Evidentemente los pilotes se

utilizan cuando las condiciones del suelo no son adecuadas para el empleo de zapatas o losas de cimentación o cuando la construcción de estas en los lugares son inadecuadas, antieconómicas o bien no viables. Por consiguiente los pilotes van generalmente asociados con problemas difíciles de cimentación y con las condiciones peligrosas del suelo. Sin embargo, esto no significa que las cimentaciones sobre pilotes sean peligrosas.

El planteamiento de una cimentación con pilotes y frecuentemente la realización de ésta requiere obtener todos los datos que se puedan conseguirse de un modo razonable sobre las características del suelo sobre el que se va a cimentar, estudiar y comprobar las posibles soluciones para la cimentación.

#### Tipos de pilotes

Los pilotes se construyen en una gran variedad de materiales, longitud y forma de su sección, y que se adaptan a diversas necesidades de carga, colocación y economía. Entre algunos de los más comunes tenemos:

-Pilotes de madera: Son el tipo de pilote más antiguo, ya desde la época del Imperio Romano se utilizaban. Proporcionan una cimentación segura y económica con ciertas restricciones, su longitud está limitada por la altura de los árboles disponibles. No pueden resistir grandes esfuerzos debidos a un fuerte hincado ya que pueden romperse fácilmente, sobre todo cuando se penetran estratos muy resistentes.

-Pilotes de concreto: Son de los más usados en la actualidad, los hay de sección circular, cuadrada y octagonal y en tamaños de 8, 10 y 12 metros. Pueden dividirse en dos categorías: colados en el lugar -in situ- y precolados. Los colados en el lugar pueden ser con o sin ademe. Los precolados pueden ser también preesforzados con el fin de reducir las grietas que se forman por el manejo e hincado además de que proporciona resistencia a los esfuerzos de flexión. Todos los pilotes de concreto son reforzados con acero para evitar que sufran daños durante su transportación y colocación.

-Pilotes de acero: Los tubos de acero se utilizan mucho como pilotes y usualmente se llena de concreto después de hincados, y si el hincado es violento es posible utilizar perfiles I o H de acero. Estos pilotes están sujetos a corrosión, aunque el deterioro no es significativo aunque si se hincan bajo el mar, la acción de las sales puede ser importante.

La figura 3 representa pilotes prefabricados y la figura 4, dichas estructuras en vista espacial.

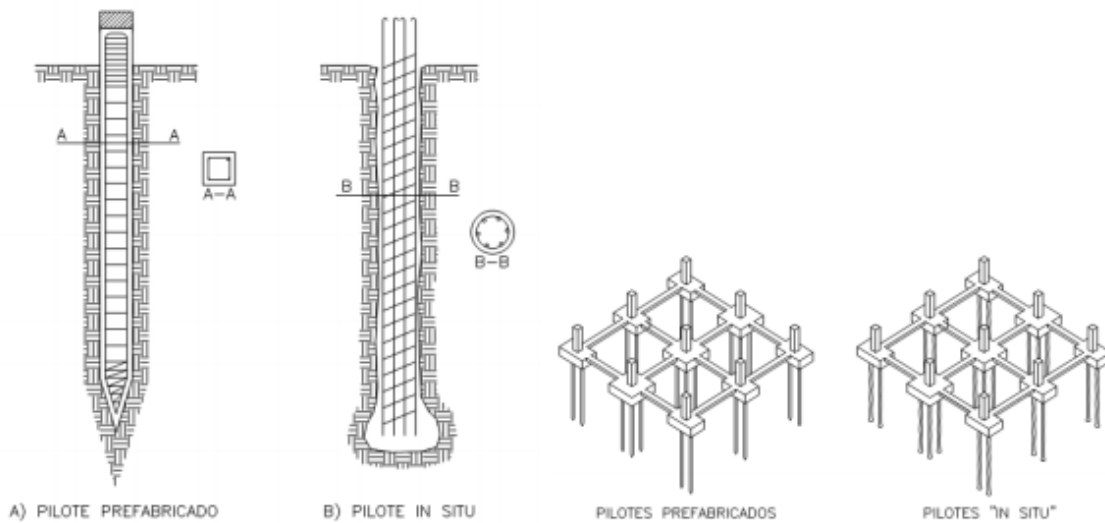


Figura 3: Pilotes prefabricados e in situ

Figura 4: Cimentaciones Profundas

Imagen tomada google /imágenes /pilotes



Cimentación electromagnética- nuevo sistema antisísmico – Huerta Ortiz Jesús

## **Pantallas:**

### **Pantallas isostáticas**

### **Pantallas hiperestáticas**

Son muros verticales profundos que soportan las presiones del terreno; por tanto, es necesario anclar el muro a dicho terreno.

Tipos de pantallas

Pantallas isostáticas: con una línea de anclajes

Pantallas hiperestáticas: dos o más líneas de anclajes.

Tanto las isostáticas he hiperestáticas son una combinación de al parecer muros de contención enormes, losas de cimentación e aquí algunos ejemplos en obra de estas.

*Pantallas hiperestáticas*



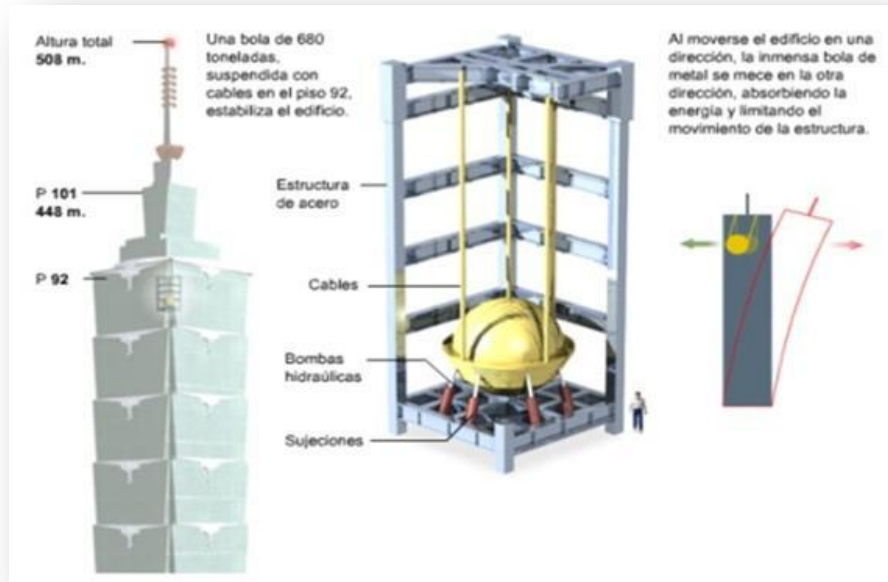
*Pantallas isostáticas*



Cimentación electromagnética- nuevo sistema antisísmico – Huerta Ortiz Jesús

### Capítulo 3: Desarrollo de cimentaciones y alternativas.1

En este capítulo se mostraran y expondrán técnicamente y mecánicamente algunos sistemas antisísmicos aplicados a grandes edificaciones y estructuras en el mundo



Cimentación electromagnética- nuevo sistema antisísmico – Huerta Ortiz Jesús

## **Introducción**

En este capítulo se presentaran algunos sistemas anti-movimientos telúricos, en si sistemas anti-sísmicos como también se tocara y de definirá ¿Qué es un disipador? Y ¿Qué es un aislar? , se definirán cómo funcionan, aspectos mecánicos se mostraran algunas características y cualidades, al igual edificaciones resaltantes en lugares poco adecuados para su edificación explicando brevemente como fueron pensados y resolvimos para poder ser construidos y posteriormente en el siguiente capítulo se intentara integrar todo lo que sea expuesto hasta ahora, se tratara de unificar en lo que en si trata esta investigación.

## **Definición**

Son elementos por separado o en conjunto que ayudan a la edificación a soportar o disipar los movimientos causados por sismos o terremotos, estos pueden ser de varios tipos, hidroneumáticos, disipadores, viscosos, contra pesos etc. Se combinan junto a sistemas de cimentación de acuerdo al tipo de suelo y sus características para un mejor funcionamiento del sistema.

Sistemas de Aislación y Disipación Sísmica, son sistemas presentes entre la subestructura y la superestructura de edificios, puentes y también en algunos casos, en la misma superestructura de edificios, que permiten mejorar la respuesta sísmica, aumentando los periodos y proporcionando amortiguamiento y absorción de energía adicional, reduciendo sus deformaciones.

Dentro de la protección sísmica podemos encontramos distintas variantes, por lo que no hay que confundir aislación sísmica con disipación sísmica.

La aislación sísmica consiste en desacoplar la estructura de la sub-estructura por lo que se utilizan los aisladores que se ubican estratégicamente en partes específicas de la estructura, los cuales, en un evento sísmico, proveen a la estructura la suficiente flexibilidad para diferenciar la mayor cantidad posible el periodo natural de la estructura con el periodo natural del sismo, evitando que se produzca resonancia, lo cual podría provocar daños severos o el colapso de la estructura.

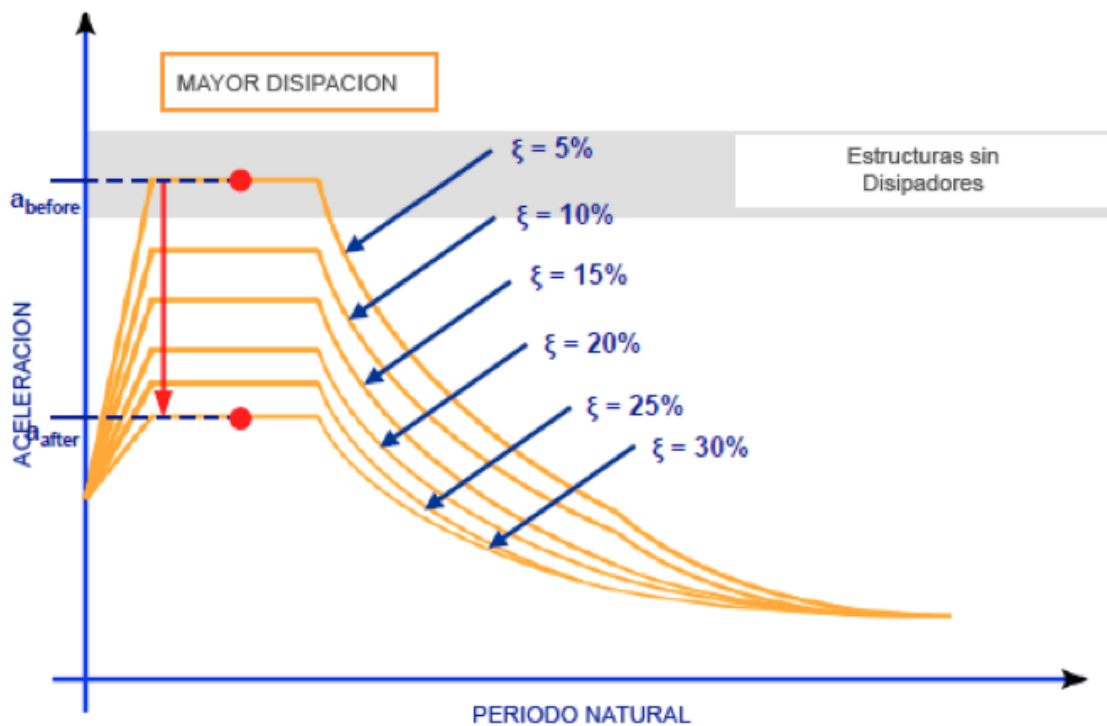
Por otra parte la disipación sísmica es una de las partes esenciales en la protección sísmica, los disipadores tienen como función, disipar las acumulaciones de energía asegurándose que otros elementos de la estructuras no sean sobre exigidos, lo que podría provocar daños severos a la estructura. Las complejas respuestas dinámicas de la estructuras requiere de dispositivos adicionales para controlar los desplazamientos horizontales.

Características que poseen los aisladores sísmicos:

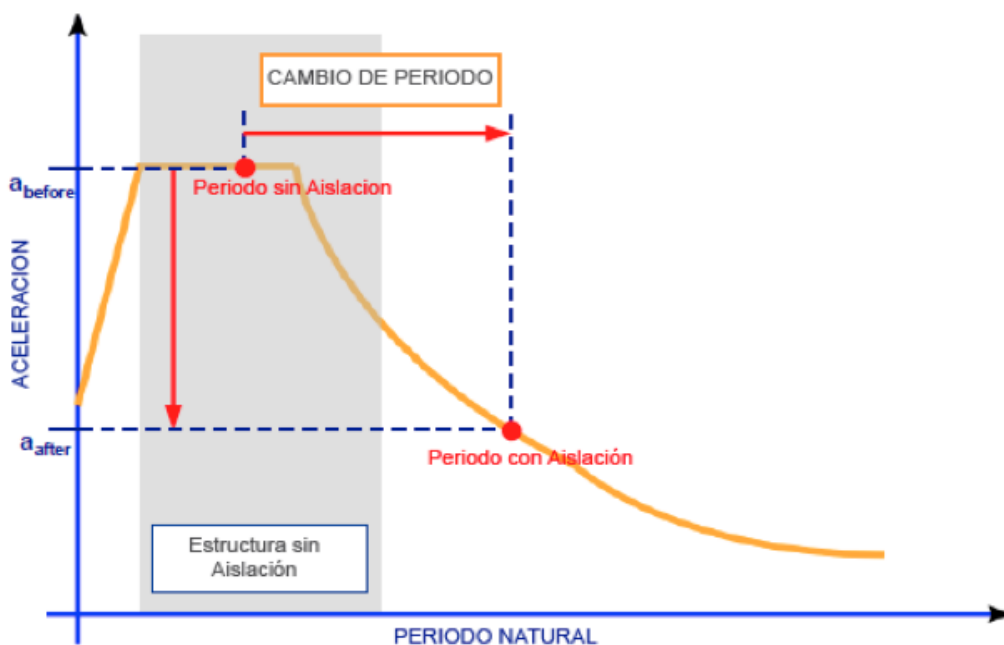
- Desempeño bajo todas las cargas de servicio, verticales y horizontales. Deberá ser tan efectiva como la estructura convencional.
- Provee la flexibilidad horizontal suficiente para alcanzar el periodo natural de la estructura aislada.
- Capacidad de la estructura de retornar a su estado original sin desplazamientos residuales. Provee un adecuado nivel de disipación de energía, de modo de controlar los desplazamientos que de otra forma pudieran dañar otros elementos estructurales.

Ficha técnica

Espectro general de diseño. Reducción de aceleración mediante aislación sísmica



Los aisladores sísmicos actúan modificando el periodo natural de la estructura no aislada de modo de reducir la aceleración sobre la estructura aislada.



Espectro general de diseño. Efecto de disipación de energía

Los Disipadores Sísmicos, actúan disipando grandes cantidades de energía, asegurando que otros elementos estructurales no sufran demandas excesivas que signifiquen daños. Pero la mejor forma de asegurar la estructura durante un sismo es combinar ambos sistemas de protección sísmica, proporcionándole a esta una mayor capacidad de amortiguación durante un evento sísmico y una mejor respuesta durante este. Cuando existe estructuras donde el uso de aisladores sísmicos no es recomendable ( Suelos Blandos), sistemas de amortiguamiento con alta capacidad de disipación son la mejor opción de protección sísmica.

### **Tipos de aisladores sísmicos**

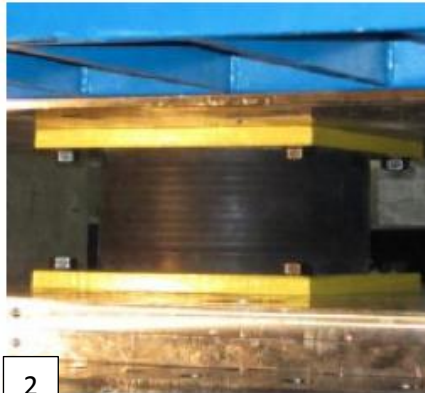
Los **aisladores Sísmicos con centro de plomo**, mantienen una rigidez inicial y una amortiguación que llega al 30%.

