



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ciencias en Ingeniería

Línea Terminal en Construcción

**CONTEXTO ARQUITECTÓNICO RECOMENDABLE PARA VIVIENDAS
CIMENTADAS SOBRE SUELOS EXPANSIVOS**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Maestro Ciencias

Presenta:

Arq. Nancy Edith González Cobián

Dirigida por:

Dra. Teresa López Lara

**Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Agosto 2004**



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ciencias en Ingeniería
Línea Terminal en Construcción

**CONTEXTO ARQUITECTÓNICO RECOMENDABLE PARA VIVIENDAS
CIMENTADAS SOBRE SUELOS EXPANSIVOS**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Maestro Ciencias

Presenta:

Arq. Nancy Edith González Cobián

Dirigida por:

Dra. Teresa López Lara

SINODALES

Dra. Teresa López Lara
Presidente

Dr. Juan Bosco Hernández Zaragoza
Secretario

Dr. Diego Arturo López de Ortigosa
Vocal

M. I. Gerardo René Serrano Gutiérrez
Suplente

Dr. Alejandro Manzano Ramírez
Suplente

M. I. Gerardo René Serrano Gutiérrez
Director de la Facultad

Dr. Sergio Quesada Aldana
Director de Investigación y
Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Agosto 2004 México

RESUMEN

Este trabajo consiste en proporcionar o recomendar algunas propuestas arquitectónicas que incluyan las consideraciones de prevención de daños por suelos expansivos. Tal es el caso de la utilización de diferentes materiales para pisos en exteriores por ejemplo adoquines y empedrados, en muros de colindancia se proponen dovelas prefabricadas y sillar con junta pobre, elevación del piso de la construcción para evitar el contacto directo con el suelo, el tipo de vegetación en jardines, la forma de riego, pendientes adecuadas etc.

(Palabras clave **suelos expansivos, jardines, muros, Pisos, hidroponia, arquitectura del paisaje, daños por suelos expansivos**).

SUMMARY

This work consists in providing or recommending some architectonic proposals that include the considerations of prevention of damages by expansive soils. So it is the case of the use of different materials for floors in exteriors for example, paving stones and paved with stones in exteriors, in walls of boundary set out dovelas prefabricated and to ashlar with poor meeting, elevation of the floor of the construction to avoid the direct bonding with the ground, the type of vegetation in gardens, the suitable form of irrigation, slopes etc.

(Key words: expansive soils, gardens, walls, floor, hidroponia, architecture of the landscape damage by expansive soil.

DEDICATORIAS

Dedico éste logro en mi vida profesional a mi esposo Juan Francisco Avila Escobedo, por sus palabras, su apoyo, confianza, paciencia, dedicación que me ha brindado con mucho amor.

A

Mis padres: Jesús González Solís y María de los Ángeles Cobián Pelayo con mucho amor se los dedico como les he dedicado todos mis triunfos que gracias a ellos he logrado y soy quien soy, por creer siempre en mi y por heredarme como dicen ellos “el mejor tesoro” una profesión.

A

Mis hermanos: Fabiolita, Mirna, Magaly y Paco (los cuatitos), por estar en mi vida y ser cada uno de ellos una parte de mi, cada uno es especial y de cada uno de ellos he aprendido a caminar en ésta vida junto a ellos siempre.

A

Mi abuelo Don Bonifacio Cobián Ponce por ser mi amuleto y un gran ejemplo a seguir, por sus palabras inolvidables y se lo dedico en éste año que llega a sus 9 décadas, Felicidades abuelo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me acompaña en éste caminar por la vida.

A la Universidad Autónoma de Querétaro por el impulso que brinda a los profesionistas y el apoyo que ofrece a estudiantes de México y el extranjero.

A cada uno de mis maestros que encontré a lo largo de la maestría agradezco sus conocimientos transmitidos y su amistad, en especial a la Dra. Teresa López Lara por brindarme su apoyo en la realización de ésta tesis, al Dr. Juan Bosco Hernandez Zaragoza que desde mi llegada hasta el día de hoy me ha brindado su apoyo y asesoría.

A Juanito por su paciencia, sus consejos, sus regaños, sus desvelos y su gran corazón.

A Mirna que me dio impulso para iniciar éste proyecto compartiéndome sus experiencias y dándonos ánimos día a día, por hacerme sentir en casa formando una familia y por compartir una bonita etapa en nuestra vida.

A Fabio y Chava por brindarme hospitalidad, confianza, apoyo y muchas sonrisas.

A Zule, Enith, Maga, Almita y Se, por ser en algún tiempo mi familia compartiéndonos alegrías, tristezas y demás entre 4 paredes.

A mis amigos: Neto, Roberto, Edson, Maga, Se, Karlilla, Richi e Iyari que tanto extrañé y que a pesar de la distancia estaban conmigo apoyándome y haciéndome sentir cerca de mi tierra.

A mis compañeros de la maestría Jesús, Cosme, Claudia, Rodrigo, Francisco, Jaime, que compartimos la experiencia y nos apoyamos en lo que pudimos.

A toda la gente que he conocido en ésta bonita ciudad y me ha brindado su amistad, cariño y apoyo: Héctor, Walterín, Olivia, Elizabeth a mis compañeros de trabajo,

Al Ing. Antonio Guerrero Sánchez, por darme la oportunidad de trabajo, a Olga por su bonita amistad.

A Hector, Vlady y Vicente por estar en contacto día a día y sentirlos siempre a mi lado a pesar de solo verlos una vez al año.

A Marifer por llegar y darle una lucecita a la familia con toda su energía y felicidad de niña.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	I
SUMARY.....	II
DEDICATORIAS.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
INDICE GENERAL.....	V
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
I INTRODUCCIÓN	1
II ESTADO DEL ARTE	3
II.1 Suelos Expansivos.....	3
II.1.1 Definiciones.....	3
II.1.2 Localización de suelos expansivos.....	3
II.1.3 Daños que causa la expansión de los suelos.....	5
II.1.4 Algunas Soluciones de Cimentación.....	6
II.2 Arquitectura del paisaje.....	12
II.2.1 Importancia de la arquitectura del paisaje.....	12
II.2.2 El Jardín.....	14
II.2.3 Sistemas de riego y pendientes óptimas.....	22
II.2.4 Hidroponia.....	28
II.2.5 Elementos de construcción en los jardines.....	34

III	ANÁLISIS DEL TIPO DE VEGETACIÓN.	45
III.1	Importancia y daños que provoca la vegetación en suelos expansivos. .	45
III.2	Tipos de vegetación recomendable para jardines de viviendas cimentadas sobre suelos expansivos.	47
III.3	Sistemas de Riego y pendientes óptimas.	59
IV	ANÁLISIS DE MATERIALES EN PISOS Y MUROS EXTERIORES.	60
IV.1	Daños en los pisos y muros de las áreas exteriores de la vivienda.	60
IV.2	Remediación de daños en pisos y muros exteriores.	61
IV.3	Pisos recomendables para exteriores.	62
V	PROPUESTAS DE DISEÑOS DE JARDINES PARA VIVIENDAS.	69
V.1	El diseño en el jardín.	69
V.2	Propuesta de casa habitación cimentada sobre suelos expansivos.	69
V.2.1	Propuesta 1.	70
V.2.2	Propuesta 2.	72
VI	RESULTADOS.	76
VII	Conclusiones y recomendaciones.	79
VII.1	Conclusiones.	79
VII.2	Recomendaciones.	80
	BIBLIOGRAFÍA.	82
	ANEXO 1.	84

INDICE DE TABLAS

Tabla II.1 Daños Causados por los suelos expansivos.	6
Tabla II.2 Algunos de los cultivos más comunes destinados a la alimentación.....	31
Tabla II.3 Plantas ornamentales y de flor que se pueden cultivar con hidroponia.	31
Tabla VI.1 Plantas recomendables para suelos expansivos.	77

Dirección General de Bibliotecas UAQ

INDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Distribución de las zonas de suelos expansivos (Modificada de G. W. Donaldson, 1969)	4
Figura II.2 Suelos Expansivos en la Republica Mexicana.	5
Figura II.3 Sustitución del suelo expansivo por tepetate.	7
Figura II.4 Impermeabilización de zapatas de cimentación	7
Figura II.5 Aislamiento del suelo expansivo.	8
Figura II.6 Sobreexcavación en la cimentación.	9
Figura II.7 Cimentación rígida para eliminar movimientos diferenciales.....	10
Figura II.8 Nervaduras en la cimentación.	10
Figura II.9 Cimentación con pilotes.	12
Figura II.10 Interacción arquitectura-Medio ambiente.	13
Figura II.11 El Jardín en las viviendas.....	14
Figura II.12 El Césped.....	16
Figura II.13 Arbustos.	17
Figura II.14 Árbol.....	18
Figura II.15 Conífera.....	20
Figura II.16 Palmera.....	21
Figura II.17 Setos.	21
Figura II.18 Plantas Crasas.	22
Figura II.19 Agua en el jardín.	23
Figura II.20 Riego por aspersion	24
Figura II.21 Riego por goteo.....	25
Figura II.22 Riego subterráneo.....	27

Figura II.23 Riego programado.....	28
Figura II.24 Cultivo Hidropónico.	29
Figura II.25 Hidroponia.....	30
Figura II.26 Hidroponia en viveros.....	32
Figura II.27 Empedrado.....	36
Figura II.28 Adoquín.....	36
Figura II.29 Piezas de Adoquín.	37
Figura II.30 Adopasto.	40
Figura II.31 Sillar.	41
Figura II.32 Estanque.....	44
Figura II.33 Jardín lugar de recreo.	45
Figura III.1 Daños causados por la vegetación.....	45
Figura III.2 Daño en un piso causado por la expansión del suelo.	46
Figura III.3 Daño en banquetta causado por un árbol.	48
Figura III.4 Césped.....	48
Figura III.5 Bugambilia.....	49
Figura III.6 Cinta.....	50
Figura III.7 Adelfa.....	51
Figura III.8 Hortensia.....	51
Figura III.9 Orquídea.	51
Figura III.10 Nochebuena.....	52
Figura III.11 Ficus.....	53
Figura III.12 Tulipán	53
Figura III.13 Manzano.....	54

Figura III.14 Naranja.....	54
Figura III.15 Limón	55
Figura III.16 Palmera abanico	55
Figura III.17 Palmera Fénix	55
Figura III.18 Palmera Areca.....	55
Figura III.19 Plantas crasas.....	56
Figura III.20 Maguey.....	56
Figura III.21 Nopal.....	56
Figura III.22 Cedro Limón.....	57
Figura III.23 Tulia	58
Figura III.24 Cedro Limón Chino	58
Figura III.25 Sistema de riego y pendientes óptimas.....	59
Figura IV.1 Daño irreparable en una huella de concreto.	61
Figura IV.2 Piezas pequeñas de pisos. (adoquín).....	61
Figura IV.3 Adoquín	62
Figura IV.4 Ejemplo del uso del Adoquín.	63
Figura IV.5 Piezas de Adopasto	63
Figura IV.6 Adopasto colocado	63
Figura IV.7 Ejemplo del uso de Adopasto.	64
Figura IV.8 Empedrado	64
Figura IV.9 Muro de sillar con junta pobre.....	66
Figura IV.10 Ejemplo de dovelas para muros.....	67
Figura IV.11 Ejemplo de levantamiento de dovela por el movimiento del suelo....	67
Figura V.1 Propuesta 1 (Diseño de jardín)	71

Figura V.2 Propuesta 2 (Diseño de jardín)	74
Figura V.3 Cimentación por sustitución.	76
Figura V.4 Cimentación con Nervaduras.....	77
Figura V.5 Cimentación con pilotes.....	77

Dirección General de Bibliotecas UAQ

I INTRODUCCIÓN

En la República mexicana como en muchos países del mundo, se han encontrado suelos expansivos, éstos tienen la característica principal de ser susceptibles a sufrir cambios volumétricos por los cambios de humedad.

Puede decirse que los suelos arcillosos expansivos son un fenómeno que se origina por la presencia de un suelo arcilloso con mineral montmorilonita y un clima semiárido, donde la evapotranspiración potencial media anual es mayor que la precipitación media anual.

La alta inestabilidad volumétrica hace que construir sobre suelos expansivos sea problemático, ya que puede ocasionar movimientos en la estructura, los pisos se levantan y los muros se agrietan.

Las grietas diagonales en un sótano que se desarrollan bajo las ventanas y arriba de las puertas son un fuerte indicativo de movimiento de expansión, esto también se puede considerar para el resto de la construcción, aunque debe tenerse presente que puede ser otra la causa.

De acuerdo a la estimación realizada por Jones y Holtz en 1973, los daños por suelo expansivos exceden al promedio anual de daños causados por inundaciones, huracanes, sismos y tornados.

El propósito de esta tesis es proporcionar diferentes combinaciones de varios tipos de materiales, vegetación, y soluciones de cimentación que eviten daños en las viviendas cimentadas sobre suelos expansivos.

En el capítulo II se proporcionan varias soluciones actuales de cimentaciones que se aplican cuando se encuentra con este tipo de suelo, éstas se elegirán tomando en cuenta diferentes aspectos como el tamaño de la obra, el potencial de hinchamiento, el tipo de obra etc. ya que éstos métodos llegan a ser costosos por la maquinaria y el volumen de material que se utilizará.

También se menciona la importancia que tiene la arquitectura del paisaje en las viviendas, así como la clasificación de las plantas, sistemas de riego y una técnica muy interesante de siembra sin tierra "Hidroponia".

En el capítulo III se proponen diferentes tipos de plantas y vegetación apropiada para los jardines de las viviendas cimentadas sobre suelos expansivos, ya que al encontrarse cerca de la construcción suelen causar daño si son un tipo de plantas que consuman excesiva humedad del suelo.