Los **aisladores Sísmicos sin núcleo de plomo**, están compuestos de una mixtura especial de caucho y placas de acero que permiten otorgar una amortiguación de hasta un 16%.

Los **aisladores de Péndulo o superficie curva con RoboSlide**(Superficie controlada por



1



2



3

sensores) permitiendo una amortiguación sobre el 30%. Estos transmiten el esfuerzo vertical a la cimentación registrando rotaciones de una esfera contra una superficie cóncava. La superficie permite movimientos longitudinales como transversales con la posibilidad de controlar los sentidos de los movimientos mediante sus barras de control.

- 1.- Aisladores Sísmicos con centro de plomo
- 2.- Aisladores Sísmicos sin núcleo de plomo
- 3.- Aisladores de Péndulo o superficie curva con RoboSlide

### Tipos de disipadores sísmicos

Los disipadores RESTON SA de amortiguación hidráulica para disipar la energía y controlar desplazamientos.



Los disipadores RESTON STU, son dispositivos de conexión temporal que proveen una conexión rígida bajo movimientos de alta velocidad.

Los disipadores RESTON PSD, son dispositivos de amortiguación de fluido viscoso diseñados para poseer una función de resorte que retorna a su posición al terminar el evento sísmico.



A continuación algunos de los edificios más representativos de la época y cuyo sistema de cimentación y antisísmico los ha hecho representativos en este campo, algunos sistemas de cimentación o sísmicos son peculiares, otros innovadores, en si soluciones que se adaptaron o buscaron de acuerdo a las circunstancias del proyecto.

## Otros sistemas (amortiguadores)

### Amortiguadores viscosos

Los amortiguadores viscosos básicamente compuesto de un cilindro lleno de fluido de silicona (aceite o pasta) y un pistón que lo divide en dos cámaras y es libre de mover en ambas direcciones.

En caso de movimientos bruscos, debido a terremotos u otras acciones dinámicas como de frenado, el viento, etc., laminación de fluido de silicona ocurrir a través de un circuito hidráulico adecuado y conduce a la disipación de la energía con la comportamiento explicado desde el principio. Todos los dispositivos pueden diseñarse con una adecuada

Todos los dispositivos pueden diseñarse con un adecuado sistema, lo que permite el volumen de líquido las variaciones debidas a cambios de temperatura, y con dos rótulas en los extremos, que aseguran la perfecta alineación entre el pistón y cilindro, a pesar de posibles inexactitudes ponedoras

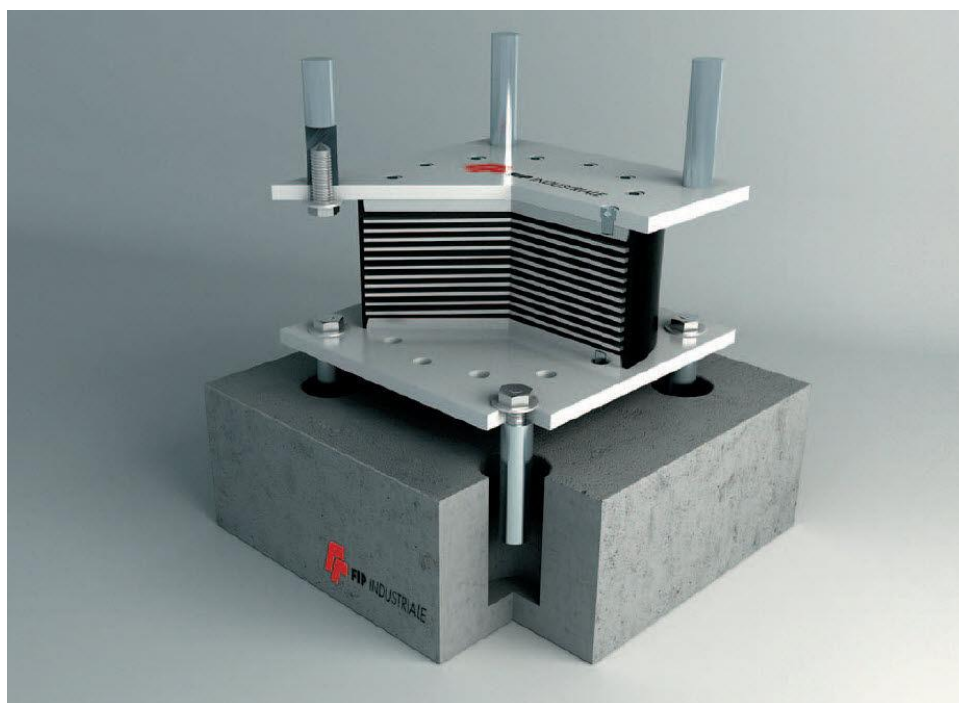


## Aisladores elastómeros

La serie de aisladores elastoméricos están reforzadas de caucho cojinetes formados por capas alternas de láminas de acero y el caucho vulcanizado en caliente. Por lo general, son de forma circular, pero pueden ser fabricados en la sección cuadrada o rectangular, así. Estos dispositivos se caracterizan por una baja horizontal rigidez, alta rigidez vertical y una amortiguación adecuada capacidad. Estas características permiten, respectivamente, a aumentar el periodo fundamental de vibración de la estructura, para resistir a las cargas verticales sin apreciable sedimentación, y para limitar los desplazamientos horizontales en estructuras sísmicamente aislados.

La capacidad de amortiguación de los aisladores se determina por el tipo de compuesto elastomérico, que por lo general es uno de alta amortiguación.

Los aisladores elastoméricos están dotados de sistemas mecánicos de anclaje que proporcionan la transferencia de carga horizontal en acuerdo con las normas internacionales.



## Torre de Smeaton

Devon, Inglaterra (1759)



© JAMES CRIDLAND

Las rocas Eddystone forman parte de un arrecife de granito rojo. Durante la marea alta quedan cubiertas por el agua y constituyen un peligro para la navegación, ante lo cual fue necesario construir un faro 14 km al sur de Plymouth Sound, Inglaterra. El nombre del faro rinde un homenaje a su constructor, John Smeaton. Antes de esta torre, Smeaton ya había construido dos faros de madera que no duraron en pie mucho tiempo, ante lo cual decidió emplear la piedra por sus ventajas de gran peso, resistencia a las fuerzas del viento, del agua y del fuego. Para anclar las piedras a la base rocosa talló 6 plataformas en la roca que se llenaron con sillares de granito con forma de cola de milano para asegurar la unión. Empleó un mortero producido con cal calcinada para formar una construcción monolítica utilizando pernos de roble y tacos de mármol. Componen la

torre 1.493 bloques de piedra y el interior se hizo en piedra caliza llevada de la isla de Portland. La torre estuvo en servicio durante más de un siglo, fue desmontada hasta su base y vuelta a erigir en Plymouth, donde se encuentra hoy. Sus cimientos todavía permanecen en su sitio después de más de 200 años de construcción.

© James Cridland

© Hadarmen

© rotatebot

## Edificio Empire State

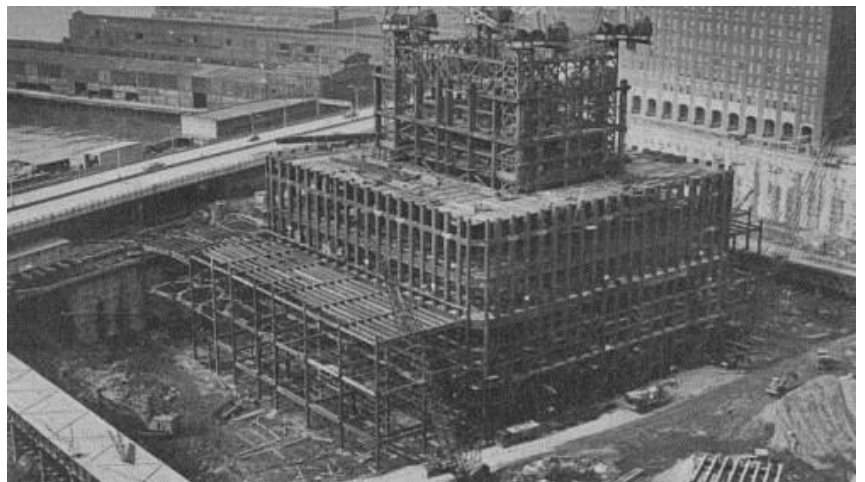
Nueva York, Estados Unidos

(1930)

El emblemático edificio neoyorquino fue durante 40 años el edificio más alto del mundo. Esta estructura, con un peso aproximado de 350.000 ton, está cimentada a únicamente 16,7 m de profundidad dado que es allí donde se encuentra el estrato portante de Manhattan. Su cimentación está compuesta por un bastidor en acero, el cual tiene paneles de piedra caliza. El interior de esta cimentación es de concreto reforzado. Esta obra fue realizada por Starret Bros. And Eken.



© HADARMEN



## Torre Latinoamericana

México DF, México (1956)

El suelo en que se asienta esta torre presenta arcillas húmedas en su estrato más superficial. A 33 m de profundidad se encuentra un estrato de arena sobre el cual se apoyan los 361 pilotes de concreto usados para la cimentación del edificio. Su estructura está concebida como una cimentación flotante, la cual ha sido sometida a duras pruebas de la naturaleza en dos ocasiones: los sismos de 1957 y de 1985, de 7,7 y 8,1 en la escala de Richter, respectivamente.

LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN



© ROTATEBOT

Torre Mayor es el primer edificio en Latinoamérica en contar desde su diseño con enormes amortiguadores sísmicos.

## **TORRES PETRONAS**

Kuala Lumpur, Malasia (1998)

Son dos torres gemelas de 450 m de alto y 88 pisos. Antes de iniciar la construcción hubo que desplazar el proyecto 60 m buscando un suelo sobre el cual se pudieran fundar los pilotes de 120 m de profundidad para alcanzar roca firme que permitiera crear una placa de concreto que simulara roca sana. Esta fundición tuvo problemas con la lluvia incesante, ante lo cual fue necesario cubrir la zona con una gran carpa como una “sombriilla” equivalente a 57 carpas de circo.



Imagen tomada de  
<https://www.google.com.mx/search?q=TORRES+PETRONA>

## TAIPEI 101

Taipei, Taiwán (2004)

Este edificio de 101 pisos y 5 sótanos tiene 509 m de altura, fue el más alto del mundo hasta el año 2010 cuando fue superado por el Burj Khalifa. Está soportado sobre 8 megacolumnas de concreto y acero con sección de 2,4 x 3,0 m en la base.

Las mega columnas descansan sobre una placa maciza cuyo espesor varía entre 3,0 y 4,7 m con un volumen total de 28.100 m<sup>3</sup> de concreto de 6.000 psi. La alta sismicidad de la zona donde se erige este edificio y su gran altura llevaron a desarrollar una cimentación constituida por 380 pilotes de 80 m de profundidad cada uno. La estructura ya soportó un sismo de 6,8 en la escala de Richter.

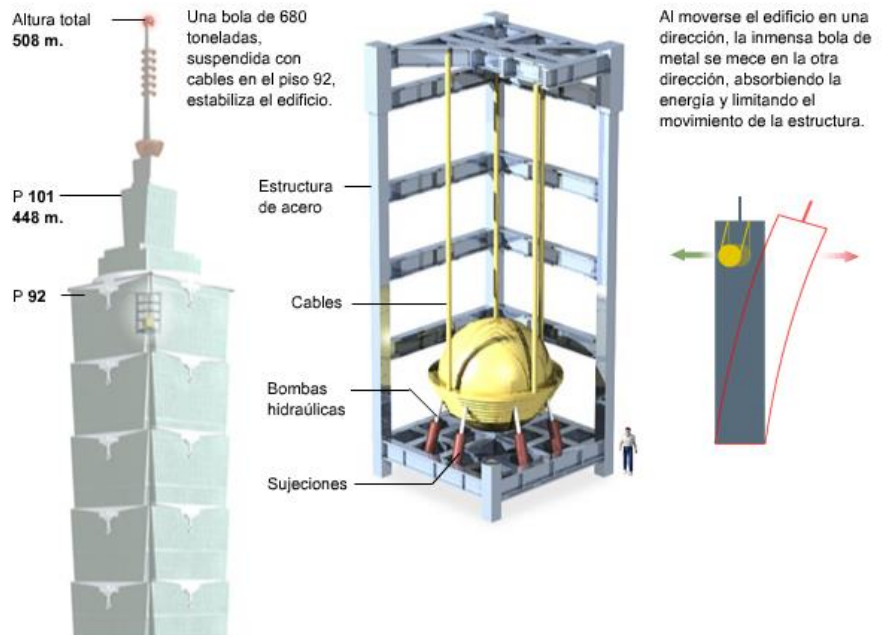


Imagen tomada de <https://www.google.com.mx/search?q=taipe-101>

## **TORRE MAYOR**

México DF, México (2003)

La torre de 55 pisos, 4 sótanos subterráneos y 230 m de altura está en el límite de las zonas determinadas por el Gobierno Federal como de más alta sismicidad. Su cimentación tiene una combinación de losas y 252 pilotes de concreto reforzado de hasta 1,50 metros de diámetro a 40 metros de profundidad. Cuenta con un sistema de 98 amortiguadores sísmicos que disipan la energía y reducen las fuerzas sísmicas que puedan afectarla.

La estructura se diseñó para soportar un sismo de 9,0 en la escala de Richter.



CORTESÍA MARTIN MERCADO.



## TORRE AGBAR

Barcelona, España (2005)

El peso muerto de esta estructura, de 145 m de altura, 34 pisos y 4 sótanos, es mucho menor que la presión ascendente que lo solicita; por esto se diseñó una losa de subpresión anclada al terreno mediante módulos de pantallas que trabajan por fricción negativa y que buscan equilibrar la subpresión. La losa usada tiene un espesor de 80 cm. Esta losa descansa sobre un lecho de gravas drenantes de 40 cm de espesor que facilitan el drenaje hasta 4 pozos que tienen como función, ante un incremento del nivel freático, evitar el aumento de la subpresión por encima de los valores admisibles para la cimentación. La losa fue diseñada para un valor de presión ascendente de 8 t/m<sup>2</sup>



© DAVID LIFF



Plata de fijado circularmente presionando como anclamiento.



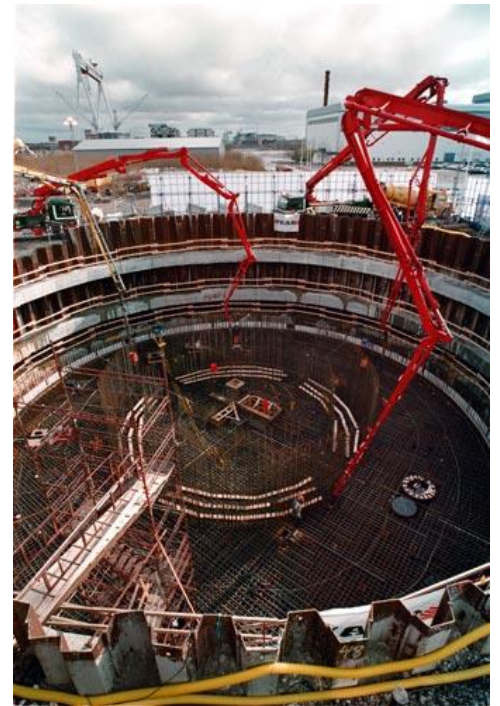
El eje anclado contra la losa en algunos niveles.

Malmoe, Suecia (2005)

Este edificio, inspirado en el torso humano, tiene una altura de 190 m, cuenta con 54 niveles destinados a uso mixto, residencias y oficinas. Su cimentación se realizó directamente sobre un estrato de roca caliza. Para el procedimiento se realizó el hincado de pilotes metálicos a los cuales se les inyectó concreto a una profundidad de 15 m de suelo cohesivo y 3 m más adentro de la roca, este procedimiento se realizó en la zona perimetral. Estos pilotes se unen a una losa de cimentación que consiste en una caja cilíndrica de 30 m de diámetro y 15 m de profundidad.



CORTEÍA VASK



## **BURJ KHALIFA**

Dubai, Emiratos Árabes Unidos

(2010)

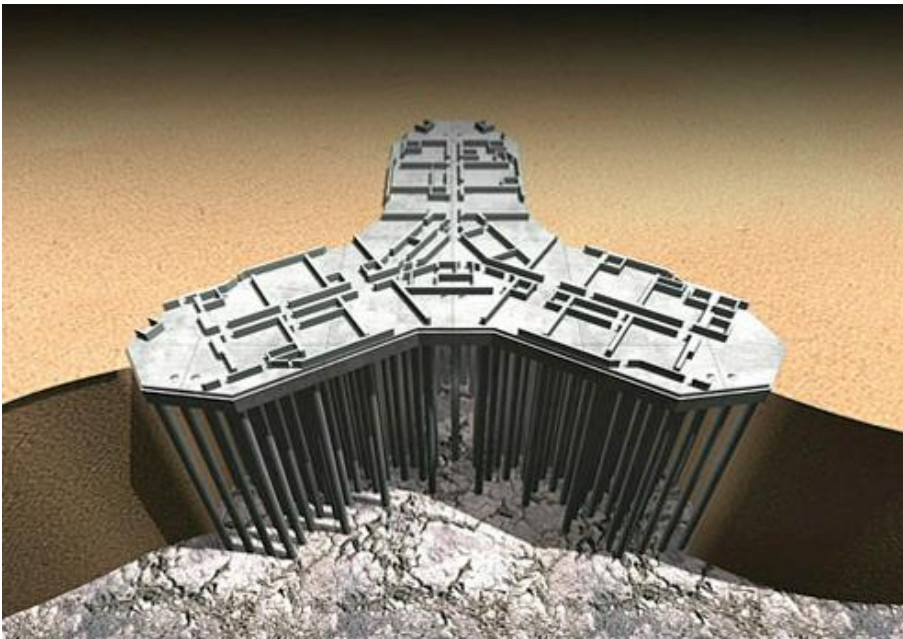
Es en la actualidad el rascacielos más alto del mundo, con una altura de 828m. Los 586 m iniciales están contruidos de concreto reforzado y la altura restante está hecha en acero. Se soporta sobre 192 pilotes de 1,5 m de diámetro cada uno a 50 m de profundidad, los cuales están distribuidos en forma de Y que se unen a una enorme placa de concreto de 3,7 m que pesan 110.000 toneladas. (Si desea conocer más información sobre la cimentación de este edificio, consulte el artículo dedicado a él en la presente edición de Noticreto.)

Cortesía texaner

Cortesía väsK

FliCKr – JaCK zalium

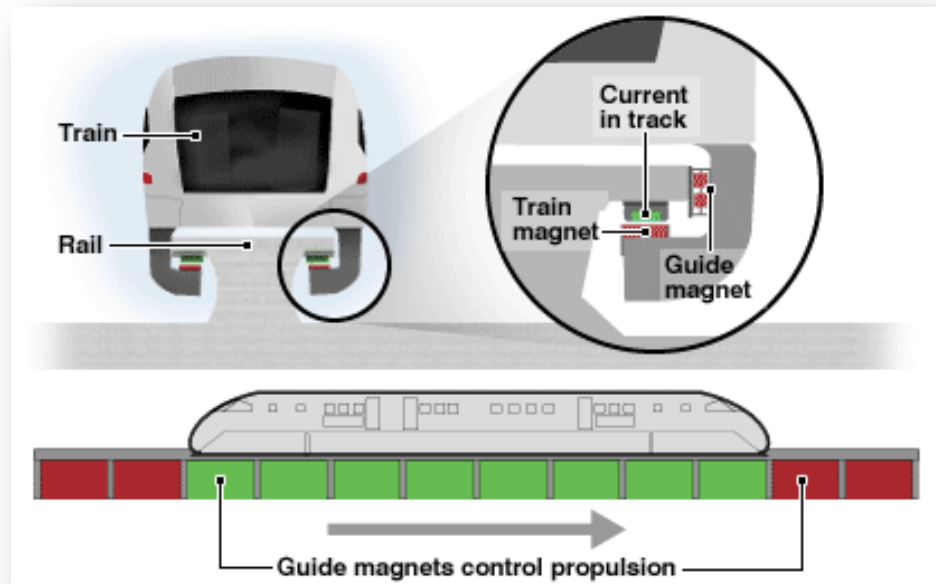
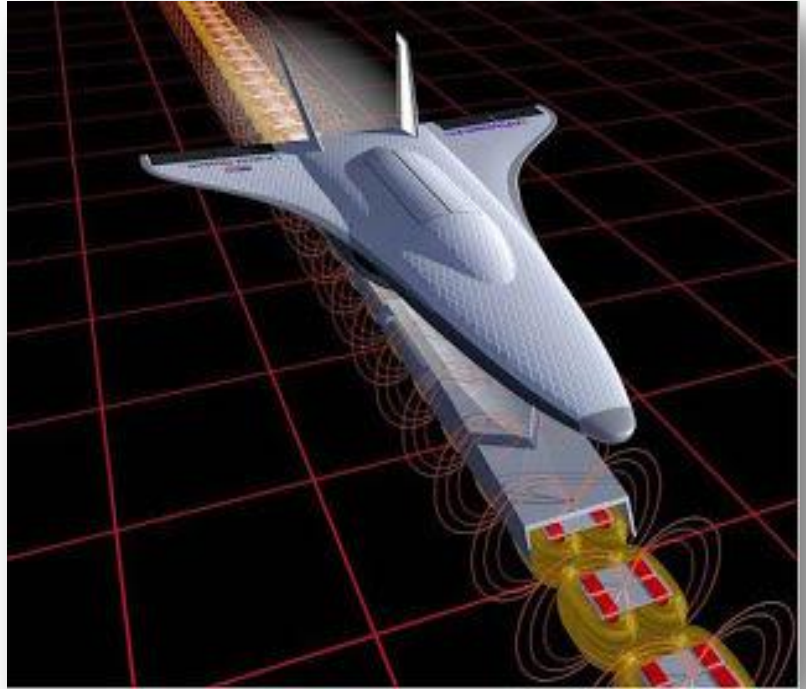
LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN



FliCKr – JaCK Zalium

## Capítulo 4: Aplicaciones prácticas del sistema electromagnético.

Este capítulo se hablara, de los usos que se le dan electromagnetismo, algunos muy prácticos otros aun teóricos, pero dejando en claro que el uso de esta tecnología, ya es una realidad y no solo es tinta y papel.



## **Introducción.**

El uso del electromagnetismo, ya es una realidad, queda buscar o adaptarla de alguna forma a los sistemas de cimentación o crear un nuevo sistema basado totalmente o mayormente en el uso del electromagnetismo.

Los movimientos sísmicos cada vez son más fuertes y más largos, esto está generando que muchos reglamentos y parámetros bases de construcción se reconsideren y recalculen para estos nuevos movimientos, así que hay que modernizar también las cimentaciones o sistemas, no solo las normas, por eso esta propuesta para posteriormente su estudio más a fondo, diseño y tal vez llevarlo a la práctica alguna vez, de algo se tiene que empezar, la idea está dada aunque muy cruda para ya se está sentando las bases o los conceptos para nuevos sistemas o cimentaciones. Espero y esta idea no solo se quede en papel y algún día se haga realidad, no precisamente al pie de la letra como se propone en esta tesina pero si usando el principio en el cual se está basando esta tesina, la levitación electromagnética.

## Aplicaciones del electromagnetismo.

Si bien en estos tiempos entendemos gran parte de esta rama de la ciencia, las aplicaciones de esta a nuestra vida cotidiana es cada vez más común y mayor, desde los pequeños artefactos cotidianos que usamos, hasta las complejas máquinas que necesitamos o hacemos uso de ellas, pero solo es la punta del iceberg ya que el uso del electromagnetismo puro en sí o en su mayor parte aún no ha sido utilizado.

Hay prototipos de artefactos y aparatos que quieren hacer uso en mayor parte del electromagnetismo, que su función se base en mayor parte en este. En breve se presentarán algunos prototipos y vehículos que ya son una realidad en base al emplear el electromagnetismo en su funcionalidad.

## Cañón electromagnético

El cañón electromagnético actualmente en desarrollo por el ejército de los E.U.A. y ejércitos privados del mundo, es un arma potencialmente destructiva de gran alcance, basado mayor parte de su funcionamiento y principio en el electromagnetismo.

Este cañón usa el electromagnetismo como una lanzadera, la cual al no tener fricción con



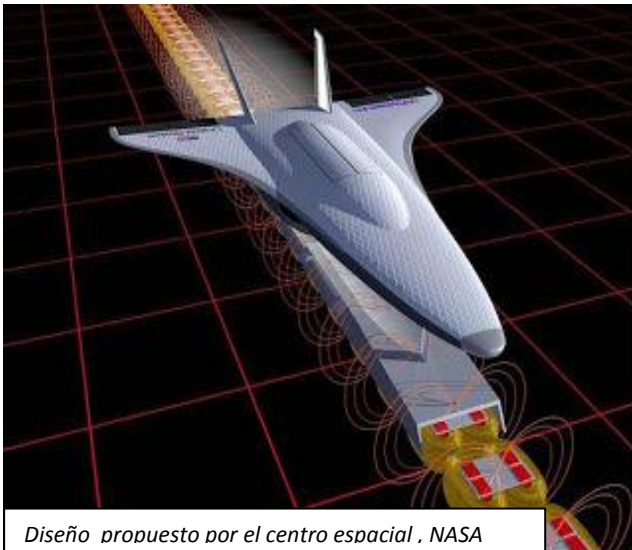
elementos físicos y al cambio repentino de polaridad de los electroimanes, el proyectil gana una gran fuerza y velocidad, esto gracias al principio de los electroimanes y campos magnéticos.

### Rifle electromagnético

Al igual que el cañón, este es un prototipo de un rifle su diseño y funcionamiento es prácticamente el mismo que el del cañón solo que a menor escala y más portable, no hay necesidad de especificar más, además de que este proyecto está muy clasificado y la información a este es limitada.



Imagen tomada, centro de estudios E.U.A.



Diseño propuesto por el centro espacial, NASA

### Telar de tejido con lanzadera magnética

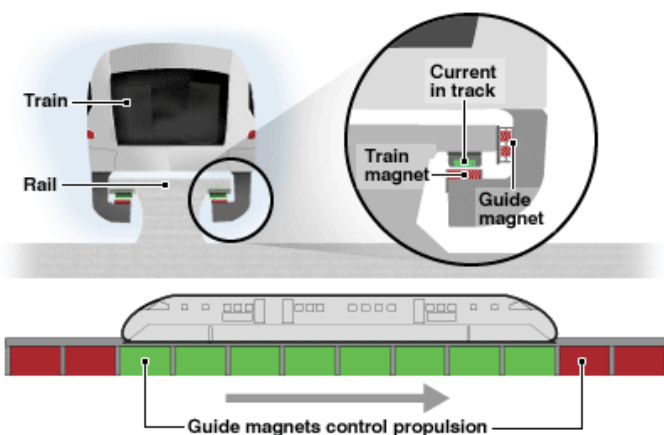
Este proyecto es de mera naturaleza conceptual, solo es la idea y el diseño en papel, ya que aun cuando entendemos en mayor parte el concepto que se quiere aplicar aquí, la tecnología que se necesita para ello aún no ha sido desarrollada por lo cual este proyecto aun esta en papel, hay muchas versiones y variantes del funcionamiento y diseño, pero el principio por el cual funcionaria es el mismo el

electromagnetismo, para ser un poco más comprensible, podemos usar la analogía del cañón electromagnético pero en lugar de lanzar un proyectil balístico, esta lanzara un transbordador especial.

## Los trenes Maglev

Desde el motor a vapor hasta los motores eléctricos, que se han usado para el transporte en rieles, en si trenes o ferrocarriles, este medio de transporte fue principal y muy importante en su época en estos tiempos, aun juega un papel pero no más importante que los medios de transporte convencionales, pero gracias a la nueva tecnología este medio se moderniza y hace que vuelva a ser considerado un gran he importante medio, he incluso más haya precursor del futuro en las tecnologías aplicables al transporte, los trenes Maglev.

La levitación magnética en los trenes Maglev, que es un sistema de funcionamiento de levitación magnética de alta velocidad, puede hoy en día impulsar un tren a una velocidad de 518 km/h, utilizando básicamente uno de los principios del magnetismo, que es el de la repulsión entre polos iguales. La levitación permite que el tren apenas se suspenda en el aire, evitando de esta manera la fricción con los rieles, por lo que su propulsión es más eficiente.



Imágenes conceptuales del funcionamiento tomadas , Discovery

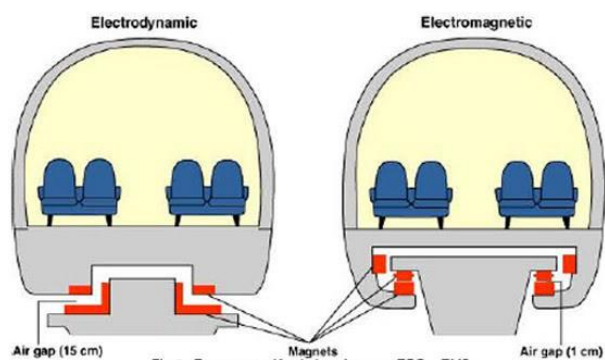


Fig 5: Representación de los sistemas EDS y EMS

Resumiendo las aplicaciones del electromagnetismo son cada vez más, ya cada vez más practico que teórico, aplicaciones muy practicas otras un tanto extravagantes y unas aun teóricas, pero con el desarrollo y avance de los imanes y electroimanes las aplicaciones serán cada vez más viables y comerciales a nivel global.

Hasta el momento el electroimán más poderoso llega a tener una potencia de 25 teslas, en comparación el campo magnético de la tierra no llega ni a un tesla, esta tecnología si bien es la más avanzada y potente hasta la fecha es una de las más caras ya que este electroimán

cuesta alrededor de un millón de dólares su desarrollo y construcción lo cual no es nada practico si se quiere implementar para aplicaciones civiles, hasta ahora el gobierno y centros de investigación tienen acceso a estas tecnologías.

Si bien no podemos hacer uso de la más reciente tecnología y desarrollo de estos imanes podemos utilizar los que están a nuestro alcance, a continuación enlistaremos algunos de los mejores imanes que pueden ser aplicados y utilizados para fines civiles

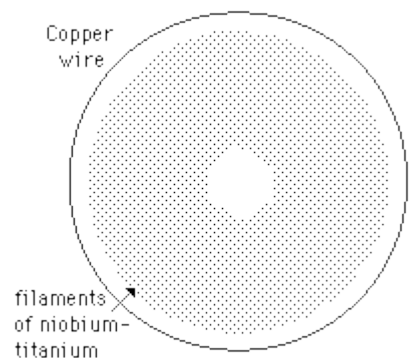
### **Superconductor de Niobio-Estaño**

El **niobio-estaño** es un superconductor de Tipo II con una temperatura crítica de 18°K y un campo magnético crítico de **24,5 Teslas**. Estas propiedades le confieren potencial para la construcción de imanes superconductores, y se ha usado para tal objeto. Puede soportar las más altas densidades de corriente (hasta 200.000 amperios por centímetro cuadrado) al más alto campo magnético de trabajo (15 T). Tiene la desventaja mecánica de ser muy frágil, por lo que no se puede extraer en hilos para la fabricación de bobinas de imanes. Para hacer bobinas de imanes, se hacen hebras separadas de niobio recubiertas de estaño, y luego se calientan para fundir estos materiales en una aleación de niobio-estaño. Debido a estas dificultades mecánicas, los fabricantes de imanes superconductores se han dedicado al niobio-titanio para la construcción de estas bobinas.