Por ello se proponen plantas de características tales que no afecten la humedad en el suelo, así como un tipo de riego adecuado para evitar encharcamientos, también se mencionan las pendientes apropiadas para que los escurrimientos del agua sean fluidos y no se estanquen.

En el capítulo IV se analizan los materiales para muros y pisos en áreas exteriores de la vivienda, ya que los materiales comunes que se utilizan en las construcciones por lo regular forman una estructura rígida que con los movimientos tiende a romperse, por lo que se proponen otro tipo de materiales que no se dañen con los movimientos del suelo.

En el capítulo V se proporcionan algunas propuestas de diseño arquitectónico de viviendas que incluyen materiales, muros, cimentaciones, plantas, etc. , que se consideran idóneas para el tipo de suelo y con ello lograr un ahorro en la economía del usuario y una buena estética en su hogar.

II ESTADO DEL ARTE

II.1 Suelos Expansivos.

II.1.1 Definiciones.

Los suelos expansivos se caracterizan por un especial comportamiento en presencia del agua (cambios de humedad), presentando variaciones en sus propiedades geotécnicas que pueden generar movimientos superficiales de grandes masas en taludes aparentemente estables y movimientos diferenciales en firmes y cimentaciones. En caso de que no haya variación de humedad se espera que los suelos expansivos no sufran cambios volumétricos.

Puede decirse que los suelos arcillosos expansivos son un fenómeno que se origina por la presencia de un suelo arcilloso con mineral montmorilonita y un clima semiárido, donde la evapotranspiración potencial media anual es mayor que la precipitación media anual.

La alta inestabilidad volumétrica hace que construir sobre suelos expansivos sea problemático, ya que puede ocasionar movimientos en la estructura, los pisos se levantan y los muros se agrietan, (Zepeda, 1992).

II.1.2 Localización de suelos expansivos.

En varias ciudades de la República Mexicana se han reportado presencia de suelos expansivos, la característica principal de estos suelos es la susceptibilidad que tienen de sufrir cambios volumétricos por la variación de humedad.

Aproximadamente un 12% de la superficie de México está cubierta por depósitos arcillosos potencialmente expansivos.

Los suelos expansivos se presentan principalmente en las regiones semiáridas de zonas de clima tropical y templado. En estas regiones la evapotranspiración es mayor que la precipitación, por lo que estos eventos naturales ayudan a la formación de montmorilonitas.

La evapotranspiración consiste en la conversión del agua de las superficies líquidas (ríos, lagos, etc.) y de los suelos húmedos, en vapor, el cual se incorpora en la atmósfera.

La “evaporación potencial media anual” se refiere a que durante el transcurso del año se proporciona artificialmente agua al subsuelo y a los embalses, lo que no sucede en condiciones reales, por lo cual puede considerarse como la pérdida máxima por éste concepto.

La evapotranspiración es la combinación de los dos fenómenos anteriores; hay dos tipos: la real y la potencial.

Los suelos expansivos pueden encontrarse casi en cualquier lugar del mundo: Estados Unidos, Australia, Sudáfrica, India, Israel, etc. En México varias regiones presentan éste tipo de suelo: Querétaro, Guanajuato, Michoacán, Tamaulipas, Morelos, Sonora, Baja California Norte, Veracruz, Chiapas y Campeche. La mayoría de estas regiones presentan clima semiárido, (*Zepeda y Castañeda 1992*).

En la Figura II.1. se muestran las zonas del mundo en donde se han reportado problemas de suelos expansivos.

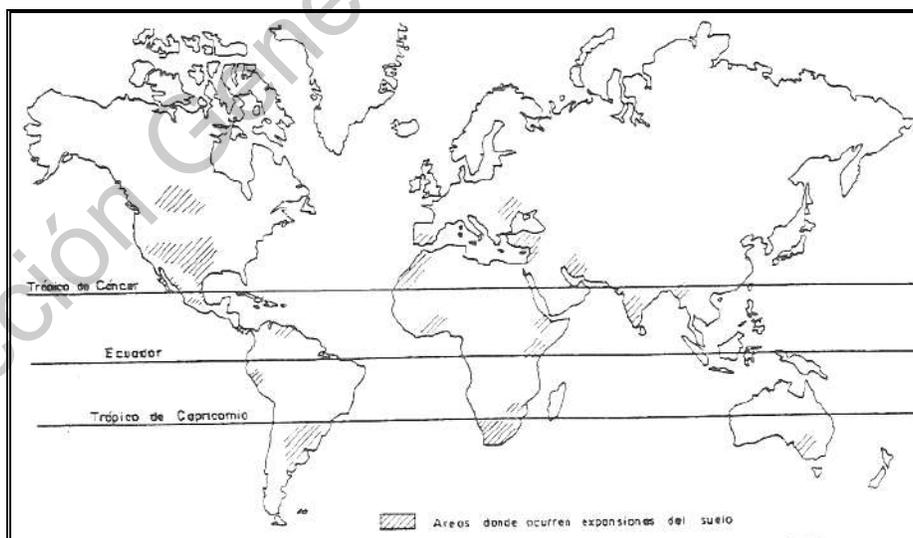


Figura II.1 Distribución de las zonas de suelos expansivos (Modificada de G. W. Donaldson, 1969)

Y analizando más a detalle las ciudades en México que han reportado presencia de suelo expansivo son: Mexicali, Tijuana, Tuxtla Gutiérrez, Ciudad Juárez,

Chihuahua, Durango, Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Chilpancingo, Tula, Morelia, Hermosillo, Navojoa, Cd. Victoria, Matamoros, Nuevo Laredo, Reynosa y Soto la Marina, (Zepeda 1989).

Con esto se observa que estas ciudades se encuentran relativamente cerca en cuanto a la zonificación, ya que la zona con suelos de mayor expansión en el país es en el centro de la república Mexicana, otra parte se encuentra al norte y muy poca al sureste.

En la Figura II.2. se muestran las zonas de la Republica Mexicana en donde se han reportado casos de suelos expansivos.

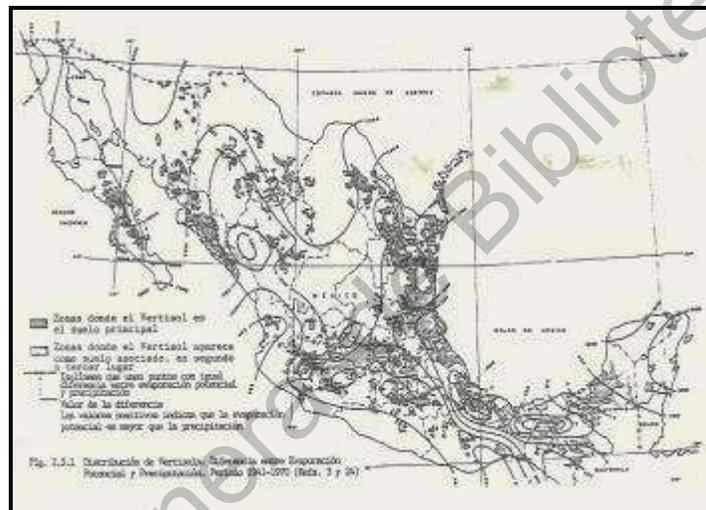


Figura II.2 Suelos Expansivos en la Republica Mexicana.

II.1.3 Daños que causa la expansión de los suelos.

La alta inestabilidad volumétrica hace que construir sobre suelos expansivos sea problemático, ya que puede ocasionar movimientos en la estructura, los pisos se levantan y los muros se agrietan.

Jones y Holtz (1973) estimaron los daños atribuidos a movimientos de suelos expansivos en la Tabla II.1.

Tabla II.1 Daños Causados por los suelos expansivos.

Categoría de la construcción	Estimación anual promedio de pérdidas en millones de dólares.
Casas unifamiliares	300
Edificios comerciales	360
Edificios de varios pisos	80
Banquetas, andadores y áreas de estacionamiento	110
Carreteras y calles	1,140
Servicios subterráneos e instalaciones	100
Aeropuertos	40
Deslizamientos de tierra urbanos	25
Otros	100
Total	2,255

De acuerdo a la estimación realizada por Jones y Holtz en 1973, los daños por suelo expansivos exceden al promedio anual de daños causados por inundaciones, huracanes, sismos y tornados.

Una gran parte de movimientos estructurales han sido atribuidos indebidamente a suelos expansivos, cuando en muchas ocasiones se deben al mal diseño del concreto, el inadecuado curado del concreto, carencia de juntas de expansión, asentamientos, etc.

Las grietas diagonales en un sótano que se desarrollan bajo las ventanas y arriba de las puertas son un fuerte indicativo de movimiento de expansión, esto también se puede considerar para el resto de la construcción sin embargo no debemos descuidar otros aspectos que pueden provocar movimientos en la cimentación, (Zepeda 1992).

II.1.4 Algunas Soluciones de Cimentación.

Un aspecto importante que se considera en las construcciones como primordial en la estructura es la cimentación, y más cuando se tiene una vivienda cimentada sobre suelos expansivos.

Es importante considerar un tipo de cimentación adecuada, sola o combinada con un mejoramiento del suelo que cumpla con ciertas características de diseño para evitar daños futuros en la estructura.

Para evitar los efectos de la expansión que pueden incidir sobre el subsuelo o sobre la estructura, se puede actuar de las siguientes maneras:

II.1.4.1. Sustitución.

Consiste en retirar cierto espesor de suelo expansivo y sustituirlo por otro de características inertes. El espesor a sustituir dependerá de la profundidad de la zona activa y de la magnitud previsible de la expansión, ver Figura II.3, (Trejo 1986).

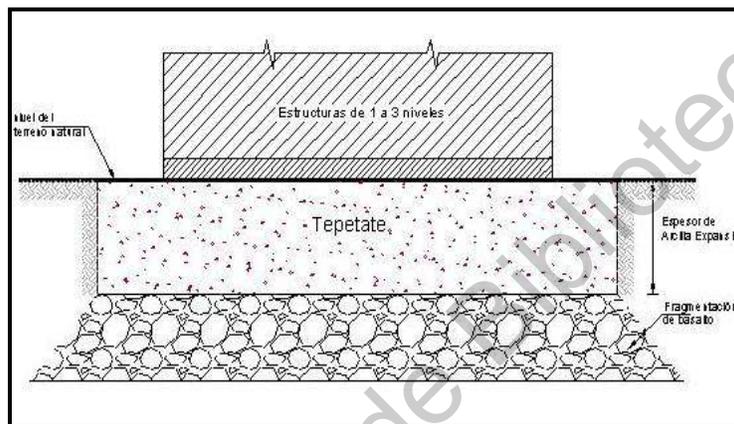


Figura II.3 Sustitución del suelo expansivo por tepetate.

II.1.4.2. Impermeabilización.

Se trata de utilizar recubrimientos plásticos y asfálticos entre la cimentación y el suelo para impedir el aumento del contenido de agua de terreno de apoyo.

Es difícil que el terreno permanezca realmente protegido, ver Figura II.4, (Trejo 1986).

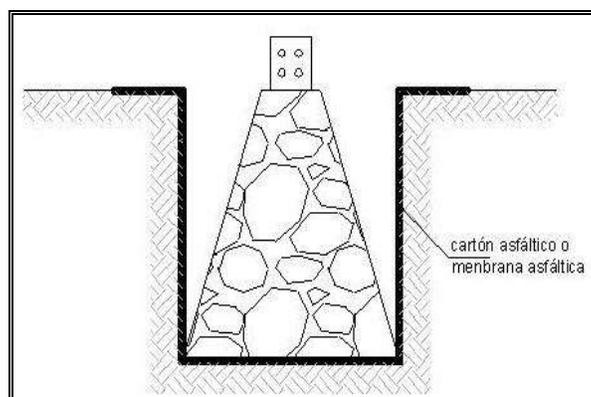


Figura II.4 Impermeabilización de zapatas de cimentación

II.1.4.3. Aislamiento.

Consiste en aislar el terreno de pérdidas o aumentos de humedad, esto se logra mediante la construcción de banquetas, pavimentos y drenajes, ver Figura II.5.

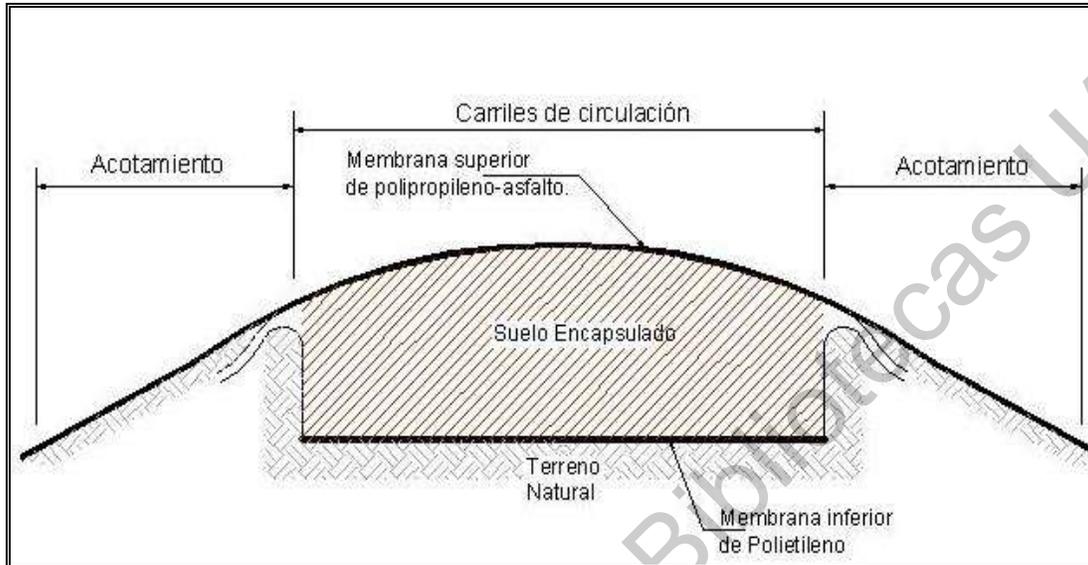


Figura II.5 Aislamiento del suelo expansivo.