### **Superconductor de Niobio-Titanio**

El niobio-titanio es un superconductor de Tipo-II con una temperatura crítica de 10°K, y un campo magnético crítico de 15 Teslas. Aunque ambos de estos valores son inferiores a los del niobio-estaño, este material se ha convertido en el material de elección para imanes superconductores debido a sus propiedades mecánicas.

Para hacer cables de bobinas de imán, el niobio-titanio se fabrica en filamentos más finos que el cabello humano y embebido en una matriz de cobre sólido. Los filamentos finos son ventajosos porque la corriente fluye sólo a la profundidad



de piel de la superficie de un superconductor. El cobre sólido forma una estructura mecánica sólida que también transporta la corriente si se pierde la fase superconductora.

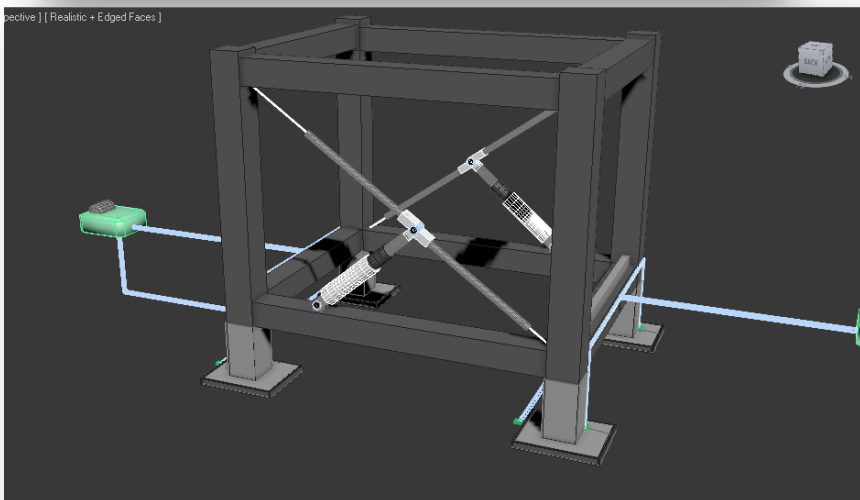
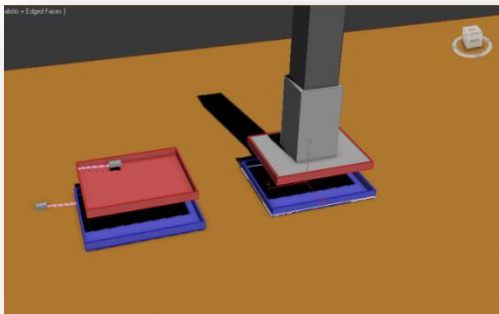
Referencia: Halliday & Resnick, Fundamentals of Physics 3rd Ed p808  
Tipler, Physics, 3rd Ed Extended Ch 36 p1211

**NOTA:**

Para uso práctico para la propuesta se tomara un electroimán de 25 teslas de potencia, el más potente en existencia, para una homogeneidad en los resultados y el análisis del sistema.

DE este electroimán no se tiene mucha información salvo que está siendo desarrollado en la actualidad para fines científicos y privados.

## Capítulo 5: Desarrollo conceptual de un nuevo sistema antisísmico.



*“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”*

Albert Einstein

A lo largo de esta investigación se mostraron temas que tiene muy poca o ninguna relación entre ellos, temas que parecieran estar aislados o sin relevancia uno de otro, pero en este capítulo se va a desarrollar el concepto de estudio de esta investigación, lo anterior a este capítulo fue mostrar la información que se tenía a la mano o la necesaria para poder desarrollar el tema de la tesis,

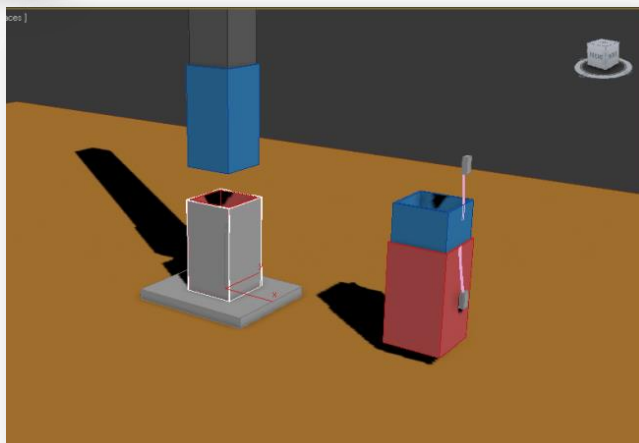
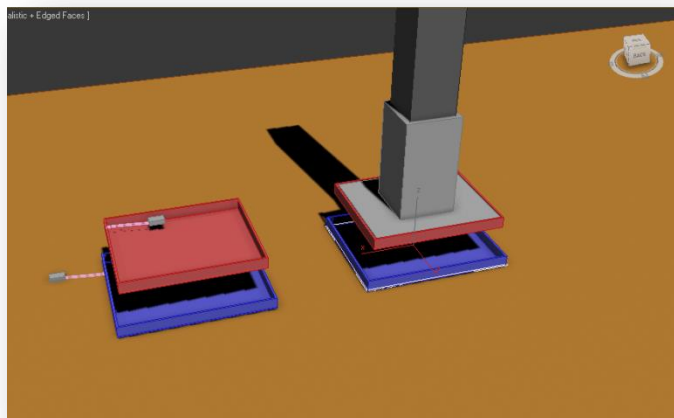
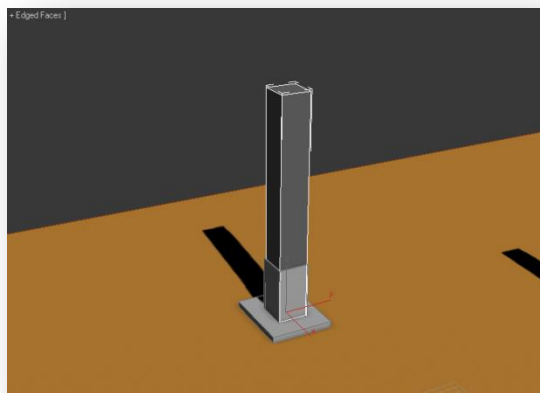
### **Propuesta**

Lo mostrado en el primer capítulo referente al electromagnetismo y sus aplicaciones, ya que se tomara el principio para el diseño de un nuevo sistema antisísmico o nuevo tipo de cimentación. En el II capítulo se presentó los tipos de cimentación, de las cuales se pretendía tomarla que posiblemente sea más viable para este diseño, mostrando ventajas, función básica, características entre otras, en el capítulo III se mostró algunos tipos de sistemas anti-sísmicos, lo cual era para conocer características, funciones desventajas y demás, identificar cual de esos sistemas podrían ser la mejor opción para combinarlo con el trabajo, o si era mejor crear uno con el principio que se propone.

Después de haber analizado todos estos puntos todo lo anteriormente expuesto, para esta propuesta se decidió tomarlo como una nueva cimentación que es parte de un nuevo sistema antisísmico combinado.

## Análisis

La cimentación que se eligió para aplicar el concepto de levitación magnética fue la de zapatas aisladas, ya que son más estándar, presentamos mejores características tanto en precio fabricación y ventajas a las demás vistas, de modo que se combinara esa cimentación con superconductores.



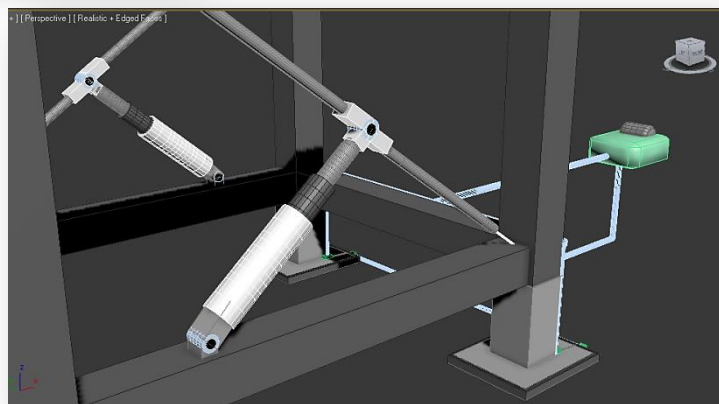
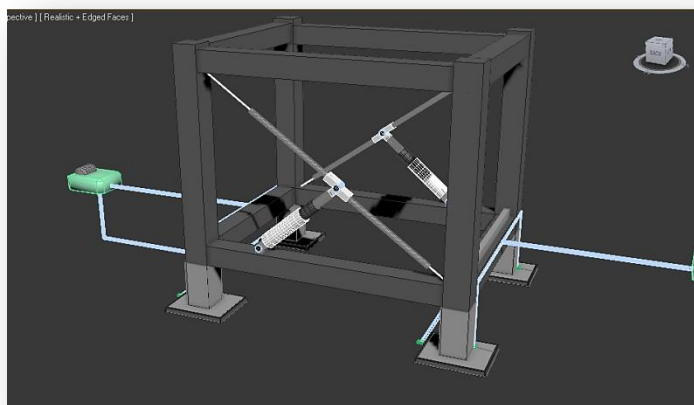
## Diseño

En la base de la parrilla y la base de la plantilla de la zapata.

Esta nueva cimentación no sería suficiente para soportar algún movimiento sísmico, o se necesitaría muchos recursos y no sería nada práctico, así que para mejorarlo, se optó por combinarlo con un sistema antisísmico ya existente, los amortiguadores sísmicos.

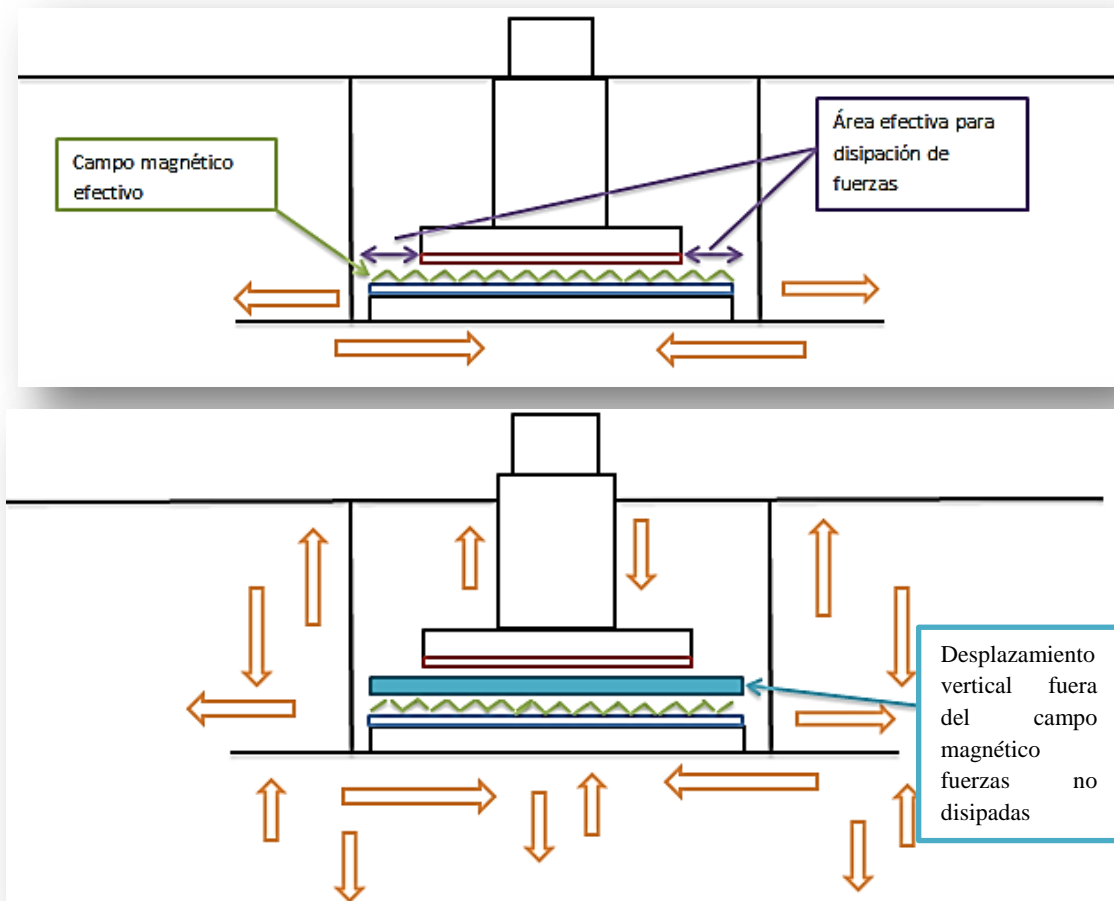
El sistema es muy sencillo ya que consta de una serie de mecanismos que están instalados alrededor de la casa y en su cimentación. Cuando un terremoto es detectado, sensores responden inmediatamente (en un período no mayor a un segundo) activando potentes superconductores, los cuales generan un campo magnético por debajo de la casa haciéndola flotar a unos tres centímetros de sus cimientos reforzados.

Mientras ocurre el temblor, los sistemas de gas, agua, alcantarillado y de energía eléctrica no se ven afectados ya que operan por medio de tuberías flexibles.



## Revisión

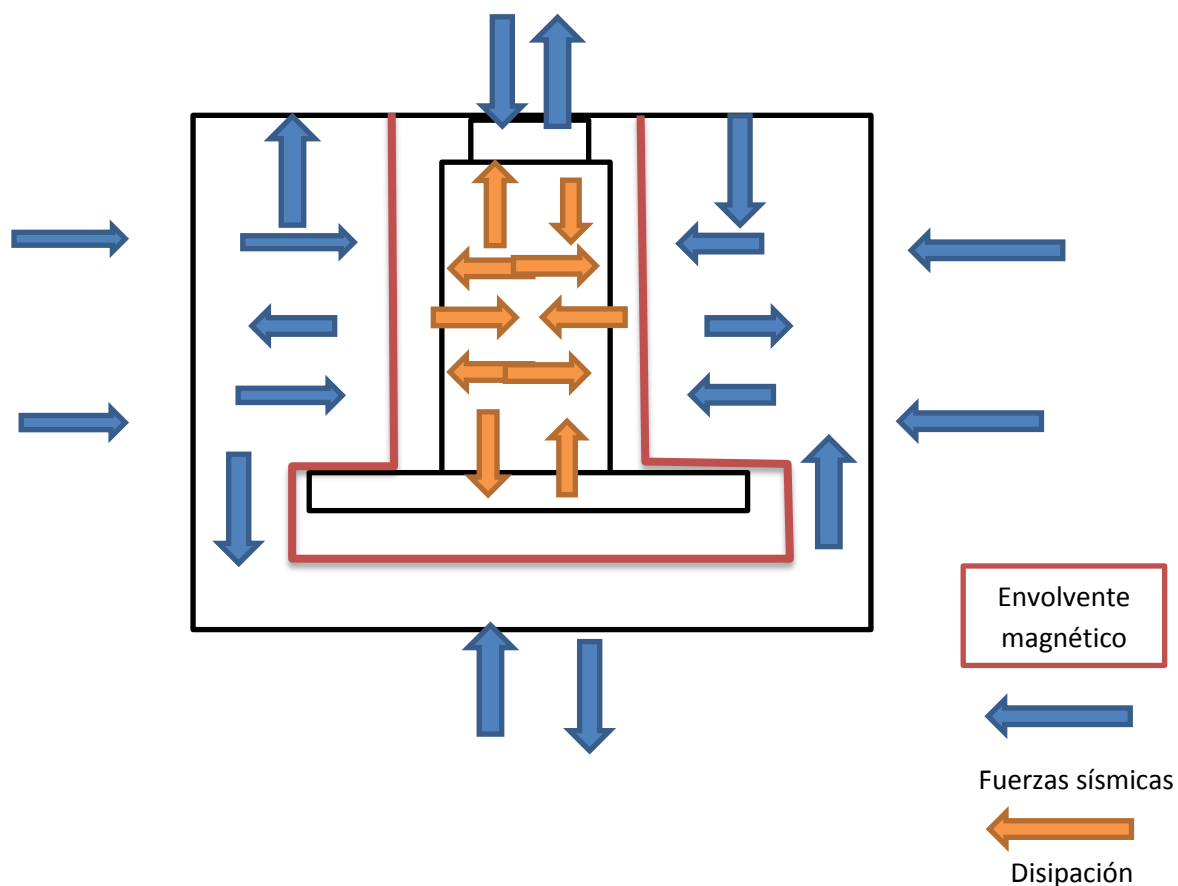
Al analizar más a detalle el cómo actúa un edificio ante un sismo o terremoto se llegó a una conclusión, la propuesta de diseño anteriormente mostrada sería eficaz en caso de que las fuerzas del sismo actuaran en la estructura de forma paralela, es decir de lado a lado, en ese caso la cimentación propuesta sería eficaz, pero si observamos la naturaleza de un sismo o terremoto nos damos cuenta que no solo sus fuerzas actúan en el eje x sino también en el eje y, en el peor de los casos un sismo o terremoto tendría movimientos tanto horizontales como verticales, lo que sería un gran problema para la propuesta de cimentación actual. Ya que los imanes en las bases de la cimentación solo disiparían movimientos horizontales pero no disiparían los movimientos verticales, en pocas palabras si un sismo que actúa en el eje y o en ambos ejes golpeara la cimentación esta posiblemente salga del campo magnético generado por los imanes y haga colapsar la estructura.



## Principio

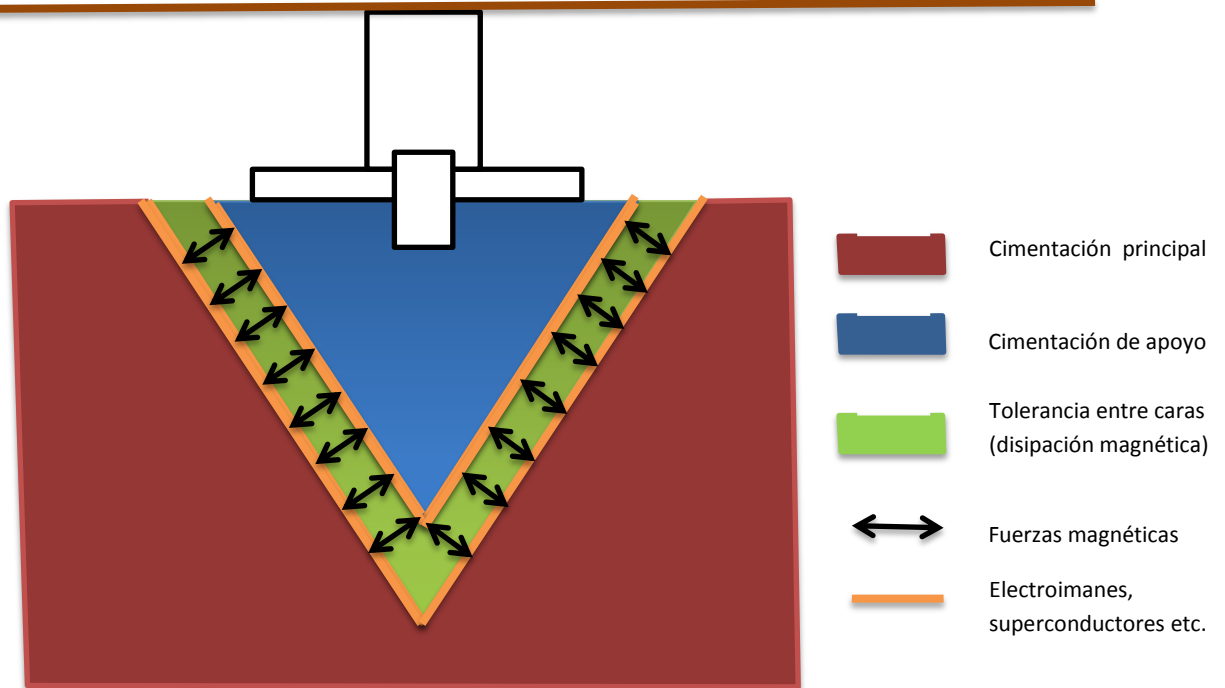
Ahora que se conoce un poco más de la naturaleza de los sismos, la dirección de las fuerzas que estos generan podemos rediseñar la cimentación para que esta sea capaz de disipar tanto las fuerzas en el eje horizontal como en el eje vertical.

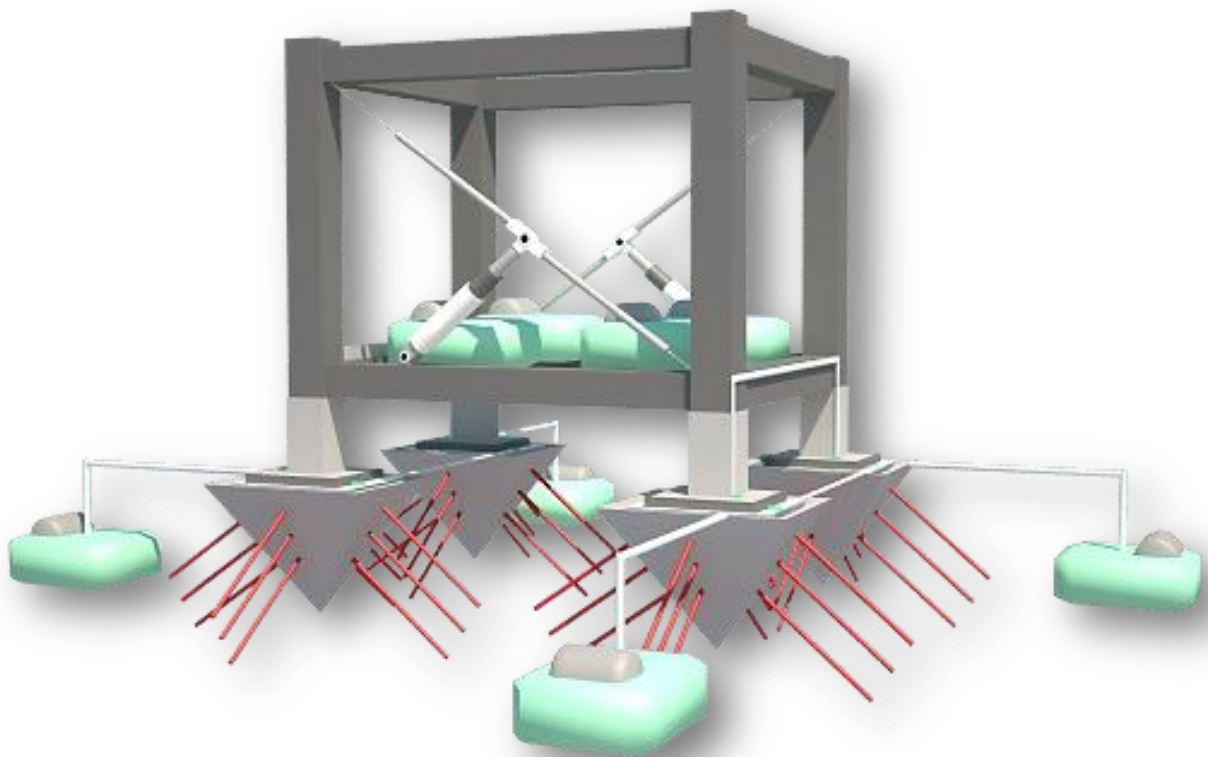
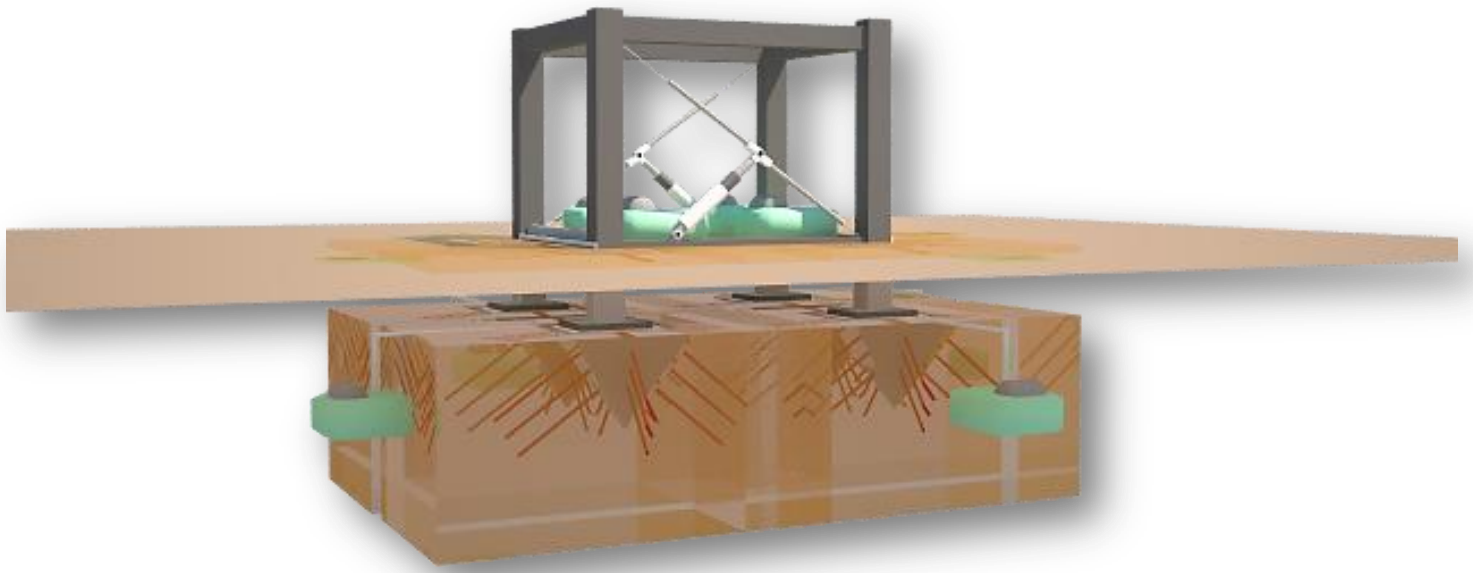
Lo que se requiere en el nuevo diseño es que este sea capaz de disipar fuerzas no solo horizontalmente sino verticalmente, así que una superficie plana no funcionara, se piensa en una estructura que cubra o rodeo por completo a la cimentación o desplantes de columnas convencionales. La razón por la que se busca que la nueva cimentación rodeo o cubra toda la cimentación convencional es por la disipación que esta tendría, al estar en todas direcciones o ser total se disipara fuerzas tanto en el eje x como en el eje y.



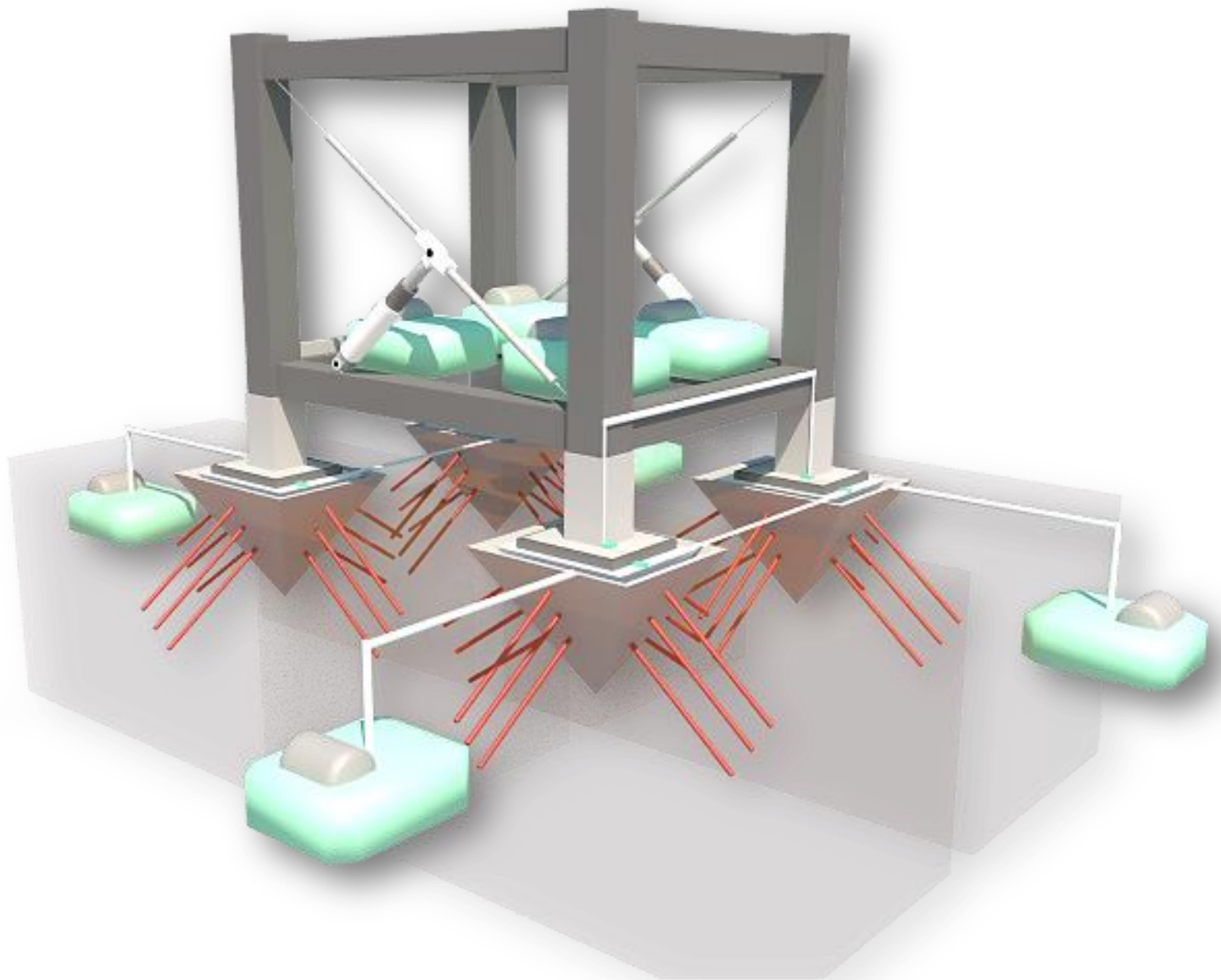
## Rediseño.

La forma para la nueva cimentación es utilizar el triángulo, ya que es la forma por excelencia más resistente y estable, la primera parte de esta cimentación se propone un cupo al cual se le sustraerá una forma de tetraedro invertido, las caras de estas sustracciones estarán cubiertas por los electroimanes con una cierta polaridad, la segunda parte es un tetraedro de dimensiones un poco menores que el primero que se utilizó para hacer la cavidad en el cubo, este segunda forma tendrá igual imanes en todas sus caras con polaridad diferente a los imanes de la cavidad dentro del cubo. No se busca que ambas formas entren justas, sino que haya una tolerancia de entre 4 a 5 cm por cara entre ambas formas, este espacio se deja para que los imanes tengan espacio para repelerse y así amortiguar las fuerzas. Sobre este último tetraedro se montará o desplantará la cimentación o sistema constructivo a utilizar. Ambas formas serán de concreto armado, o algún otro material con alta resistencia a la tensión y cortante.