II.1.4.4. Remoldeo.

Consiste en remoldear el suelo (romper su estructura) hasta una cierta profundidad y volverlo a colocar compactado a humedad mayor que la original con un peso volumétrico menor que el que tenía en estado natural, (Trejo 1986).

II.1.4.5. Sobreexcavación.

La sección de trabajo en la cimentación se sobreexcava y el espacio generado se rellena con material inerte (granular) en cantidad suficiente como para impedir la expansión por el peso del relleno, ver Figura II.6, (Trejo 1986).

II.1.4.6. Estabilización de suelos con cal.

Este método no es novedoso pues fue empleado en obras muy antiguas como la Muralla China y algunos caminos Romanos, pero hasta hace 30 años se empezaron a estudiar los mecanismos de la estabilización y en modificaciones sufridas por el suelo estabilizado.

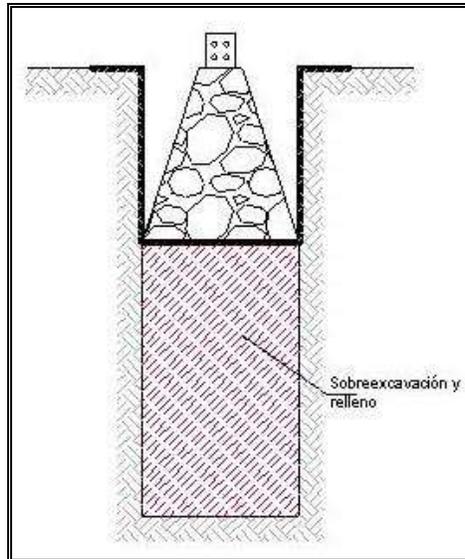


Figura II.6 Sobreexcavación en la cimentación.

La aplicación de la cal se concentra principalmente al caso de suelos finos, (Malagón, 1986).

La aplicación de la cal se concentra al caso de los suelos finos con el objeto de incrementar su resistencia y disminuir su sensibilidad a cambios volumétricos debido a cambios en el contenido de agua.

II.1.4.7. Estabilización de suelos con Cemento Pórtland.

La utilización de cemento Pórtland, como estabilizante se ha intensificado en los últimos años, sobre todo en la construcción de autopistas.

La adición de pequeñas cantidades de cemento, de 2 a 3%, puede modificar significativamente las propiedades del suelo, del orden del 5 al 6%.

II.1.4.8. Estabilización con productos asfálticos.

Los asfaltos son resistentes a un gran número de ácidos pero existen indicios de que pueden ser atacados por otros agentes como las bacterias y materia orgánica.

II.1.4.9. Tratamiento con resinas y polímeros.

Los polímeros son materiales plásticos artificiales de origen generalmente orgánico, producidos por medios químicos, capaces de adquirir forma por el calor y la presión, conservándola después y alcanzando grandes resistencias mecánicas.

II.1.4.10. Estructura Rígida.

Se proyecta de tal modo que pueda flotar sobre las regularidades del terreno sin romperse, ver Figura II.7.

En las cimentaciones se trata generalmente de una losa de concreto armado, de peraltes importantes, que generalmente es costosa, (*Trejo 1986*).

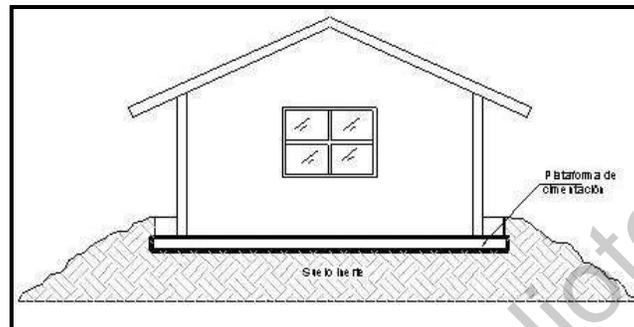


Figura II.7 Cimentación rígida para eliminar movimientos diferenciales.

II.1.4.11. Cimentaciones Flotantes.

Existen dos opciones, la cimentación corrida y la losa.

La solución de cimentación estructuralmente resistente tiene las siguientes variantes:

II.1.4.11.1. Losa con traves hacia abajo.

Consiste en apoyar la losa y una fracción reducida de su área (nervaduras), generalmente se construye como una estructura de nervaduras y huecos en forma de panal, ver Figura II.8. En esencia hace que la construcción flote como una balsa encima de los hinchamientos del suelo.

Al aumentar los hinchamientos del suelo tienden a desplazarse hacia las zonas huecas entre las nervaduras.

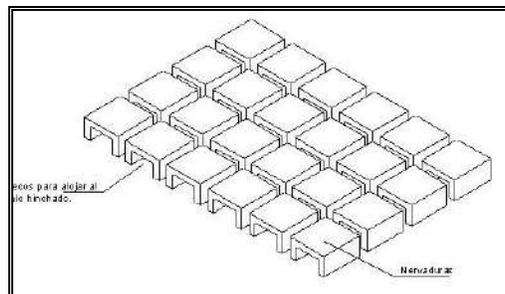


Figura II.8 Nervaduras en la cimentación.

II.1.4.11.2. Losa con trabes hacia arriba.

La cimentación corrida (trabes) cimenta los muros y debe resistir por si sola los momentos de la carga de la estructura y del terreno.

Las losas tienden a levantarse y casi seguramente a agrietarse por lo que ésta solución es poco aceptable, aunque económica.

II.1.4.11.3. Losa Plana sin trabes.

Cuando el potencial de hinchamiento es moderado, se puede emplear el sistema común de losa plana.

Este tipo de losas sencillas colocadas sobre el terreno pueden ser interiores o exteriores, son comúnmente empleadas como pisos, pasillos, patios.

El objetivo de las losas es mantener la superficie plana y uniforme, evitar el agrietamiento y daño a muros aledaños.

II.1.4.11.4. Zapatas.

Las zapatas aisladas y continuas representan el tipo de cimentación más frecuentemente empleada. Están asociados con losas simples coladas sobre el terreno de la planta baja, mientras que las cargas de los muros y columnas están apoyadas sobre las zapatas.

II.1.4.11.5. Cimentación con pilotes o pilas.

Consiste en cimentar sobre pilas ancladas por debajo de la profundidad activa y dejar un espacio libre entre el suelo y el edificio, Figura II.9.

Consiste en perforar mediante una máquina adecuada, un pozo de sección circular, con base ensanchada, colocar un refuerzo de acero y llenar la perforación con concreto.

El ensanchamiento de la base es necesario porque el suelo expansivo se adhiere al fuste de la pila y tiende a levantarlo.

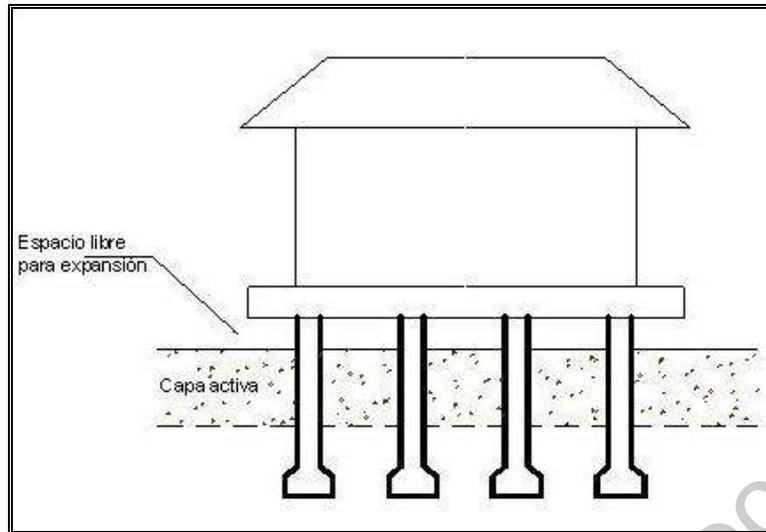


Figura II.9 Cimentación con pilotes.

II.2 Arquitectura del paisaje.

II.2.1 Importancia de la arquitectura del paisaje

En los últimos años las cuestiones relativas a la arquitectura del jardín y la intervención y protección del paisaje han despertado considerable interés en los ámbitos arquitectónicos profesional. De una parte está el entendimiento del jardín como un campo de experimentación formal y a escala de parque como un instrumento de integración y reactivación social en la ciudad contemporánea; de otra, la continua expansión urbana en el territorio plantea el problema de la integración con el paisaje, así como la necesidad de conservar los paisajes de valor cultural, de recuperar otros transformados por actividades industriales y de ordenar el uso de áreas naturales de calidad paisajista, (www.aq.upm.es).

La interacción entre la arquitectura y el medio ambiente puede establecerse con muy distintos niveles de implicación, Figura II.10, Desde una intención de relación puramente visual entre las formas del paisaje y las de la edificación, hasta una construcción radicalmente bioclimática, hay todo un amplio campo en el que los arquitectos actuales pueden desarrollar sus proyectos según sus puntos de vista y posibilidades, (www.habitat.aq.upm.es).



Figura II.10 Interacción arquitectura-Medio ambiente.

Tradicionalmente, los buenos edificios siempre han tenido en cuenta su imagen visual en relación con el entorno natural que los rodeaba, para significarse y realizarse en él. También han tenido presente el aprovechamiento de las buenas vistas para enmarcarlas desde el interior y disfrutarlas, pero en todo caso como algo complementario que enriquecía y se añadía al conjunto de elementos establecido. Actualmente estamos asistiendo a algo más radical, a que la naturaleza sea un elemento arquitectónico, (www.habitat.aq.upm.es).

Es importante mencionar que la vegetación nos brinda grandes beneficios algunos son: la capacidad para proteger de los vientos fuertes, absorber ruidos, aminorar malos olores, absorber polvo a través de sus hojas y de los más importantes incorporar oxígeno a la atmósfera, (*Schjetnan, 1997*).

El Jardín privado lo entendemos como superficie habitable; como prolongación de la vivienda edificada, como más vivienda, pero al aire libre.

Y eso exige su utilidad. Un carácter que debe dominar sobre lo decorativo. El precio del suelo exige sacarle el máximo partido a la parcela, y si el jardín siempre está regándose, segándose o regenerándose, difícilmente podremos disfrutarlo en su plenitud.

Son Jardines para contemplar la vida y vivir esa interacción no destructiva con la Naturaleza, que es, en definitiva, el Jardín. (www.ediho.es/paisajistas-asociados).

II.2.2 El Jardín.

Jardín, de *Jard*, palabra de origen germánico que significa cercado, (*Xavier Florín*). Los jardines son un trozo de naturaleza decorado. De todas formas, deberán respetar los accidentes naturales que hay en su jardín y cambiarlos lo menos posible, (*Scheu-Helgert Marianne*).

Un Jardín es un organismo, un organismo es un ser, y por tanto una individualidad, un todo indivisible que posee su personalidad propia, reflejo del terreno mismo que lo acoge, Figura II.11, (*Xavier Florín*).



Figura II.11 El Jardín en las viviendas.

Está formado por órganos diferentes con funciones tan variadas como respirar, digerir, segregar, excretar, moverse, captar, etc. Y como en una sociedad saludable, éstos diversos órganos cumplen la función que les es propia, ayudándose siempre unos a otros para constituir primero el organismo en sus primeras etapas, después para mantenerlo en feliz equilibrio y, finalmente para acompañar su biografía suscitando sucesivas metamorfosis hacia una finalidad cada vez más definida, (*Xavier Florín*).

Eso es un verdadero jardín, un cercado, una entidad muy bien educada, y por lo tanto bien conducida hacia una fecundación cada vez más armoniosa entre el cielo y la tierra.

EL jardín debe armonizar con la casa e incluso, habría que decir, con la personalidad del propietario, el cual, aún cuando se dirige a centros de jardinería que cuenta con la colaboración de arquitectos paisajistas y jardineros muy hábiles, non debe en absoluto darles carta blanca para no correr el riesgo de sentirse para siempre “huésped” en su propia tierra.

El jardín, como la vivienda, debe nacer de la colaboración entre los expertos y nosotros, incluso cuando se requieren importantes obras de instalación, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

El jardín es lugar en el que, al faltar la finalidad puramente utilitaria, el cultivo biológico puede hallar su más lógica y factible realización.

Esta técnica además de influir positivamente en la belleza y la fortaleza de las plantas, permite hacer del jardín un ambiente sano para quien lo frecuenta: el hombre y los animales domésticos en primer lugar y, secundariamente, la fauna silvestre, elemento accesorio pero muy agradable, que incrementa el valor del propio jardín, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

II.2.2.1. Césped.

Es poco frecuente que un prado natural sea tan bello que merezca el nombre de césped, que es por definición una extensión de terreno revestida de una capa uniforme y compacta, constituida por una mezcla especialmente estudiada.

El terreno que se destinará al prado debe trabajarse cuidadosamente y liberarse de los materiales gruesos, en los terrenos con subsuelo compacto e impermeable puede resultar necesaria la colocación de una red de drenaje bajo la capa activa, Figura II.12.

Esta consiste en colocar tubos de PVC u otro material resistente y hundirlos en el terreno, enterrados a profundidad variable en función de la profundidad de la capa impermeable y situados en canalillos trazados en forma de espina de pescado e inclinados para permitir que fluya el agua hacia un foso excavado en el margen de la parcela del terreno, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).