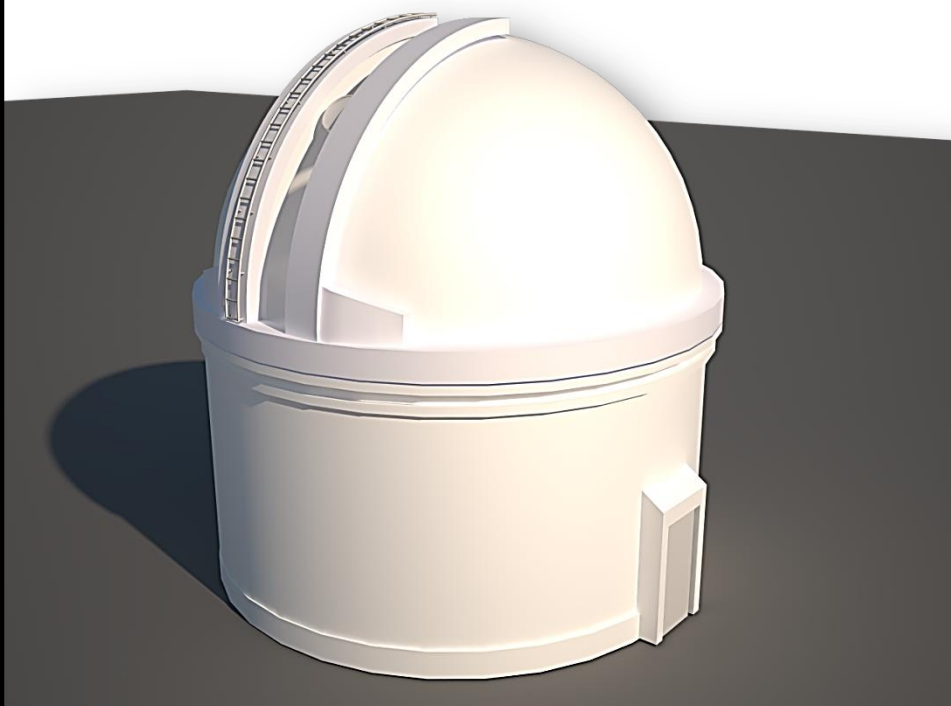


Cimentación electromagnética- nuevo sistema antisísmico – Huerta Ortiz Jesús

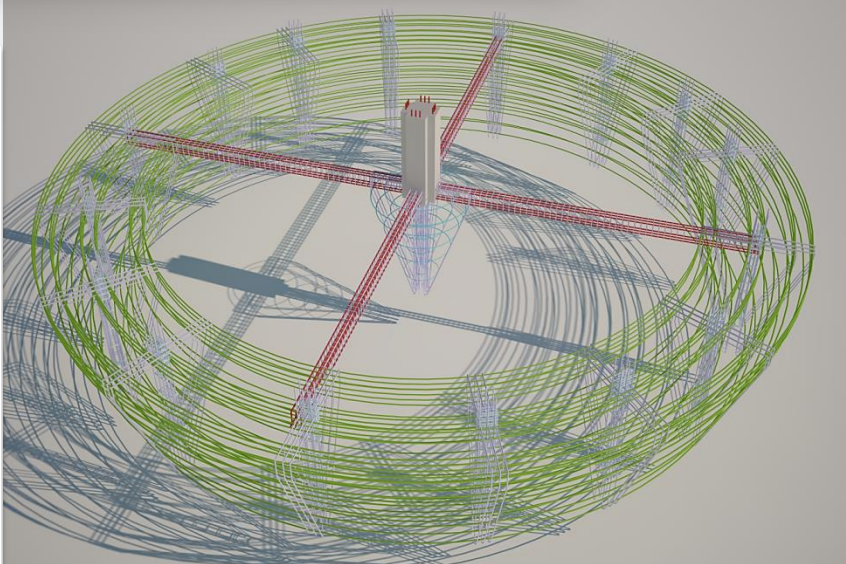


Cimentación electromagnética- nuevo sistema antisísmico – Huerta Ortiz Jesús

## Capítulo 6: Desarrollo de una propuesta arquitectónica



En este capítulo se mostrara el desarrollo en mayor parte de la cimentación magnética y como se aplicara a alguna estructura, desarrollando muy superficial y bastante vaga la propuesta, enfatizando que el tema del investigación no es el desarrollo de una propuesta arquitectónica sino un nuevo



## **Introducción**

En este capítulo desarrollaremos una propuesta arquitectónica en la cual se pretende aplicar la propuesta de cimentación electromagnética, intentando cubrir todas las variables posibles de diseño, así mismo intentando justificar la propuesta arquitectónica, cubrir todo lo posible en relación a la propuesta pero enfocando más en el tema central de la tesis y no tanto en el diseño arquitectónico o su ubicación.

## **Propuesta**

El proyecto que se planea desarrollar para la aplicación de la cimentación electromagnética, es uno que deba ser justificable ya sea por su finalidad, uso, o beneficios. El sector donde se está enfocado es el sector privado más en específico a ramas de la ciencia y tecnología, edificaciones o estructuras de este sector, donde la aplicación de nuevas tecnologías no sea un inconveniente como su desarrollo tanto teórico como físico, construcción y financiamiento. Con esto último se opta por un **observatorio astronómico**.

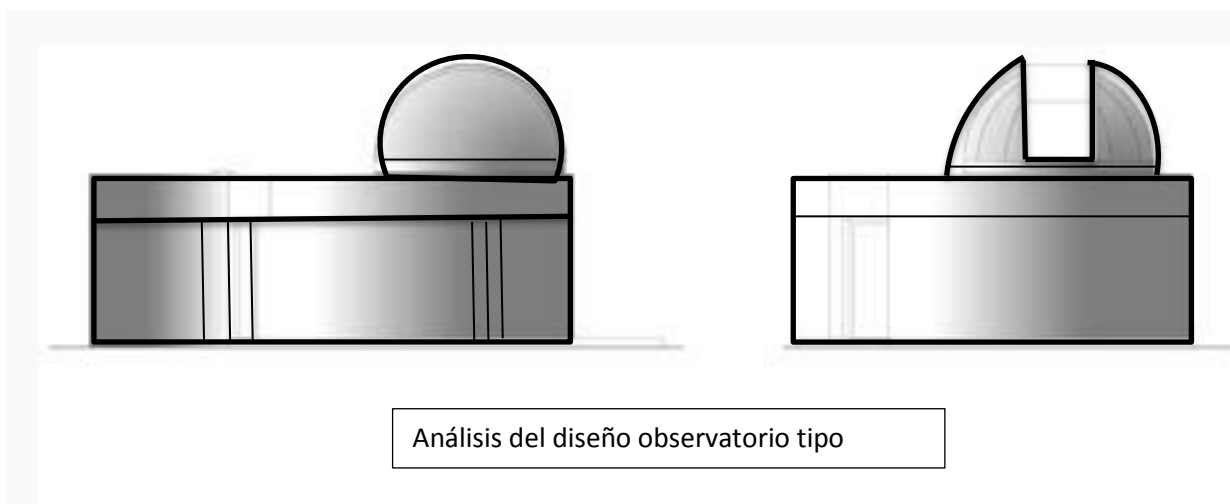
## **Justificación**

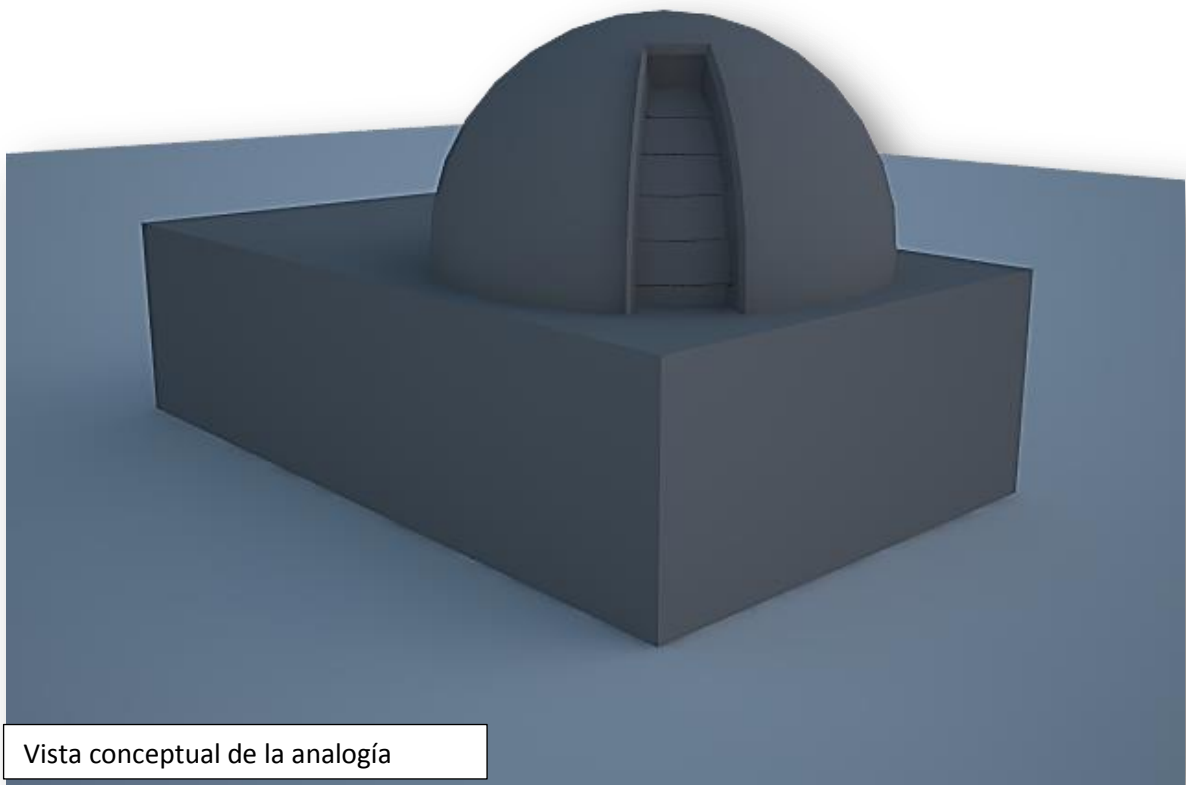
El por qué se eligió un observatorio astronómico como proyectó a desarrollar e implementar en este la propuesta de cimentación, fue por la necesidad y funcionalidad que tiene que cumplir dicha estructura, las cuales la nula trasmisión de movimientos de la superficie exterior u otros factores a la estructura o los instrumentos de trabajo de este , ya que aún la más mínima fuerza que llegue a alcanzar algún instrumento lo puede des calibrar y des configurar lo que termina en tiempo perdido y a su vez costos, por eso el uso de la nuestra cimentación se propone para este tipo de estructuras ya que al no estar físicamente conectadas y el electromagnetismo no trasmite fuerza física alguna siempre y cuando este en el campo magnético , la cimentación ofrecerá un aislamiento del movimiento producido por fuerzas naturales (como sismo- terremotos o venta vales ) fuerzas artificiales ( construcción y desplazamiento del terreno cercano) u otras fuerza.

### Propuesta de diseño.

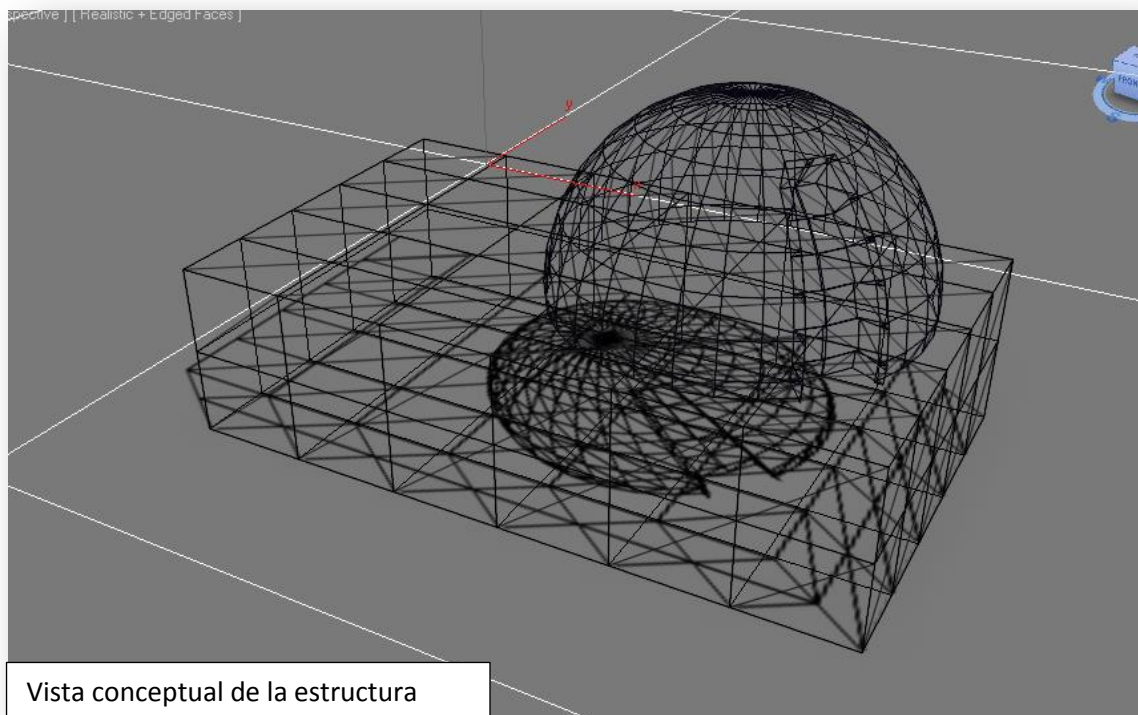
El diseño del observatorio astronómico será un diseño estándar siguiendo los diseños existentes, una estructura cilíndrica y en su parte superior una cúpula montada sobre rieles. La forma del observatorio no se modificara tanto ya que es una forma óptima para la observación y movilización de los equipos, a parte la forma no ofrece tanta resistencia al viento.

No por ende la intervención arquitectónica no será nula, se propondrá cubiertas tanto exteriores como interiores y acabados en pisos muros, al igual propuesta de materiales para su construcción.



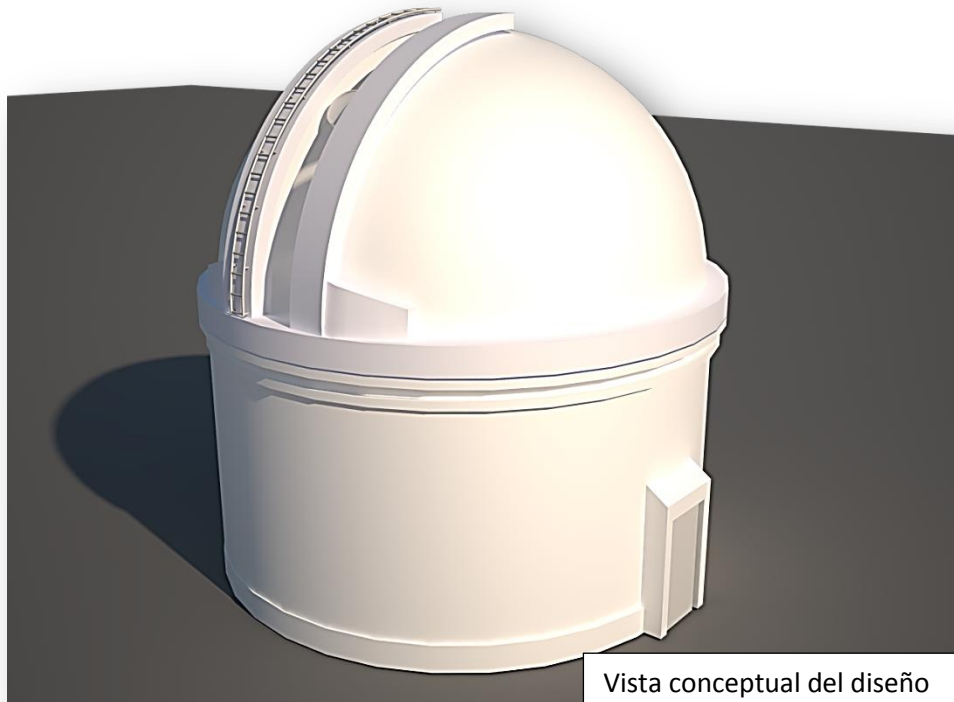


Vista conceptual de la analogía

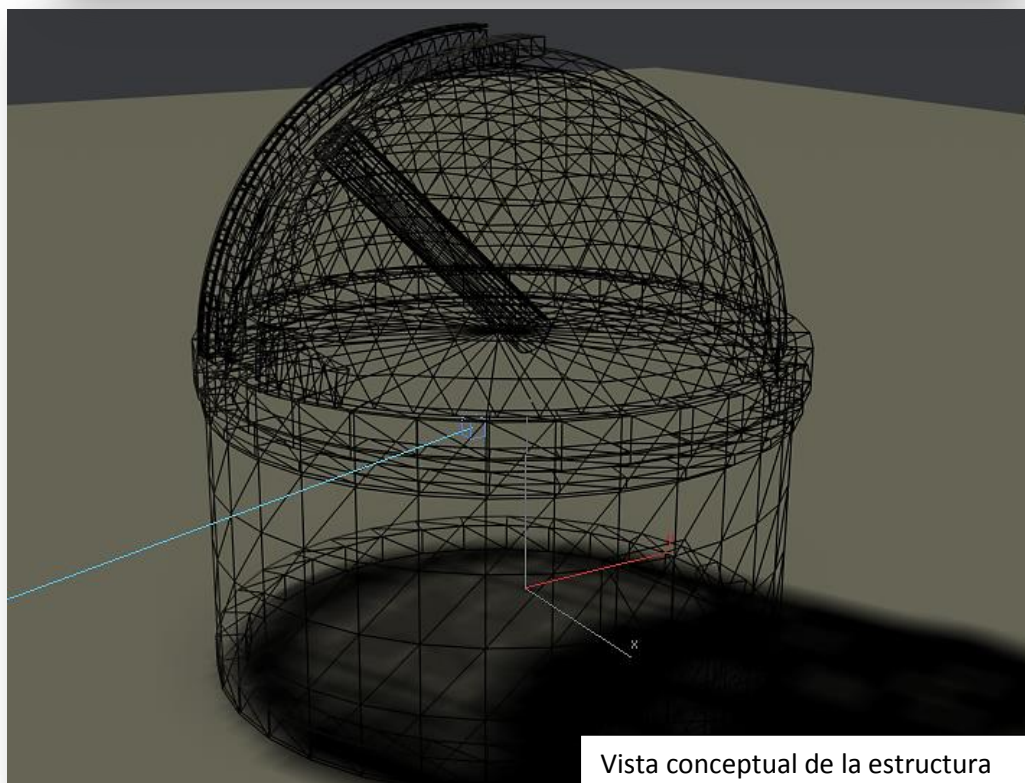


Vista conceptual de la estructura

En base a la analogía mostrada se inclina por un diseño cilíndrico para la estructura de casi el mismo diámetro que la cúpula que descansara sobre este. Esta forma permitirá los espacios más limpios a la vista no tan pesados, optimización del espacio y una mejor ventilación y clima.



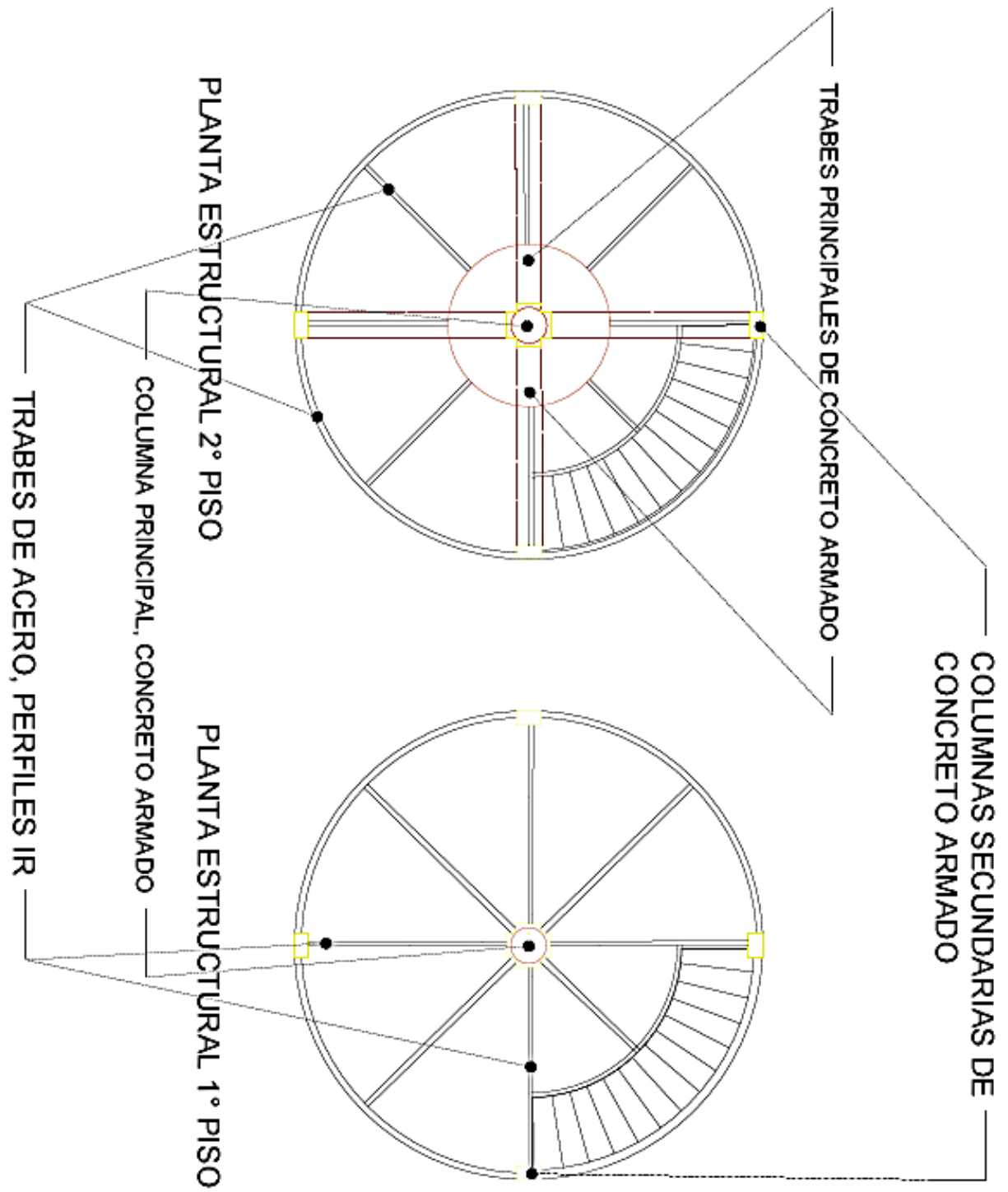
Vista conceptual del diseño



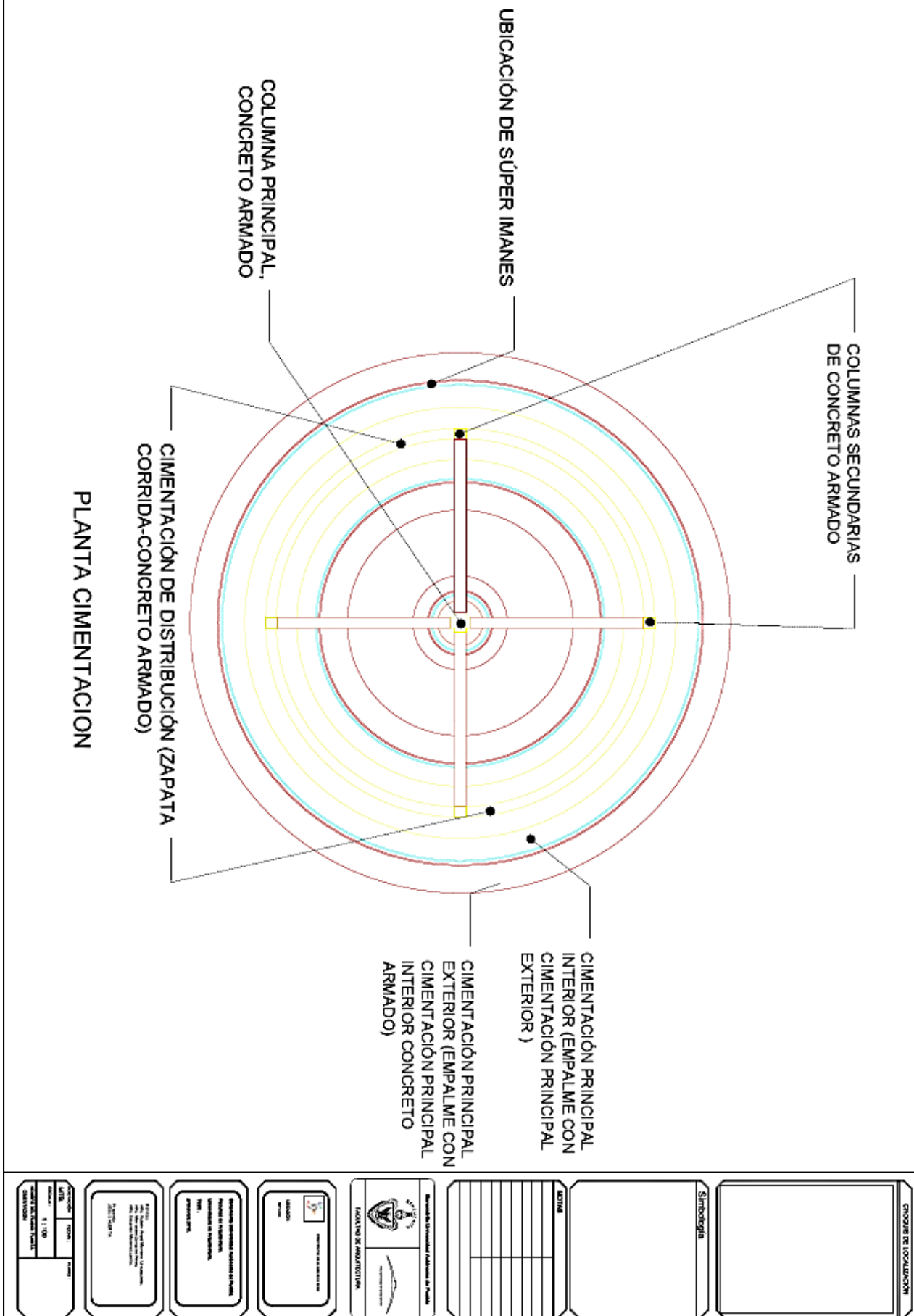
Vista conceptual de la estructura

Antes de comenzar con el desarrollo del proyecto, se quiere mencionar, que todo lo referente al diseño, (idea rectora, analogías,) no se utilizaron del todo o ni siquiera se utilizaron ya que el propósito de este trabajo no es el diseño de un observatorio sino de intentar acoplar el sistema de cimentación por levitación magnética alguna estructura que su uso justifique el uso de esta cimentación. De igual manera menciono que en lo referente a lo estructural y cimentación típica, no se toca a profundidad.

El proyecto es meramente esquemático, representativo, en el cual no se desarrolla muy a fondo ninguna de las variantes del diseño, salvo se podría decir solo en la parte de lo estructural muy en específico cimentación. Por ende un análisis del sitio, p de zona, analogías o ideas rectoras, instalaciones de cualquier tipo, propuestas de materiales o métodos constructivos, o cálculos referentes a resistencias y cargas no se desarrollaran tan a fondo o ni se tocaran.



<p>PROYECTO DE CIMENTACIÓN ELECTROMAGNÉTICA PARA UN NUEVO SISTEMA ANTISÍSMICO</p>		<p>PROYECTO DE CIMENTACIÓN ELECTROMAGNÉTICA PARA UN NUEVO SISTEMA ANTISÍSMICO</p>	
<p>ALUMNO: [ ]</p>		<p>ALUMNO: [ ]</p>	
<p>FECHA: [ ]</p>		<p>FECHA: [ ]</p>	
<p>ESCUELA DE ARQUITECTURA</p>		<p>ESCUELA DE ARQUITECTURA</p>	



Para las plantas estructurales del primer y segundo piso se propone el uso de perfiles de acero IR, que se unirán con la trabe perimetral que esta asu vez también será de vigas IR.

Para las trabes principales, las que soportaran y trasmitirán las cargas del observatorio a las columnas y estas a la cimentación, se proponen de concreto armado y con un dimensiones mayores a las trabes de acero IR perimetrales y de losa de los respectivos pisos.

Las columnas principales y secundarias serán de concreto armado, con el armado de acero que corresponda al cálculo previo de las cargas, la columna central estará compuesta por decirlo así por 4 columnas, esta trasmitirá la mayor parte del telescopio a una cimentación de zapata aislada que tendrá el sistema antisísmico-levitación magnética.

El análisis de la cimentación corresponde a tres partes:

Una cimentación típica, en este caso zapata corrida, la cual se encargara de recibir y transmitir las cargas perimetrales de la estructura como muros, en parte las losas de pisos y azoteas, esta estará descansando no en el terreno, sino en el prototipo de cimentación magnética.