Figura II.12 El Césped.

Cuando entre los componentes del suelo abundan materiales finos como la arcilla y el limo, es necesario colocar sobre los tubos una capa de cascotes para evitar obstrucciones, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

La plantación se efectúa entre abril y mayo en las regiones de clima frío, entre septiembre y octubre en las de clima suave, el césped puede obtenerse con la plantación de terrones recogidos en un prado ya formado, de plantitas adquiridas en el vivero, de un césped en rollos vendido por metros y distribuido en tiras sobre la superficie, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

La vegetación debe sostenerse con abonos solubles en agua de rápido efecto, el mantenimiento consiste en la compresión con rodillo, el corte, la ventilación, la colocación de parches y la resiembra, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

II.2.2.2. Árboles y Arbustos.

Los árboles y los arbustos son el elemento indispensable para tener un jardín siempre vivo.

Al margen de las funciones utilitarias que son capaces de realizar sombra, pantalla, defensa del viento, oxigenación del aire, los árboles resuelven de la mejor forma, más compleja y definitiva, el problema decorativo. En efecto tras algunos cuidados necesarios debidos a todas las plantas hasta que se tenga la seguridad de que han arraigado, prácticamente se las arreglan solos, Figura II.13.



Figura II.13 Arbustos.

Se mencionan juntos los árboles con los arbustos, puesto que en la mayoría de los arbustos no existe una clara distinción entre las dos formas dentro de una misma especie que es capaz de asumir espontáneamente, según las condiciones ambientales, una u otra disposición; o bien puede criarse según el objetivo deseado mediante oportunas técnicas de poda efectuadas en las fases juveniles.

Árboles y arbustos, especies lógicamente perennes y leñosas, se clasifican en dos grandes grupos: de hoja caduca y de hoja perenne o de hoja persistente.

Otra distinción hace referencia a las características anatómicas de las hojas, que son de superficie amplia en las latifolias y de superficie reducida, a menudo en medida extrema, en las angustifolias, cuyo ejemplo típico son las coníferas.

En muchos casos árboles y arbustos tienen preferencias o exigencias por lo que se refiere al suelo, sin embargo poseen una capacidad de adaptación superior a las de las plantas de pequeñas dimensiones, cuyas posibilidades de alcanzar las reservas nutritivas e hídricas del suelo están limitadas forzosamente a una capa de modesto espesor, Figura II.14.

En el caso de sequía prolongada puede ser necesario asegurar un buen suministro hídrico incluso a los ejemplares adultos, haciendo llegar el agua en profundidad mediante un dispositivo de inyección que se clava en el suelo a cierta distancia del tallo y que debe moverse de forma continuada a distancias regulares a lo largo de la circunferencia.



Figura II.14 Árbol.

Hay que tener en cuenta que el ambiente es el resultado de numerosos factores, y que la carencia de uno de ellos puede hacer necesaria la modificación de otro considerado esencial. Por ejemplo, en suelo húmedo una insolación, aunque sea moderada, puede beneficiar a árboles deseosos de sombra pero que temen los estancamientos hídricos, del mismo modo que un suelo que tiende a secarse puede albergar convenientemente árboles deseosos de sol pero también de un sustrato fresco, cuando exista la posibilidad de plantarlos en posición semihumbría, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

Existen varias clasificaciones para identificar los diferentes tipos de árboles además de sus hojas, una muy importante es la clasificación por sus raíces que pueden ser: extendida, profunda o compacta, (*Schjetnan, 1997*).

PROBLEMAS QUE PUEDEN CAUSAR LOS ÁRBOLES

Como dice el tópico: todo en la vida tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Pues a los árboles también se le aplica. Estas plantas tienen muchos, muchos beneficios y los necesitamos en nuestros jardines, pero también tienen algunos inconvenientes potenciales que hay que conocer para evitarlos con una adecuada selección de las especies. Veamos cuáles son:

Raíces agresivas y potentes

Hay árboles que levantan pavimentos de aceras, porches, viales, etc. Las raíces potentes pueden agrietar muros, canalizaciones, algibes, pozos y piscinas, y obstruir tuberías de agua y de gas. Las palmeras no dan problemas en este tema.

Tienes una lista con distancias recomendadas de plantación de los árboles respecto a las construcciones.

Tabla II.2 Distancia mínima de plantación recomendada cuando hay una construcción cerca

NO.	ÁRBOL / ARBUSTO	DISTANCIA (m)	NO.	ÁRBOL / ARBUSTO	DISTANCIA (m)
1	Abeto	2	14	Lila (<i>Syringa vulgaris</i>)	4
2	Acacia de tres espinas	12	15	Macrocarpa	15
3	Araucaria	3	16	Magnolio	5
4	Arce megundo	15	17	Manzano de flor	8
5	Castaño de indias	20	18	Nogal	7
6	Chopo	20	19	Olmos	20
7	Ciprés de lawsony	15	20	Perales	8
8	Encina, alcornoque, robleg	20	21	Pinos	8
9	Espinosa	10	22	Plátano	12
10	Falsa acacia	10	23	Prunus	8
11	Fresnos	15	24	Sauces	30
12	Haya	12	25	Tejo	5
13	Higuerallg	5	26	Tilos	15

El eucalipto empobrece el suelo, Sus raíces agotan la riqueza de nutrientes del suelo y los residuos que caen (hojas, flores y frutos) tienen sustancias que impiden el crecimiento de otras plantas a sus pies. Por contra, hay árboles enriquecedores (árboles de la Familia de las Leguminosas, los Alisos, Casuarina, *Eleagnus angustifolia*, etc.) que aportan nitrógeno al suelo.

II.2.2.2.1. Las Coníferas.

Coníferas significa portadora de conos, es decir, de frutos procedentes de inflorescencia, formados por escamas leñosas destinadas a proteger las semillas, llamadas con el término botánico estróbilos y comúnmente conocidas como piñas. Sin embargo no en todas las coníferas tienen formas cónicas y consistencia leñosa: en el ciprés por ejemplo son esféricos y se denominan bayas, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

Los pinos comprenden especies y variedades que se adaptan a ser cultivadas en muchas regiones, existen especies de altura media y variedades enanas. Los pinos crecen bien en zonas luminosas y soleadas, pero se adaptan también al a media sombra; soportan bien la esquía, mientras que temen los encharcamientos, Figura II.15, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).



Figura II.15 Conífera.

Los cipreses (*cupressus Lindley*) tienen la ventaja de formar setos siempre verdes y de dejarse podar a voluntad, resultan adecuados para los climas templados-frescos, ricos en humedad atmosférica, y temen los cambios bruscos de temperatura, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

II.2.2.2. Las Palmeras.

Casi todas originarias de los países tropicales, las palmeras han formado a tomar parte del paisaje mediterráneo ambientándose, incluso estéticamente, entre los pinos marítimos y las adelfas.

Las palmeras constituyen un grupo vegetal muy antiguo, rico en especies que tienen en común algunas características inconfundibles: el tronco en forma de columna, llamado estípite, carece de ramificaciones, posee altura y diámetro variables y superficie fibrosa.

Son numerosas las especies de palmeras que resisten el frío incluso en ambientes muy distintos de los originarios, pero hay que recordar que dado su aspecto, tan peculiar, desentonan a menudo en forma muy llamativa cuando falta el marco natural. Las palmeras desean estar en una posición soleada y abierta, y un sustrato capaz de mantener notable frescura en torno a las raíces pero que no de lugar a encharcamientos, Figura II.16, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).



Figura II.16 Palmera.

II.2.2.2.3. Setos.

El término seto corresponde estrictamente a un conjunto de matorrales, arbustos o árboles ramificados desde la base, dispuestos a escasa distancia unos de otros en hileras simples, dobles o múltiples, de forma que constituyan una pared ininterrumpida, uniforme y compacta.

Resulta difícil que en un jardín no exista la necesidad o la utilidad de instalar un seto, con finalidad puramente ornamental, como estructura divisoria, como límite de la propiedad, para excluir un paisaje poco agradable o para sustraerse a la vista de los extraños, Figura II.17.



Figura II.17 Setos.

Entre las especies adecuadas para formar setos, casi todas suman varias cualidades que las hacen capaces de cumplir diversas funciones: ornamental, defensiva, cortaviento, etc.

El ciprés (*cupressus Lindleyi*), rustico y de rápido desarrollo forma setos elegantísimos e impenetrables, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

II.2.2.3. Plantas Crasas o Suculentas.

Las plantas crasas son plantas exóticas importadas en épocas lejanas de las selvas tropicales o de los desiertos, se han aclimatado entre nosotros, hasta el punto de formar parte ya de algunos paisajes típicos. Se caracterizan por acumular agua en sus tallos, hojas o raíces. esto les permite aguantar períodos de sequía. Estas plantas pueden soportar temperaturas mínimas a los 5°C, las características que constituyen el valor estético de la mayoría de las plantas crasas son: colores intensos, espinas largas y fuertes, vellosidad abundante. Estas plantas requieren un suelo permeable que no permita los encharcamientos.

La Euforbia es una planta exótica que puede utilizarse en jardín solo en los climas mediterráneos.

La siempre viva “de los tejados”, así llamada porque se asienta en un mínimo de tierra, es una especie crasa espontánea, adecuada para los taludes pedregosos, los muros de piedra seca y los roquedales.

El mesembriantemo o escarchada es una plantita crasa de rica floración, que en climas mediterráneos resulta adecuada para el jardín rocoso, Figura II.18. (Mainardi Fazio Fausta, 2001).



Figura II.18 Plantas Crasas.

Los Cactus son todos originarios de América, desde el Norte hasta la Patagonia.

II.2.3 Sistemas de riego y pendientes óptimas.

II.2.3.1. Suministro del agua en el jardín.

Las necesidades de las distintas especies por lo que se refiere a la periodicidad y al volumen de los riegos son sumamente variables. Algunas plantas requieren

tierra fresca, otras húmeda o árida. Tratándose de dar respuesta a las razones por las que algunas plantas requieren ser regadas poco y con frecuencia, otras se contentan con un riego abundante de vez en cuando, otras no sufren si son abandonadas a sí mismas, y otras, por último, no desean ninguna intervención, Figura II.19.



Figura II.19 Agua en el jardín.

- Especies con hojas amplias y tiernas están sometidas a fuertes evaporación y agotan rápidamente las reservas del suelo, sobre todo por efectos del sol y el viento.
- Las especies anuales y bianuales, por la escasez de raíces, requieren riegos diarios, a excepción de algunas que se incluyen en la categoría de las plantas crasas o suculentas, que poseen mecanismos capaces de resistir la sequía, que en parte incluso desean.
- Las plantas de sombra situadas en exposición soleada necesitan un suministro hídrico superior al normal.

Las plantas son más resistentes al frío cuanto más seca está la tierra y que las especies que pierden el follaje no tienen necesidad, durante el reposo, de ser regadas mientras que las perennifolias, cuya actividad vegetativa continúa más o menos frenada según el clima, se beneficia de una moderada humedad, que debe asegurarse cuando se observan evidentes signos de despertar. No obstante, por debajo de los 10 °C, todas las plantas en plena tierra no tienen necesidad de suministro hídrico, siendo suficiente la acumulación de humedad nocturna.

Cuando la temperatura es muy baja, el agua que de lluvia que se estanca, por defectos de suelo, en torno a las raíces que no la utilizan, puede helarse y provocar daños irreparables en las plantas. Cuando no ha llovido, para evitar

una deshidratación de la tierra se riega con moderación en plena luz del día, con el sol alto de forma que el agua sea absorbida antes de transformarse en hielo.

Cuando sopla el viento no es conveniente regar, ya que el agua al evaporarse rápidamente, resta calor a la tierra, en el caso de regar evitar mojar las hojas, que se resienten en mayor medida a los cambios bruscos de temperatura, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

II.2.3.2. Riego por Aspersión.

Principios de su aplicación.

En el método de riego por aspersión, el agua se aplica sobre la superficie del suelo, precisamente en esa forma, o sea de modo parecido al de la lluvia. Dicha aspersión se obtiene al impulsar agua a presión, a través de pequeños orificios o boquillas. Generalmente la presión se obtiene por bombeo, aunque puede lograrse por gravedad si la fuente de abastecimiento del agua, es bastante elevada, con relación al área regada.

El agua puede aplicarse uniformemente, un gasto calculado según la capacidad de absorción del suelo, se tiene cuidado en la selección del tamaño de las boquillas, de las alturas requeridas, de la presión necesaria y del espaciamiento de los aspersorios, eliminando de esa manera el escurrimiento y el daño resultante al terreno y a las plantas, Figura II.20.

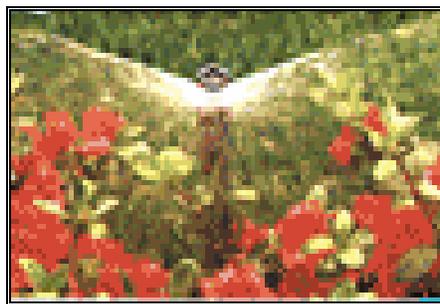


Figura II.20 Riego por aspersión

Es adaptable también a casi todos los suelos susceptibles de riego, debido a que existen aspersores en una amplia escala de capacidad de descarga. Con un esparcimiento apropiado, el agua puede aplicarse a cualquier gasto seleccionado

superior a 0.5 cm/hr. En suelos de textura extremadamente fina, con bajos coeficientes de infiltración, es necesario tener cuidados especiales a fin de seleccionar los tamaños apropiados de las boquillas, la presión necesaria y el espaciamiento de los aspersorios, para aplicar el agua uniformemente empleando gastos pequeños.

La adaptabilidad de los equipos actuales para aspersión y el control eficiente en su aplicación, hacen que éste método sea el indicado para la mayoría de las condiciones topográficas sin una preparación extensiva del terreno, y está sujeto solamente a limitaciones impuestas por la capacidad de uso de la tierra y el factor económico, (*Departamento de agricultura de los Estados Unidos de América*).

Adoptar éste sistema permite conseguir las siguientes ventajas: posibilidad de regar terrenos de situación geográfica irregular que no se prestan a la canalización, ahorro considerable del volumen de agua, hasta el 80%, gracias a la distribución más uniforme y gradual; posibilidad de regar, incluso cuando de dispone de caudales hídricos modestos, con el uso de reguladores de presión y sistemas de bombeo.

II.2.3.3. Riego por Goteo

Es un riego de ahorro, que es la base de la floreciente agricultura del desierto Israelí, consiste en suministrar, ininterrumpidamente o de forma intermitente (a sorbos), pequeñas cantidades de agua mediante una red de cañerías perforadas provistas de caños por los que gotea el agua, que tienen una boquillas especiales estudiadas para evitar su obstrucción con la tierra, Figura II.21, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).



Figura II.21 Riego por goteo.

El agua ocupa los espacios o poros comprendidos entre las partículas sólidas de un suelo. Esta agua es la que las plantas absorben, por lo que cuando ésta es

absorbida por las raíces, debe ser repuesta por la lluvia o el riego. Para esto existe una amplia gama de riego (clásico, goteo y latón), ofrece distintos elementos de riego, para que los suelos siempre puedan tener el almacén de agua que las plantas necesitan. La capacidad del suelo de almacenar el agua es uno de los principales factores que rigen la cantidad de agua de riego y la frecuencia de su aplicación. Un suelo arcilloso almacena mayor cantidad de agua que un suelo arenoso. Esto nos indica que habrá que regar con más frecuencia los suelos arenosos. Altuna ofrece una amplia gama de riego por goteo. Mediante este riego, el agua es aportada al suelo de una manera puntual distribuyendo en todas direcciones. Con este sistema, la zona humedecida adquiere un aspecto de bulbo, cuya anchura y profundidad depende del emisor y del tipo de terreno. A este riego se le llama de alta frecuencia, porque normalmente transcurre poco tiempo entre dos riegos consecutivos, con el fin de lograr que en todo momento la reserva de agua sea fácilmente disponible por la planta. Con el riego por goteo se suministra el agua a las plantas humedeciendo una parte del suelo próxima a la zona radicular. Los emisores del riego por goteo funcionan a baja presión y poco caudal. Otra característica importante es que la tubería se instala en el cultivo (setos, horticolas, arbustos, etc.) y se le realizan los orificios del gotero donde se quiere que vayan instalados, en los puntos más convenientes mediante el sacabocados. Esta gama de goteros ofrece una serie de elementos de filtrado para evitar posibles obstrucciones dentro de las tuberías. (www.horticom.com/guiabrico/1.html).

Las ventajas de éste sistema son: la posibilidad de distribuir el agua solo en el espacio explorado por las raíces, en cantidades que permitan que las plantas la utilicen en su totalidad, sin que se pierda en el subsuelo; la casi total ausencia de malas hierbas entre las hileras de las hortalizas; la adaptabilidad a los distintos tipos de suelo; la facilidad de programación, la utilización con fines fertilizantes, la liberación del respeto a los horarios.

II.2.3.4. Riego Subterráneo.

Se realiza colocando, a una profundidad de 30 cm, cañerías de material poroso en las que constantemente se haya agua a una presión modesta, a medida que la

tierra se va secando en torno a los tubos, estos ceden el agua por exudación, Figura II.22, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

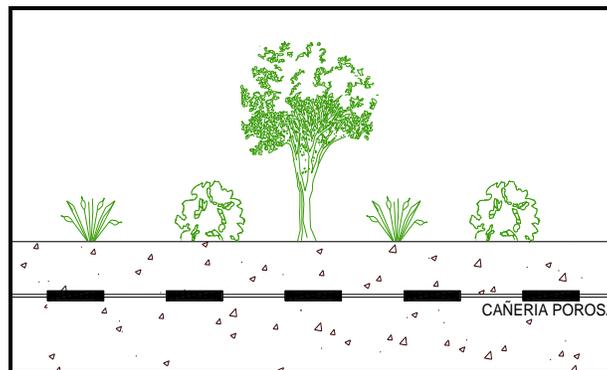


Figura II.22 Riego subterráneo.

II.2.3.5. Riego Programado.

El riego automático o programado va, como su nombre indica, solo. Lo programas cada cierto tiempo y él solito abre y cierra el riego los días de la semana que se le indique y a la hora que se prefiera.

Este tipo de riego automatizado se instalará en el jardín antes de sembrar el Césped. Nada de mangueras, ni nada de estar abriendo y cerrando llaves. Es más caro, evidentemente, pero a la larga es de alegrarse y merece la pena.

Una Instalación de riego automático se compone de: Los Aspersores y/o difusores, las electroválvulas, el programador y otros elementos como son tuberías de polietileno o pvc así como piezas más pequeñas como codos, tees, reducciones etc. (www.infojardin.com).

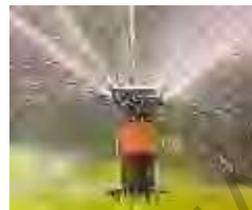
Mediante dispositivos de tiempo se puede realizar con todos los sistemas de distribución, pero en particular con los de aspersion y goteo, Figura II.23.



Electroválvula



Control



Aspersor

Figura II.23 Riego programado.

II.2.3.6. Riego de urgencia o de apoyo.

Por diversos motivos puede suceder que las plantas sufran deshidratación fuerte, que aunque no pongan en peligro su supervivencia dejará sin duda sus secuelas estéticas y fisiológicas.

Ya que se tiene que intervenir lo antes posible, no se puede tener en cuenta las normas de riego, pero de todos modos es necesario atenerse a algunos principios básicos. Ante todo se debe proporcionar sombra a la planta, con cartones, periódicos, etc., y a continuación se riegan con una nebulización de agua a temperatura ambiente (tibia si el sol está alto) y en cantidades muy reducidas, se repite la operación sólo cuando la anterior cantidad se ha absorbido por completo.

II.2.4 Hidroponia.

II.2.4.1. Concepto e historia.

El término “hidroponia” procede de las palabras griegas *hidros* (agua) y *ponos* (cultivo, labor). Y el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua lo define como: Cultivo de plantas en soluciones acuosas, por lo general con algún soporte como arena, grava, etc., Figura II.24.



Figura II.24 Cultivo Hidropónico.

Es pues un método de cultivo de plantas en un medio que no es el tradicional (tierra), sino artificial, y que se basa en aplicar en la práctica racional la teoría de que los minerales son la principal alimentación de los vegetales.

Se dice que hace ya más de 1,000 años se practicaba la hidroponía empíricamente en China y la India, pero no sería hasta a mediados del siglo XVIII cuando gracias a las acertadas investigaciones del sabio francés A. De Lavoisier (que sentó las bases de la química moderna) se logró demostrar científicamente que las plantas pueden crecer y fructificar en una solución de nutrientes que contengan una mezcla bien determinada de sales. Y así con el paso de los años muchos países y muchas personas comenzaron a utilizar ésta técnica y la fueron enriqueciendo con aportaciones actuales, en beneficio de la humanidad.

El sistema hidropónico es una innovación de la agricultura tradicional, y hablar de innovar no es que no existiera anteriormente, sino que se ha tecnificado y convertido en un sistema que lo puede llevar a la práctica cualquier persona en cualquier lugar.

La hidroponía es una técnica que consiste en sembrar diferentes tipos de plantas sobre agua en lugar de lo tradicional que es tierra (cultivar sin tierra), ésta técnica se ha popularizado en muchos países como Kuwait, Arabia Saudita, Israel, Sudáfrica, Nueva Zelanda etc. en los cuales la agricultura no es tan fácil de producir por su clima y suelo, Figura II.25.



Figura II.25 Hidroponia.

Se puede lograr tener una fábrica de plantas sin tener que ser agrónomo, campesino, científico ni erudito, solo se necesita hacer trabajar tus manos y tu imaginación, acrecentando tu entusiasmo por las plantas (flores, frutas, hortalizas, plantas medicinales, etcétera), que nos han alimentado, vestido y curado a lo largo de los siglos; y que lo seguirá haciendo mientras existamos sobre la tierra.

Con ésta técnica se pueden cultivar una gran parte de los alimentos básicos “fabricándolos en serie”, o simplemente por entretenimiento, ya que ésta nueva actividad proporcionará relajación y descanso a la persona y belleza en el jardín.

Se pueden cultivar verduras, hortalizas, flores, etc., prácticamente en cualquier espacio disponible de la casa, como un pasillo, azotea, cocina, baño e incluso la sala.

Con la técnica hidropónica podemos emprender la autosuficiencia alimenticia, al obtener cosechas abundantes y fuera de temporada, mejorando así nuestra economía. También podemos contribuir como beneficio a la sociedad en la mejora y conservación del medio ambiente (al evitar la contaminación y desperdicio de agua).

II.2.4.2. Ventajas del cultivo sin tierra:

Las ventajas del cultivar sin tierra son:

- Reduce el costo de producción en forma considerable.
- No depende de los fenómenos meteorológicos
- Permite producir cosechas fuera de estación.
- Se requiere mucho menor espacio y capital para una mayor producción.

- Increíble ahorro de agua, pues se recicla.
- Ahorro de fertilizantes e insecticidas
- Mayor limpieza e higiene en el manejo del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha.
- Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- Ayuda a eliminar parte de la contaminación.
- No provoca riesgos de erosión que se provocan en la tierra.
- Es una técnica adaptable a tus conocimientos, espacios y recursos, Figura II.26.

En la Tabla II.3 se enlistan las especies de plantas que se pueden cultivar siguiendo el método hidropónico.

Tabla II.3 Algunos de los cultivos más comunes destinados a la alimentación.

Hortalizas y verduras	Plantas frutales	Gramíneas y leguminosas	Tubérculos	Hierbas de olor y condimentos	Otros
Acelga	Ceraza	Alubia	Ajo	Acullo	Algas
Alcachofa	Ciruela	Arroz	Betabel	Anís	Cacao
Apio	Coco	Avena	Camote	Azafrán	Forraje
Berro	Frambuesa	Café	cebolla	Hierbabuena	Hongos
Brócoli	Fresa	Cebada	Nabo	Menta	Nopal
Cacahuete	Higo	Frijol	Papa	Mostaza	Pasto
Calabaza	Limón	Haba	Rábano	Perejil	Tabaco
Col	Manzana	Garbanzo	Yuca	Romero	
Coliflor	Melón	Lenteja	Zanahoria		
Chayote	Naranja	Maíz			
Chícharo	Papaya	soya			
Chile	Pera	trigo			
Espárrago	Piña				
Espinaca	Sandía				
Jitomate	Uva				
Lechuga	Toronja				
Pepino					
Pimiento					
Tomate					
Verdolaga					
Zanahoria					

En cuanto a plantas ornamentales, para autoconsumo, e incluso para la venta, se pueden cultivar, entre otras muchas flores y plantas decorativas, Tabla II.4.

Tabla II.4 Plantas ornamentales y de flor que se pueden cultivar con hidroponía.

Achicoria	Campánula	Hortensia	Pasionaria
Adelfa	Cineraria	Huele de noche	Pensamiento
Aguileña	Clavel	Jacinto	Peonía
Ala de ángel	Clavellina	Lirio	Petunia
Alelí	Crisantemo	Liz liz caza	Plúmbago
Anémoma	Dalia	Mastuerzo	Primavera
Anthurio	Flor de luz	Mirasol	Rosa
Ave del paraíso	Flor de nube	Mirto	Salvia
Azucena	Gardenia	Monedero	Tragacanto

Tabla II.5 Plantas ornamentales y de flor que se pueden cultivar con hidroponía. (cont...)

Begonia	Geranio	Musgo	Tulipán
Blanca	Gerbera	Nardo	Violeta
Botón de oro	Girasol	No me olvides	
Caléndula	Gladiolo	Orquídea	
Camelia	Helecho	Palma	



Figura II.26 Hidroponía en viveros.

II.2.4.3. Técnicas de cultivo sin tierra

Actualmente hay varios métodos de uso común, aunque todos, invariablemente, se basan en unos mismos fundamentos: utilizar elementos minerales para elaborar una solución acuosa que alimente a las plantas.

Esta tecnología consiste en colocar el sistema radicular de las plantas en un medio nutriente, líquido o vaporizado o en un sustrato relativamente inerte (grava, arena, aserrín, gránulos o espuma de plástico) alimentado con una solución nutritiva que contenga los microelementos necesarios.

En función de las características de sustrato, los métodos de cultivo en hidroponía pueden sintetizarse en dos grupos:

Sin sustrato, esto es puro líquido; o con un sustrato que a su vez puede ser de origen vegetal, o de origen mineral o plástico.

Estos son algunos de los métodos más usados y experimentados de los que se han obtenido excelentes resultados.

II.2.4.3.1. Cultivo en agua o solución nutritiva.

Esta es cultivo sin sustrato, técnica igualmente llamada *acuacultura*, *nuticultura*, *quimicultura* o *hidrocultura*; aunque el más conocido y actual de sus nombres es hidroponia en sentido estricto.

La técnica consiste en desarrollar desde su nacimiento hasta su producción, flores, frutos, hortalizas y plantas medicinales. Permaneciéndose y desarrollándose las raíces en una solución acuosa de nutrientes, en concentraciones adecuadas (cultivo en agua, propiamente dicho); o bien en aire saturado de agua pulverizada, empleando para la irrigación de las raíces la pulverización de una solución llamada niebla nutriente (cultivo aeropónico), que contiene los elementos nutritivos.