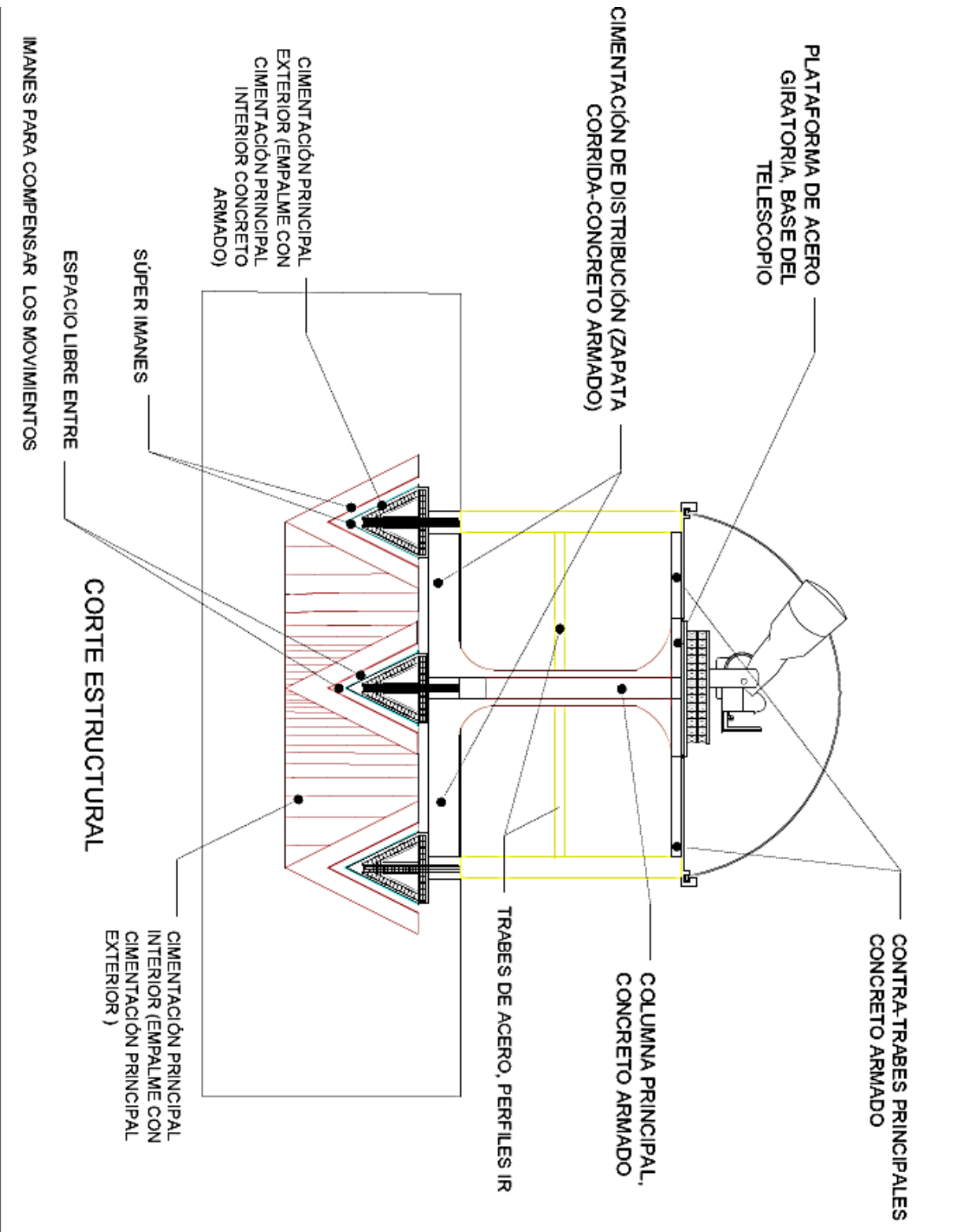
La segunda parte de este sistema es la cimentación principal interior:

Se trata de una especie de dado piramidal invertido perimetral, sobre el cual descansa la cimentación típica de zapata corrida, la característica de esta cimentación es que en las caras exteriores de esta se ubicaran los súper-imanés, superconductores, con polaridad negativa o positiva, esta cimentación a su vez está dentro de otro elemento , una cimentación principal exterior.

La tercera parte de este sistema es la cimentación principal exterior:

Se trata al igual que la cimentación interior de un especie de dado piramidal invertido de mayor tamaño a comparación de la cimentación interior, en proporción es más grande que esta de tal modo que la cimentación interior pueda entrar completamente en la exterior en pocas palabras la cimentación exterior tendrá una cavidad lo suficientemente grande como para que entre la cimentación interior, al igual que la cimentación interior, la exterior tendrá

súper-imanes. Electroimanes o superconductores en sus caras internas de la misma polaridad que los imanes de la cimentación interior, para lograr el efecto de repulsión y levitación magnética.



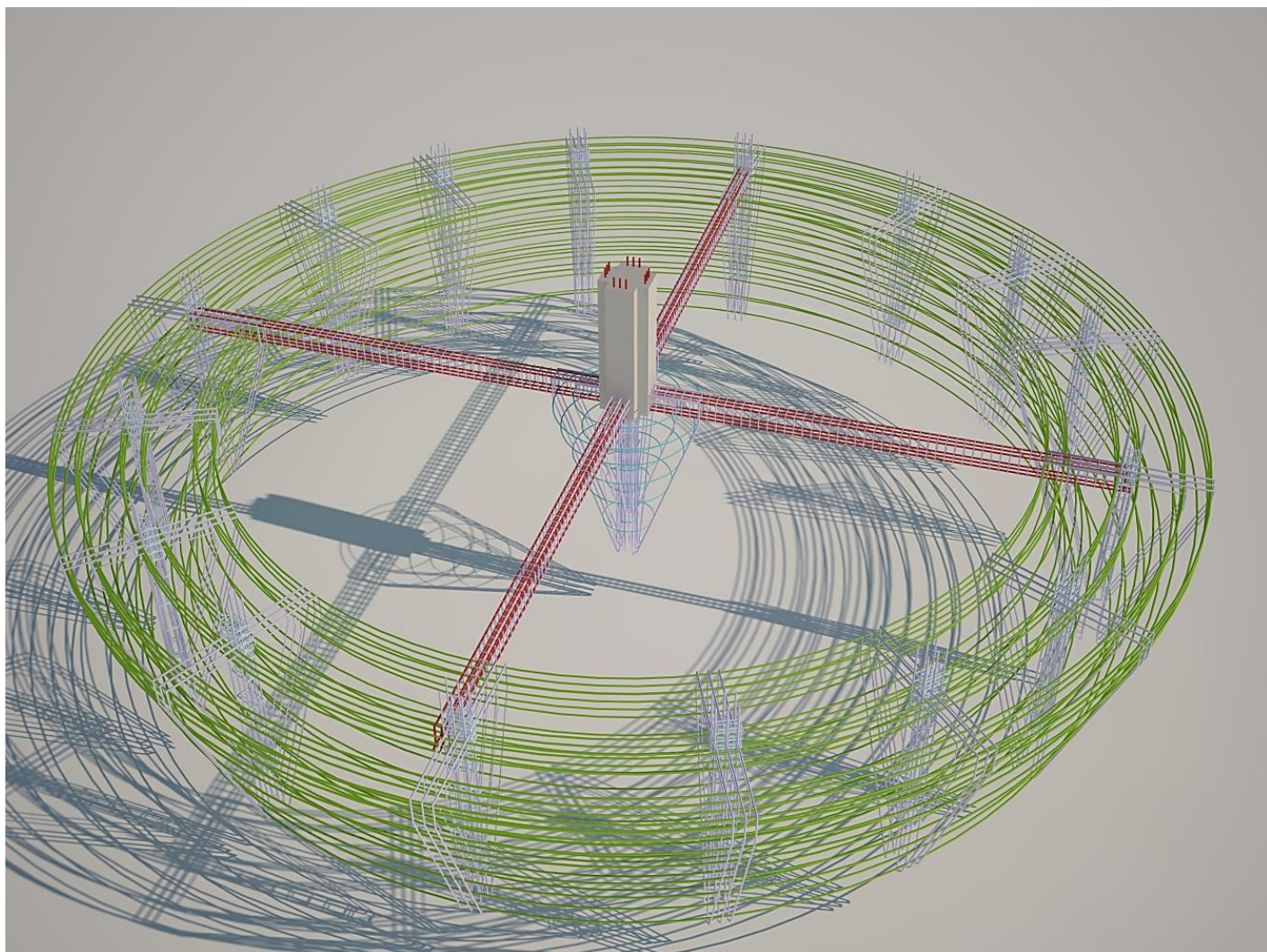
<p>PROYECTO DE LOCALIZACIÓN</p>	
<p>Simbología</p>	
<p>ACTIVO</p>	
<p>Resolución del Concejo Municipal de Pinar del Río</p> <p>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</p> <p>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</p>	
<p>PROYECTO DE LOCALIZACIÓN</p> <p>1:1000</p> <p>CONTEO DE VOLUMEN</p> <p>CONTEO</p>	

Cimentación electromagnética- nuevo sistema antisísmico – Huerta Ortiz Jesús

En el corte anteriormente mostrado se muestra un poco más comprensible la composición de la cimentación aparte de una propuesta para el armado de la cimentación principal interior, la propuesta del armado es conceptual, un criterio personal, para certificarlo y comprobarlo se necesitan los cálculos y la bajada de cargas que habría en dichas partes de la cimentación la cual no se llegó a desarrollar del todo en este proyecto.

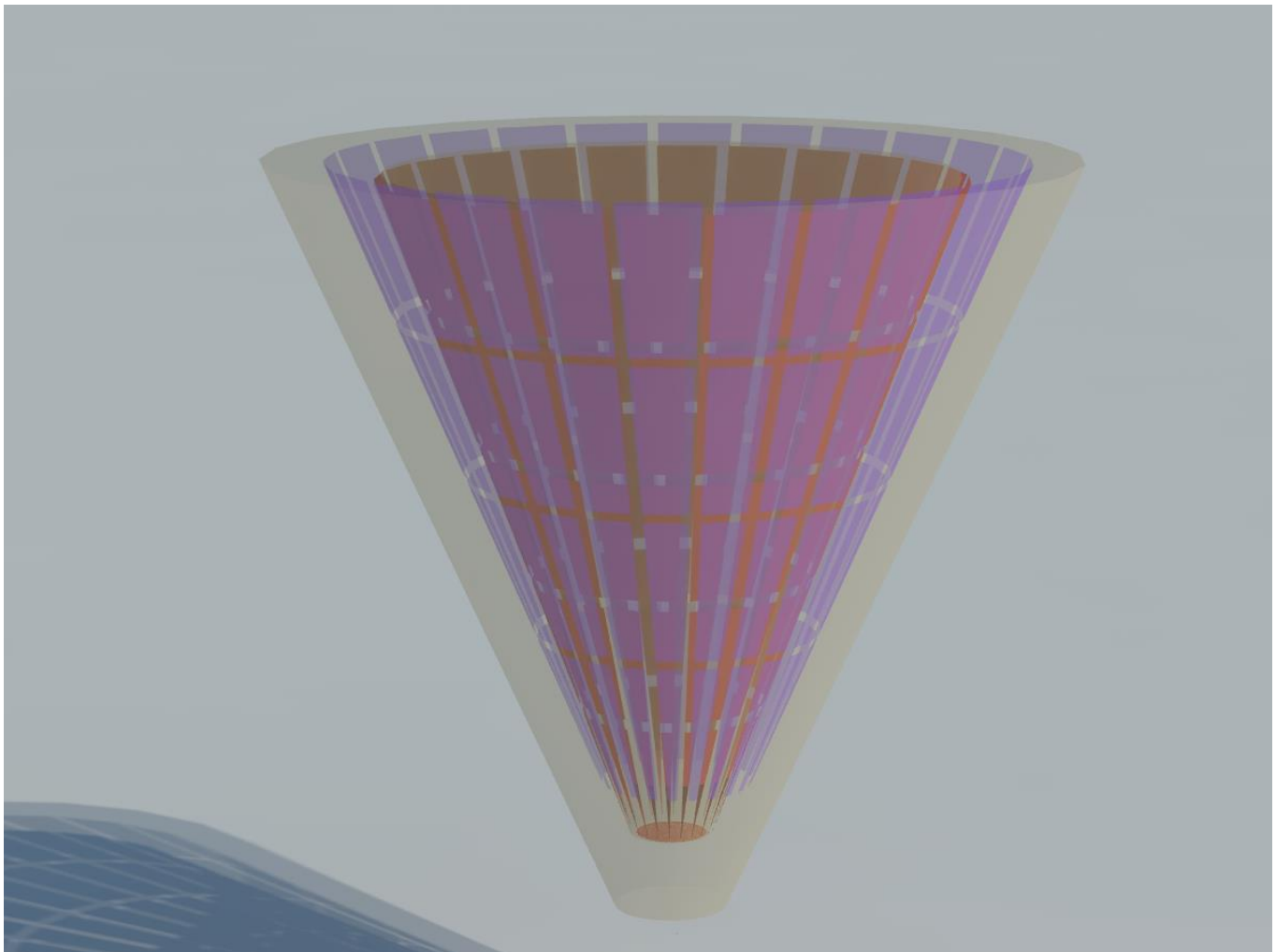
Explicando un poco el corte, la columna principal descansara en un prototipo de cimentación magnética más pequeño que la perimetral pero está a comparación de la cimentación magnética perimetral tendrá electroimanes, superconductores, o súper-imanes, de mayor potencia a comparación de la potencia de los imanes de la cimentación magnética perimetral, que serán 5 a 10 % de menor potencia, esto se hace para compensar el tamaño y área magnética que tendrán de diferencia, la cimentación magnética perimetral es mayor en cuanto a medidas y campo magnético a comparación de la cimentación magnética aislada, por esa razón se quiere compensar esa variante de áreas y medidas con mayor potencia de los imanes de la cimentación magnética aislada.

Un sistema computarizado se encargaría de calibrar y compensar las variantes que se generen en el campo magnético de ambas cimentaciones con el fin de igualar la fuerza de repulsión de los imanes y así lograr el efecto de levitación uniforme en la estructura en caso de movimiento tectónico.



Este render, es un a propuesta del armado que tendría la cimentación principal tanto interior como exterior, el cómo se amarrarían las contra trabes con la cimentación magnética perimetral y la cimentación magnética aislada, al igual una propuesta del número de estribos o amarres que tendría la cimentación magnética perimetral y la cimentación magnética aislada.

En este render se puede observar la distribución y colocación de los súper-imanes, superconductores, que se utilizaran para el efecto de levitación magnética, como se puede observar están colocados en todo el contorno de la los dados piramidales, estos imanes tendría una polaridad diferente o sin polaridad cuando no haya algún movimiento sísmico, al momento de ser detectado algún movimiento sísmico los imanes cambiaran a una misma polaridad para lograr el efecto de repulsión magnética y levitación magnética.



## **VII Conclusión:**

Con todo lo expuesto desde el capítulo 4, desde los usos del electromagnetismo, hasta intentar aplicarlo a un proyecto arquitectónico, pasando por los posibles diseño y propuesta de una cimentación funcional, nos damos cuenta que teórica mente es posible, más que nada porque la aplicación del electromagnetismo en nuestra vida cotidiana y artefactos cotidianos y comunes ya es una realidad esta tecnología no está reservada solo para las ramas de la ciencia y experimentación , ya hay aplicaciones comerciales, ahora tenemos que encontrar la mejor manera de aplicar esta tecnología a aplicaciones más importantes, más relevantes seguir desarrollándola, una de estas propuesta es la cimentación electromagnética, que si bien estamos a años de un uso comercial practico, si se llega a desarrollar por completo , esta tecnología seria revolucionaria, no solo en las áreas de la construcción como la arquitectura e ingeniería, sino sería un gran avance en la ciencia y la tecnología.

Aunque en este trabajo no se desarrolló ni tan solo 10% de este amplio tema, se dejó muchas variantes, y no hay algún calculo fuerte que respalde este trabajo como tal, el concepto, la primera propuesta práctica, y una propuesta conceptual son los primeros pasos, se seguirá desarrollando este tema, hasta donde sea posible teóricamente, prácticamente o humanamente se posible.

## **VIII Bibliografía**

[http://www.sismica.cl/catalogos/aislador\\_sl.pdf](http://www.sismica.cl/catalogos/aislador_sl.pdf)

[http://www.sismica.cl/catalogos/amortiguador\\_viscoso.pdf](http://www.sismica.cl/catalogos/amortiguador_viscoso.pdf)

<http://www.sismica.cl/?portfolio=aisladores-elastomericos-si>

<http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/segundo-ciclo-basico/ciencias-naturales/fuerza-y-movimiento/2009/12/61-5130-9-el-electromagnetismo.shtml>

Título: BREVE ORIENTACIÓN GENERAL PARA ELABORAR LA PROPUESTA DE TESIS ( O TESINA ).

Autor: BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA. INGENIERIA ELECTRONICA.

Año: 2011

Edición: BUAP , FCE

<https://www.youtube.com/watch?v=lpze8wFJeQk>

<http://secosparadise.blogspot.mx/2012/05/geotecnia-sismos-torre-mayor-buenas.html>

<http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/japan/9122985/Japan-unveils-airbag-earthquake-protection-for-the-home.html>