II.2.4.3.2. Cultivo en un sustrato.

En ésta técnica las semillas germinan, crecen y se desarrollan hasta su producción, en un medio inerte (“agregado”) que es regado como una solución nutritiva.

Contrariamente al método anterior, en éste hay un sustrato. Este sustrato, a su vez, puede ser de origen vegetal (turba, virutas menudas, aserrín, etc.).

La hidroponia con sustrato es el método más difundido porque garantiza a las plantas las mejores condiciones de crecimiento y desarrollo, así como por su productividad más elevada y un gasto menor por unidad de superficie.

II.2.4.4. Contenedores y tutores.

II.2.4.4.1. Contenedores.

Como su nombre lo indica, el contenedor es cualquier recipiente con una regular capacidad, en el que se depositará el sustrato o agregado, la solución nutritiva y, en definitiva, la planta que se va a cultivar.

Si el cultivo es para uso doméstico, pequeño, bastaría con macetas; cubetas; cacerolas; ollas de barro o metálicas; piletas; bandejas; cajas de madera; cajones de concreto, ladrillo o fibra de vidrio, o algunos otros de los se pueda disponer

(trozos de llanta, botes de conservas vacíos, etc.). Pero siempre y cuando éstos recipientes estén debidamente impermeabilizados, para evitar que la solución de los nutrientes reaccione con los materiales de que están hechos.

Todos los contenedores sin excepción, también los circulares, deberán contar con un desnivel o pendiente del 2 al 3% y un sistema de desagüe, cuyo orificio de salida habrá de tener un tapón (de plástico hule o corcho), a fin de evitar el goteo.

Otra consideración es que todos los contenedores deberán ser opacos, para impedir que la luz penetre y llegue a las raíces de las plantas.

II.2.4.4.2. Tutores.

Las plantas que podríamos llamar “mayores” requieren de un apoyo extra, aéreo o superficial para poder soportarse erectas, éstos apoyos reciben el nombre de “tutores”.

II.2.4.5. El riego y sus tipos.

El sistema de riego que se utilizará depende del tipo de la técnica de cultivo que se utilice, y en éstos sistemas de riego no hablaremos de agua o líquido en general, sino de solución nutritiva o soluciones de nutrientes.

Los sistemas mas usados para la hidroponia son:

- Riego por aspersión superficial
- Riego por goteo
- Riego por subirrigación y
- Riego por capilaridad

Varios de estos riegos pueden efectuarse en su primera etapa, basándose total o parcialmente en la fuerza de gravedad.

II.2.5 Elementos de construcción en los jardines.

II.2.5.1. Caminos.

El verde del jardín debe sacrificarse lo menos posible y, como todas las estructuras, también la pavimentación debe estudiarse y realizarse de forma que cumpla su función en el mismo espacio.

Para no llevar tierra a casa y para no pisar el prado puede bastar un camino obtenido con la colocación de elementos de barro recocido, secciones de troncos, etc., mientras que una pavimentación propiamente dicha, se lleva a cabo con los mismos materiales, más juntos e incluso unidos en el caso de las piedras, puede realizarse en el camino de acceso reservado al automóvil o en el área que rodea la casa y en la zona de descanso.

Mientras que las piedras o baldosas unidas requieren la obra de especialistas, ya que es necesario preparar un fondo oportunamente nivelado que evite aflojamientos y desconexiones, los elementos espaciados, en cambio, pueden colocarse, de forma sencilla, después de excavar un poco si el nivel del suelo se eleva considerablemente.

Los tradicionales caminos recubiertos de una capa de grava tienen varios defectos como: La grava es incómoda para caminar y para transitar con el coche; no es estable en caso de lluvia violenta, sobre todo si el terreno está en pendiente; se deja arrastrar y en parte hundir por la nieve cuando ésta se deshace, lo cual hace necesario retirarla en otoño y guardarla para volver a ponerla en su sitio en primavera; no impide el nacimiento de las malas hierbas que despuntan cada día; Una alternativa a la grava puede ser el empedrado, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

II.2.5.1.1. Empedrado.

El empedrado está formado por guijarros redondeados y pulidos colocados sobre un lecho de mortero, muy adecuado para chales de estilo clásico; no recarga el jardín y con el tiempo se vuelve muy agradable y suave por el asentamiento de musgos y de hierbecillas muy pequeñas, cuya propagación incluso podemos favorecer, Figura II.27.



Figura II.27 Empedrado.

II.2.5.1.2. Adoquín.

Será definido como un bloque macizo prefabricado de hormigón, Figura II.28.

De acuerdo al uso y características, se realiza la siguiente clasificación:

Tipo A.

Adoquín dentado que se unen entre sí por los cuatro lados. Usos : peatonal, estacionamiento, calles residenciales y principales, caminos secundarios.

Tipo B.

Adoquín dentado que se unen con el otro solamente en dos de sus lados. Usos: peatonal, estacionamiento, calles, residenciales.

Tipo C.

Adoquín rectangular de perfil sencillo que no se unen, y que dependen de su precisión dimensional y de la precisión en su colocación para desarrollar el punteo. Usos: peatonal, estacionamiento, calles residenciales.

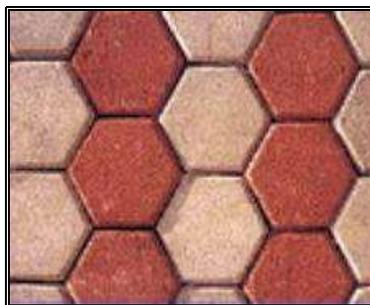


Figura II.28 Adoquín.

Referencias Normativas.

- En la fabricación de adoquines se utilizará cemento portland, que cumplirá con las normas. Cemento portland. Requisitos.

- El árido fino que se utilice en la fabricación, cumplirá con la norma. Áridos para hormigón. Requisitos.
- El tamaño máximo del árido, no será mayor a $\frac{1}{4}$ del espesor del adoquín.
- Cuando se utilice cenizas volantes, las cenizas volátiles y puzolanas calcinadas naturales o crudas para uso como aditivo mineral en hormigones de cemento portland.
- Al utilizar cualquier pigmento en la coloración del adoquín, se regirá a las recomendaciones y especificaciones del fabricante.
- Todas las aristas serán uniformes y limpias.
- Se recomienda que el tamaño del adoquín, en relación longitud / ancho en el plano no sea mayor de 2.
- El espesor mínimo para adoquín de tránsito peatonal será de 60 mm., y para tránsito vehicular de 80 mm. La tolerancia del espesor será de +/- 3 mm del espesor nominal.
- Las tolerancias de longitud y ancho del adoquín, será de +/- 2 mm. de la dimensión nominal.
- La resistencia a la compresión a los 28 días, será la siguiente, de acuerdo con el uso y tipo de adoquín:
- Para muestreo, fiscalización tomará 10 adoquines por cada pedido de 20000 unidades o fracción. Para pedidos mayores de 20 000, se tomará 10 adoquines por cada pedido, Figura II.29.(www.ecuadorconstruccion.com).

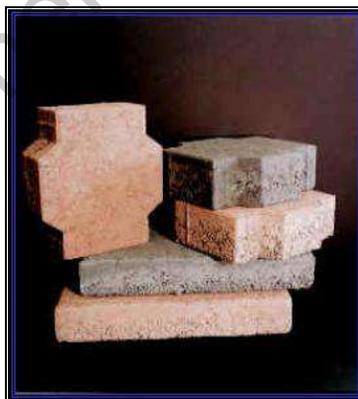


Figura II.29 Piezas de Adoquín.

Recomendaciones de uso y colocación.

La ejecución de firmes flexibles con adoquín cerámico, consiste en la colocación de las piezas sobre una camada de arena gruesa, precompactada sin aglomerantes y el relleno posterior de las juntas con arena de menor diámetro y compactación del conjunto.

Recomendamos la solución de firme flexible por las siguientes razones:

- 1.- La utilización de arena supone una disminución en los costos,
- 2.- No es necesario realizar juntas de dilatación en este tipo de adoquinado.
- 3.- Permite con total garantía, la pavimentación de viales que soporten tráfico de vehículos pesados.
- 4.- Facilita cualquier tipo de reforma que quiera hacerse al pavimento con posterioridad.
- 5.- La puesta en servicio de estos pavimentos es inmediata.

Colocación de adoquines

Se pueden ejecutar pavimentos de adoquín sobre cualquier estructura resistente.

Realizar un soporte adecuado en función de las solicitaciones que va a soportar. De la buena ejecución de la base y en su caso de la subbase, así como de un acertado examen del suelo natural sobre el que se va a actuar, dependerá en buena medida la duración del adoquinado.

Una vez rasanteada y precompactada la capa de arena, de 3 á 5 cm de espesor, se procederá a colocar sobre ella los adoquines cerámicos.

Para firmes destinados a soportar tráfico de vehículos pesados se desaconsejan aquellos aparejos que presenten juntas continuas en el adoquinado.

Se obtienen mejores resultados tomando adoquines de varios paquetes a la vez, lo que minimiza la influencia de pequeñas diferencias de calibre o tono de las piezas.

Realizar un perfecto replanteo del pavimento, evita el corte innecesario de piezas.

No es aconsejable colocar piezas de tamaño menor de $\frac{1}{4}$ del adoquín, pudiéndose solucionar los encuentros de borde con la inclusión de medias piezas o piezas a $\frac{3}{4}$.

La junta ideal entre adoquines estará comprendida entre 3 y 5 mm. No se colocarán en ningún caso piezas a tope.

La colocación del adoquín se realizará evitando pisar la capa de arena.

No se colocarán adoquines sobre camas de arenas encharcadas o excesivamente húmedas.

Colocar los adoquines simplemente dejándolos caer sobre la camada de arena, alineándolos de forma aproximada, una vez se haya avanzado un tramo de dos a tres metros.

Se corrigen las desviaciones del tramo completo colocando un tablón contra los cantos del borde libre y golpeando con una maceta o un marro hasta llevar las piezas a la alineación requerida.

Una vez colocada una superficie suficiente de adoquines, se procederá al relleno de juntas, utilizando arena de granulometría comprendida entre 0 y 2 mm. Antes de proceder al compactado estarán totalmente rematados los encuentros de los adoquines con los elementos de sujeción y no se compactará a menos de un metro de distancia de bordes sin contención del pavimento.

Para compactar paños reducidos pueden usarse bandejas vibrantes provistas de suelas de neopreno u otro material que amortigüe los impactos sobre esquinas salientes, que podrían desportillar los bordes de los adoquines. Para superficies mayores se aumenta el rendimiento empleando compactadores de rodillos vibrantes; en estos casos se extendería sobre el pavimento una lámina de fieltro o cualquier otro material que disminuya los impactos directos.

Se requieren dos o tres pasadas para conseguir la compactación adecuada; tras cada una de ellas se comprobará el estado de las juntas, añadiéndose arena a medida que ésta se va introduciendo en las llagas, (www.malpesa.es).

II.2.5.1.3. Adopasto.

Los adopastos que al igual que los adoquines de concreto, además de ser decorativos, permiten una mayor y más rápida filtración de aguas pluviales al subsuelo, con lo cual se coadyuva a la recarga de los mantos friáticos, cualidad que permite contribuir a la preservación del equilibrio ecológico. Así mismo, la belleza de su apariencia no sólo da un toque de elegancia a sus obras, sino que

se acompaña de la facilidad que este material tiene para su reposición parcial, sin afectar el área totalmente adoquinada, Figura II.30.



Figura II.30 Adopasto.

Los espesores de fabricación, en general son los siguientes:

- 40mm o 50 mm para andador.
- 60mm para plazas, estacionamientos, andadores, etc.
- 80mm para pavimentación de calles con tráfico intenso

En todo los espesores la resistencia mínima a la compresión es de 250kg/cm^2 , en material de andador, estacionamiento y pavimentación de calles y de 350 kg/cm^2 para trafico intenso, pudiendo desde luego aumentar la resistencia de acuerdo con sus necesidades, (www.apcadoq.com.mx).

II.2.5.2. Muros

Los muros son elementos estructurales que se emplean frecuentemente en la construcción de diversas edificaciones. Dependiendo de su funcionamiento, los podemos ubicar como: muros de carga, muros de contención, muros divisorios y bardas. Su mayor utilización la encontramos en las viviendas y, en menor grado como elementos de contención, ya sea para contener el empuje de líquidos, tierra o granos.

Los tipos de piezas que se utilizan en la construcción de muros estructurales deben unirse con un material cementante llamado mortero, material que deberá cumplir con los requisitos generales de calidad establecidos en las normas correspondientes.

Dentro de las piezas que más comúnmente empleamos en la construcción de muros de mampostería, encontramos dos tipos:

1. Ladrillos o bloques cerámicos de barro, arcilla o similares
2. Bloques, ladrillos, tabiques o tabicones de cemento-arena.

La clasificación antes establecida incluye piezas huecas o macisas, todos estos materiales deben cumplir con las normas establecidas, (Gallo, Espino, Olvera 1997).

Los muros en jardines no deben ser más altos y macizos de lo necesario. No dan tanta sensación de estrechamiento si se ponen plantas sobre ellos, se utilizan como asiento o sirven de soporte para plantas trepadoras.

II.2.5.2.1. Sillar.

Los sillares son grandes bloques de piedra perfectamente labrados que unidos forman muros. El sillarejo es de peor labra y ajuste, con bloques más pequeños.

Los materiales que se utilizan son la Piedra de Huamanga (alabastro), hay de diversas variedades y colores. Piedras diversas (sillar, marmolina, onix, obsidiana, cuarzo, etc.) lo mas recomendable es utilizar material de la región, Figura II.31.



Figura II.31 Sillar.

El equipo y herramienta que se utiliza para su manufactura es: serrucho, escofina, buriles, punzones, cortadora, sierra eléctrica, esmeril, taladro, tallador, etc.

En cuanto al proceso de producción hay diferencia entre el tallado puramente manual y el tallado utilizando equipos eléctricos, el primer caso es común en los talleres de piedra de Huamanga (alabastro) y el segundo en los talleres de tallados de piedras duras o semi-preciosas.

Selección de material.- El material se escoge de acuerdo al tamaño y modelo que se ha de tallar, hay que asegurarse de que los bloques de piedra no tengan roturas internas o venas con colores o cortes muy pronunciados.

Primer corte.- Los bloques de piedra son cortados en bloques pequeños de acuerdo al tamaño y forma del modelo a tallar, estos bloques pequeños son generalmente en formas cúbicas o rectangulares.

Tallado preliminar.- El primer tallado se hace desgastando el bloque de piedra en forma grotesca dando la forma según el modelo, esto se hace con herramientas gruesas como formones, esmeril, taladro, etc. En el caso de piezas compuestas, por ejemplo en el caso de nacimientos de piedra de Huamanga, se tallan por separado la cubierta y por separados las piezas pequeñas. En todo el proceso de tallado se utiliza el agua para suavizar el material y en los casos en que se usan herramientas eléctricas para bajar la temperatura que origina la fricción de las máquinas con el material.

Tallado final.- El material grotesco se refina ya sea utilizando herramientas más finas como punzones, cuchillas, agujas o talladores eléctricos especiales para dar la forma final a la figura, se refinan las esquinas, los pliegues, los agujeros, etc.

Pulido.- Luego de esto se pulen las piezas usando lija, telas abrasivos y pastas para pulir, con esto las piezas quedan con un acabado fino.

Montaje o ensamblado.- Las piezas independientes se colocan y pegan entre ellos o en los soportes o cubiertas, para esto se utilizan pegamentos como cola sintética, silicona u otros pegamentos.

Acabado.- Se refinan todas las imperfecciones, quitando los restos de pegamento y corrigiendo los defectos.

Barnizado.- En la mayoría de los casos, con el pulido el objeto tiene un acabado brillante, en algunos casos, ya sea para dar un acabado especial, para cerrar los poros o para proteger el objeto, se pasa una capa de barniz transparente, (www.ciap.org/propie.htm).

II.2.5.3. Estanques.

El término estanque puede atribuirse incluso a recipientes de plástico de buena capacidad, o prefabricados de ladrillo, siempre que éstos se incluyan con gusto en el jardín y se tome la precaución de ocultar sus bordes con plantas, rocas, etc. Figura II.32.

EL agua en el jardín constituye un elemento decorativo de gran interés, que debe destacarse si ya está presente y tratarse a imitación de la naturaleza si se introduce por primera vez.

No es indispensable disponer de grandes volúmenes de agua o de un suministro constante, ya que con oportunos criterios de construcción se pueden reducir o anular las pérdidas por disposición a través del fondo y las paredes, limitándolas a las debidas a evaporación directa a través de los órganos foliares de las plantas presentes.

Todo estanque, aunque sea minúsculo, debe ser “cultivado”, no solo por motivos estéticos -las plantas acuáticas son particularmente bellas- sino por razones ecológicas, e incluso cabría decir higiénicas. A falta de vegetación este se transforma con el tiempo en un charco maloliente, mientras que la presencia de vegetación va acompañada de una microfauna sumamente variada que se encargan del reciclaje de los materiales de desecho enriqueciendo el agua con principios nutritivos útiles para las plantas.

Es preferible que los estanques se entierren por completo, de forma que la superficie del agua esté a nivel del terreno; cuando se prefieran sobreelevados, aconsejamos rodearlos con un terraplén, degradante que se transformará en un marco florido mediante la plantación de minúsculas tapizantes, o bien construir un muro bajo con espacio interior, que acogerá plantas de todo tipo, pero sobre todo arbustos de ramas péndulas que se reflejarán en el agua.



Figura II.32 Estanque.

El sistema más sencillo y económico para realizar un estanque es revestir un hoyo previamente preparado y de profundidad uniforme con un material impermeable, que puede consistir incluso en una resistente película de polietileno, de un espesor de al menos 1 mm.

Fondo y paredes pueden realizarse con cemento, hormigón o ladrillo, dándole un acabado color verde azulado de preferencia ya que dan al agua reflejos agradables; es mejor emplear piedras rústicas bien unidas, que pronto se revisten de musgos y algas, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

Para estanques pequeños se venden modelos prefabricados, los terrenos en cuesta ofrecen incluso la posibilidad de instalar un romántico riachuelo, (Scheu-Helbert Marianne).

II.2.5.4. Lugar de recreo.

En toda casa-habitación, individual o colectiva, es necesario que el arquitecto al proyectarla considere el espacio para juego de niños. Cada proyecto presenta diferentes problemas para resolver dicho espacio. En el de una casa habitación independientemente se toman en cuenta dos factores principales: el número de niños y la superficie del terreno, (Plazola, 1985).

EL área de juegos se puede resolver mediante terrazas, jardines, canchas, etc. Estos siempre deberán orientarse de tal manera que esté bien soleado.

Aún en colonias residenciales, dónde se supone que la mayoría de las casas disponen de jardín, las autoridades municipales obligan a los fraccionadores a dotarlas de zonas verdes, y si es posible provistas de juegos mecánicos.

Otra de las investigaciones que debe hacer el arquitecto, es lo relativo a la selección de plantas y árboles. Es conveniente que esté bien enterado, principalmente de las de ornato, para hacer la distribución más acertada tomando en cuenta todos los factores positivos, Figura II.33, (Plazola, 1985).



Figura II.33 Jardín lugar de recreo.

Un cajón de madera con arena ocupa muy poco espacio. Pero si se dispone de más área, se puede instalar también otros juegos, (Scheu-Helbert Marianne).

III ANÁLISIS DEL TIPO DE VEGETACIÓN.

III.1 Importancia y daños que provoca la vegetación en suelos expansivos.

En las viviendas cimentadas sobre suelos expansivos, es importante considerar sus áreas exteriores, los jardines son un área que puede causar daño en las construcciones que se encuentren cerca (Figura III.1), este daño se debe a la variación constante de humedad que se tiene en esta zona, situación que provoca expansiones y contracciones en el suelo.



Figura III.1 Daños causados por la vegetación.

Para evitar que el suelo sufra cambios considerables de humedad es importante tomar en cuenta las pendientes que se dejarán en jardines, ya que con esto habrá menos encharcamientos, también considerar tipos de plantas que no consuman demasiada agua y que sus raíces no sean muy grandes, un sistema de riego adecuado que no humedezca demasiado pudiendo causar encharcamientos, y en el caso de tener árboles de frutales o de un tamaño considerables se tendrán que alejar de cualquier edificación mínimo 5 m, con ello podemos lograr una belleza en el exterior de las viviendas y asegurarnos de que no tendremos daños en nuestros pisos y muros exteriores (Ver Anexo 1).

Debido a todos los daños más frecuentes que se presentan en las construcciones causadas por expansión del suelo, en este trabajo se proponen algunos tipos de vegetación apropiada para éste tipo de suelo así como algunos sistemas de riego, pendientes adecuadas en los jardines, y una alternativa de jardines sin tierra (Hidroponia).

La vegetación al estar en contacto directo con el suelo suele controlar la humedad de su alrededor, ésta humedad hace que el suelo expansivo reaccione y se expanda lo que provoca daños de diferentes magnitudes en la construcción.

Los daños pueden ser desde cuarteaduras de pastas en muros hasta el muro completo (tabique, concreto, tabicón etc.), éste tipo grietas por lo regular se caracterizan por el sentido en que se desplazan, como el suelo se levanta la grieta suele hacerse en el sentido diagonal, esto no es garantía de que el daño es causado por la expansión del suelo, puede darse el caso de asentamiento, mala calidad en la mano de obra o en los materiales, etc.

Los primeros elementos en reaccionar al movimiento del suelo causado por la expansión son los pisos, que por lo regular se usan rígidos, los cuales con el movimiento suelen romperse (Figura III.2).



Figura III.2 Daño en un piso causado por la expansión del suelo.

Todos estos daños en nuestras viviendas son costosos y dan una mala apariencia a nuestro hogar, además de que las reparaciones son incómodas para los habitantes. Estas reparaciones no son definitivas, pues el daño se remedia

temporalmente, pero cuando vuelve a variar la humedad en el suelo, éste vuelve a reaccionar y a causar el daño.

Una de las prevenciones que podemos tomar en cuenta para no sufrir de éste tipo de daños es colocar en nuestros jardines vegetación adecuada y considerar ciertas recomendaciones en cuanto a tipos de plantas, pendientes y riego.

III.2 Tipos de vegetación recomendable para jardines de viviendas cimentadas sobre suelos expansivos.

Las plantas que se proponen tienen características tales que logran mantener el suelo con una humedad constante, de tal manera que esto nos resulta ideal para las construcciones cercanas ya que no tendremos movimientos en el suelo y por lo tanto daños.

Las características que deben de tener son:

Raíces cortas, con ello evitaremos que la planta consuma demasiada agua y termine secando en exceso el suelo. Las plantas que suelen tener raíces cortas son las pequeñas, por ejemplo los arbustos, las cepas, etc. En el caso de árboles que son los que suelen tener las raíces más largas y consumir mucho agua del suelo, se tomará la precaución de retirarlos lo más que sea posible de cualquier elemento constructivo cercano como banquetas, praderas, fuentes, muros, etc., Figura III.3.

Existen plantas que a pesar de tener raíces cortas requieren de mucho agua para sobrevivir, como es el caso de los pastos, en éste caso recomendaremos los que necesiten menos agua.

Siguiendo las características antes mencionadas proponemos algunas plantas que pertenecen a ésta región (Querétaro, México), ya que hay que considerar el clima y el suelo de cada región y escoger según las características ya mencionadas las plantas más adecuadas para no causar daños a los elementos constructivos que se encuentren cerca de ellas (muros, pisos, pórticos, fuentes etc.)



Figura III.3 Daño en banqueta causado por un árbol.

Césped.

El césped es un elemento que no puede faltar en el jardín por lo que debemos procurar mantenerlo siempre verde y bien cortado. El pasto por lo regular no absorbe demasiada agua del suelo, lo que se debe considerar antes de colocarlo tener un suelo preparado con una pendiente suficiente que nos libre de encharcamientos, Figura III.4.



Figura III.4 Césped.

Bermuda (*Cynodon dactylon*).

Este tipo de pasto es muy duradero y no necesita excesivo cuidado, resiste la falta de humedad ya que logra conservar la propia, por lo regular se vende en rollos por la facilidad de colocación y estética en el jardín ya que al colocarlo podemos tener un césped verde y sano.

Cuernavaca.

Este pasto es el más utilizado en la región, necesita un riego más constante, pero aún así lo podemos recomendar ya que con una pendiente óptima que no permita encharcamientos podemos tener nuestro pasto siempre verde y sano.

Arbustos.

Los arbustos son muy recomendables en éste caso, ya que son como pequeños árboles muy decorativos y muchos de ellos florecen en algunas épocas del año, se deberá tener un especial cuidado en podarlos regularmente para evitar su crecimiento excesivo, ya que la mayoría de éstos alcanza alturas considerables que nos puede causar daño por el crecimiento excesivo de sus raíces. Algunos de los arbustos más conocidos en ésta región y que no tienen inconveniente de consumo excesivo de agua son:

Bugambilias (*bougainvillea spp*).

Es una planta trepadora originaria de Sudamérica que si está plantada en tierra, puede alcanzar una altura de alrededor de seis metros, sin embargo, con los cuidados adecuados, se le puede dar un aspecto arbustivo. Esta planta debe estar plantada sobre suelo con un buen drenaje para evitar encharcamientos, su riego es poco frecuente y sus raíces no suelen ser muy grandes, se caracteriza por su gloriosa gama de colores en sus flores que son muy abundantes y se ven en casi todo el año, Figura III.5.



Figura III.5 Bugambilia.

Cinta (*Cholorophytum comosum*)

Es una planta de origen tropical, de hojas perennes y alargadas, que miden hasta 40 cm, es de muy pocos cuidados y consume poco agua, sus hojas se caracterizan por sus rallados en tonos claros que la hacen realmente bella, Figura III.6.



Figura III.6 Cinta.

Adelfa (*L. Apocinaceas*).

Es un arbusto típico de la zona mediterránea, muy habitual en nuestras calles y jardines, fácil de cuidar, de hoja perenne y crece rápido, se adapta bien a cualquier tipo de suelo que no se encharque y no le hace bien el agua en exceso, Figura III.7.

Hortensia (*Hydrangea macrophylla*).

Es un arbusto de hoja caduca. Adornado con cabezuelas florales semiesféricas de hasta 25 cm de diámetro, en diversos colores. Puede alcanzar notables dimensiones (más de 3 m de altura y 2 m de diámetro) su floración es de julio a septiembre, Figura III.8, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

Geranios (*cacyreus marshalli*).

Los geranios deben cultivarse en plena tierra protegidos de la intemperie, debajo de árboles altos que no impidan el paso de los rayos solares, sus tallos alcanzan los 2 m de altura, en los climas suaves tienen una floración muy prolongada, los geranios desean un suelo fértil y drenante ya que sufren con los encharcamientos, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).



Figura III.7 Adelfa



Figura III.8 Hortensia

Orquídea (*Cattleya*)

Se las puede ubicar bajo un árbol, enramada, en un balcón, y cualquier otro lugar en donde se desenvuelvan y florezcan, no gustan de encharcamientos, Figura III.9.



Figura III.9 Orquídea.

Flor de Pascua (*Euphorbia pulcherrima*).

También llamada Nochebuena. Es una planta originaria de México. Sus hojas son triangulares de un color verde oscuro, dentadas y aterciopeladas. Su floración se da en invierno por lo que son utilizadas en época de Navidad. Estas plantas también deben tener un buen drenaje para no producir encharcamientos, Figura III.10.



Figura III.10 Nochebuena.

Árboles.

Los árboles ofrecen muchos beneficios al jardín, belleza, sombra, contravientos, etc. pero hay que considerar que es el elemento de dimensiones más grandes, por lo que tenemos que tomar precauciones si realmente queremos contar con uno de ellos en nuestro jardín.

Se recomienda alejarlos lo más posible de cualquier elemento constructivo, para evitar daños por el crecimiento excesivo de raíces o ramas, además de que consumen en su mayoría grandes cantidades de agua del suelo, lo que no es nada bueno en el caso de estar plantados sobre suelos expansivos.

Se recomienda formarles un cajete con el fin de que el agua que se les abastezca sea toda aprovechada y no se disperse a las de más plantas. Otra recomendación es la poda constante para evitar que crezca demasiado y llegue a ser un riesgo.

Realizando un estudio en diferentes viveros de la región además de una observación de los árboles existentes en la zona se recomiendan los siguientes, tomando en cuenta que la característica especial es que sus raíces son de tamaño moderado:

Ficus (Ficus macrophylla).

Es un árbol de hoja perenne muy conocido en México, es muy visto en las avenidas de las ciudades, así como en los jardines de las viviendas, esto se debe a que además de estar siempre verde brillante, no requiere de muchos cuidados y se adapta a cualquier tipo de suelos. Si se poda constantemente puede permanecer pequeño como un arbusto, además de poder formar figuras con una poda adecuada. Este árbol puede crecer considerablemente incluyendo sus raíces y romper lo que encuentre a su paso, esto solo sucede si faltara la poda, Figura III.11.

Tulipán (Tulipa sp).

Es un árbol de hojas perennes con floración anual, sus flores son de colores vivos lo que lo hace lucir muy bello, con una poda adecuada puede permanecer como arbusto, no requiere de grandes cuidados y su riego no es muy constante, Figura III.12.



Figura III.11 Ficus



Figura III.12 Tulipán

Árboles Frutales.

Los árboles frutales son muy anhelados en las viviendas pues aparte de las ventajas ya mencionadas de un árbol cuentan con la característica de ofrecer sus ricos frutos en temporada. La mayoría de los árboles frutales requieren de más humedad que los demás por lo que se recomiendan los más pequeños, se debe

Capítulo III

tener la precaución de no regarlos cuando están en floración, aquí sugerimos algunos.

Manzano (*Malus pumilla*).

El árbol de manzano es el más cultivado, a pesar de que no se da en climas calientes, éste gusta de suelos arcillo-calizos o arcilloso-silíceos, frescos y drenantes, sus frutos comienzan a madurar llegando el invierno, Figura III.13.

Naranja Dulce (*Citrus aurantium*).

Especie nativa de China, prosperan mejor en suelos fértiles y bien drenados, de tipo limo-arenoso, requiere de buena iluminación (sol). Es un árbol de muy bella apariencia en época de maduración de la fruta, Figura III.14.



Figura III.13 Manzano



Figura III.14 Naranja

Limón (*Citrus limonum*).

Este árbol es muy requerido en las viviendas pues con un riego adecuado puede dar frutos en casi todo el año pero su cosecha fuerte de es en verano con las lluvias. Éste árbol es de raíces cortas y no requiere un riego frecuente, llega a tomar alturas aproximadamente de 4 m pero con una poda adecuada puede permanecer más pequeño, Figura III.15.



Figura III.15 Limón

Palmeras.

Las palmas son muy decorativas en exteriores, se recomiendan las pequeñas que no crezcan demasiado si tenemos un espacio pequeño. Se debe procurar tenerlas en un área soleada y abierta, y un terreno que no de lugar a encharcamientos. Existen una gran variedad de palmeras en México, por su tamaño y por encontrarse en ésta región se recomiendan las siguientes:

- Abanico (*Latania chnesis*), Figura III.16.
- Fénix (*Phoenix dactylifera*), Figura III.17.
- Palmera Areca (*Dypsis lutescens*), Figura III.18.
- Palmera plateada (*Thrinax argentea*).
- Palmera triangular (*Dypsis decaryi*).
- Washington (*washingtonia filifera*).



Figura III.16 Palmera abanico



Figura III.17 Palmera Fénix



Figura III.18 Palmera Areca

Plantas Crasas.

Son numerosas las plantas crasas que pueden cultivarse al aire libre todo el año. Estas plantas son muy resistentes a los cambios de climas, resisten temperaturas mínimas a los 5°C, además de ser muy resistentes al clima suelen también serlo a la falta de humedad del suelo ya que provienen de zonas desérticas, por lo que se deben evitar los encharcamientos y riegos excesivos, Figura III.19.

Por éstas características son aptas para se plantadas en un jardín con suelo expansivo y se recomiendan todas las especies, aquí sugerimos algunas de la región.



Figura III.19 Plantas crasas

El Maguey (*Agave*) y el Nopal (*Nopalea*).

Son plantas típicas en los jardines Mexicanos, se ven incluso en las carreteras de zona desértica del país, lo que nos indica su resistencia al clima extremo y falta de humedad, Figura III.20 y Figura III.21.



Figura III.20 Maguey



Figura III.21 Nopal

Sábila (*áloe sativa*).

La sábila es una planta muy conocida en todo México, ya que además de ser muy decorativa en el jardín cuenta con propiedades especiales que la hacen desde curativa hasta tratamiento de belleza.

Coníferas.

Las coníferas también conocidas como pinos son muy agradables a la vista ya que dan una elegancia suprema al jardín, sus raíces no crecen muy grandes y su requerimiento al agua es regular, por lo que se recomiendan las especies pequeñas contando con la poda. Regularmente. Las especies pequeñas de la región que se recomiendan son las siguientes:

Cedro Limón (*cedrus*).

Este pinito es delgado y pequeño, aunque puede conseguir una altura mayor si se deja de podar, Figura III.22.



Figura III.22 Cedro Limón

Tulia.

Este pinito es muy estético, tiene un verde más claro que el cedro limón y el ciprés, además de que su característica principal es la forma que tiene desde pequeño, regordete de en medio y termina en pico. Se mantiene siempre verde, y no hay que descuidar su poda, Figura III.23.

Cedro limón chino.

Es un pinito muy coqueto, es muy pequeñito aproximadamente 0.40 m de altura, su color es verde limón de ahí su nombre, requiere de buena iluminación y riego regular, Figura III.24.



Figura III.23 Tulia



Figura III.24 Cedro Limón Chino

Recomendaciones Generales

1. Dejar pendientes adecuadas en jardines para evitar encharcamientos, éstas pendientes serán mínimo del 5% y colocando canales alrededor para el desagüe.
2. Elegir plantas de riego poco frecuente para evitar tanta humedad al suelo.
3. Los Arbustos, las palmeras, las coníferas, las trepadoras, los setos, y las plantas crasas son plantas de raíces cortas que no requieren de riego abundante y frecuente por lo que son ideales en un jardín con suelo expansivo.
4. Si queremos plantar árboles que por lo general consumen más humedad del suelo y sus raíces tienden a crecer grandes, se deberá procurar colocarlos a una distancia mínima de 5 m, esto ya tomando en cuenta sus raíces de cualquier construcción, esto con el fin de alejar sus raíces de la edificación para no causarle daño.
5. Los Árboles se tienen que podar constantemente para evitar el crecimiento excesivo y con ello el de sus raíces.
6. Las plantas Crasas son las más recomendables cuando tenemos suelos expansivos por su resistencia a la falta de humedad y a los climas extremos.

7.- La hidroponia es una solución satisfactoria para evitar plantar sobre tierra, ya que las plantas crecen sobre el agua, se requiere de un cuidado especial y mucha dedicación.

III.3 Sistemas de Riego y pendientes óptimas.

El principal objetivo de las pendientes y el riego adecuado para los jardines con un tipo de suelo expansivo es que logren mantener el suelo con una humedad constante, evitando con ello encharcamientos con excesiva humedad o sequías por la falta de ella.

Según los datos expuestos por algunos expertos en jardines que tienen sus propios viveros en la ciudad de Querétaro, se recomienda dejar una pendiente mínima del 5% con canales en las orillas para el buen fluido del agua, con ésta pendiente y un buen sistema de riego no tendremos problemas de encharcamientos en el jardín.

Para que el agua que se abastece a las plantas sea uniforme y constante se recomienda el sistema de riego por goteo y el sistema de riego por aspersión, ya si se cuenta con las posibilidades de hacerlo programado es opcional, Figura III.25.



Figura III.25 Sistema de riego y pendientes óptimas

IV ANÁLISIS DE MATERIALES EN PISOS Y MUROS EXTERIORES.

IV.1 Daños en los pisos y muros de las áreas exteriores de la vivienda.

Al conocer que el suelo en el que se encuentra cimentada nuestra vivienda es un suelo que tenderá a expandirse y contraerse y con ello provocar daños en la estructura de la vivienda. Es importante considerar los materiales que se utilizarán en la zona exterior de la vivienda (jardines, patios, terrazas, pórticos, etc.) en donde podemos encontrar muros divisorios, praderas, caminos, y pisos en general.

Los daños en muros y pisos de la vivienda interior se pueden prever con una adecuada cimentación, pero en el caso del exterior los muros y pisos están directamente expuestos al movimiento del suelo, ya sea por no considerar la preparación de ese suelo o simplemente por mantener colindancia con algún vecino que no preste cuidado alguno en la preparación del suelo. Esto es causa de daño en nuestra estructura, y es importante considerar ciertos materiales que con el movimiento no sufran daño permanente, es decir, que se les pueda seguir dando un uso después de ser rescatados de los movimientos y daños, o en el mejor de los casos que no sufra daño considerable.

Los materiales que son comúnmente utilizados en las viviendas son rígidos, al presentarse el movimiento del suelo se presentan los daños, los muros y los pisos se agrietan y en muchas ocasiones se rompen, éstos materiales ya no son recuperables (Figura IV.1), para restaurar la zona dañada en el caso de que se rompan, se procede a romper toda la zona afectada y colocar nuevo material y nuevo acabado en toda la zona. En el caso de cuarteaduras en muros lo que se hace es resanar con mortero la zona dañada, que es poco estético y costoso.



Figura IV.1 Daño irreparable en una huella de concreto.

Los pisos y muros exteriores al repararse no quedan exentos de un nuevo daño por la misma causa, que es el suelo expansivo, esto representa un gasto por lo regular una vez al año, ya que los cambios de volumen del suelo ocurren con los cambios bruscos de humedad, esto sería de las sequías al tiempo de lluvias (Ver anexo 1).

IV.2 Remediación de daños en pisos y muros exteriores.

Después de ver que los muros y pisos rígidos tenderán a sufrir daños por el movimiento, la propuesta de pisos y muros en áreas exteriores de las viviendas están basados en la modulación, es decir, manejar piezas pequeñas con juntas poco adheribles a los módulos, esto evitará que los pisos y los muros se dañen o se rompan, Figura IV.2.



Figura IV.2 Piezas pequeñas de pisos. (adoquín).

Al colocar módulos con juntas poco adheribles, ocurre el movimiento del suelo, éste movimiento no es uniforme, los módulos tienden a desprenderse o levantarse, pero no afectan a los demás, se mueven individualmente, con ello las

piezas se pueden recolocar fácilmente, nuestras áreas exteriores se verán siempre bellas y nuestra economía no se será tan afectada.

IV.3 Pisos recomendables para exteriores

Los primeros en reaccionar al movimiento del suelo causado por la expansión y contracción son los pisos, esto por el contacto directo con el suelo y como por lo regular usamos pisos rígidos y delgados, con el movimiento suelen romperse.

Como se mencionó anteriormente, la propuesta es colocar piezas pequeñas (módulos) que reaccionen individualmente al movimiento, ésta reacción se da por la forma de los módulos, aparte de pequeños, la relación de su tamaño con el espesor es considerable, es decir es casi una pieza regular en cuanto a su volumen, esto hace que antes de poder romperse tiende a desprenderse, tomando también en cuenta que las juntas con las que se colocan tienen la característica de ser poco adheribles, Figura IV.3.



Figura IV.3 Adoquín

Los módulos al reaccionar individualmente al movimiento se levantan o se hunden quedando a un nivel diferente que en el inicio, o en casos de que el movimiento sea mayor se desprenden, pero se desprenden por pieza, por lo que la reparación del piso es inmediata ya que la pieza no ha sufrido daño alguno.

En ésta investigación se proponen tres tipos de pisos para exteriores de la región que cumplen con las características mencionadas anteriormente. Estos pisos son: Adocreto, Adopasto y empedrado.

Adocreto o Adoquín.

Es una piedra que se construye básicamente de arena que se les da la forma deseada con moldes de acero.

Se pueden colocar en lugares de tráfico pesado, estacionamientos, avenidas, calles, explanadas, carreteras, jardines y otras aplicaciones arquitectónicas de urbanización, Figura IV.4.

Cada pieza pesa 8 kg y tiene un rendimiento de 20 pza/m².



Figura IV.4 Ejemplo del uso del Adoquín.

Adopasto.

La diferencia que tiene del adocreto es que tiene huecos al centro que le permiten entrar tierra y tener una bonita pradera en el jardín.

Se colocan las piezas igual que el adocreto.

En sus huecos se coloca tierra para jardín y pasto, Figura IV.5, Figura IV.6 y Figura IV.7.

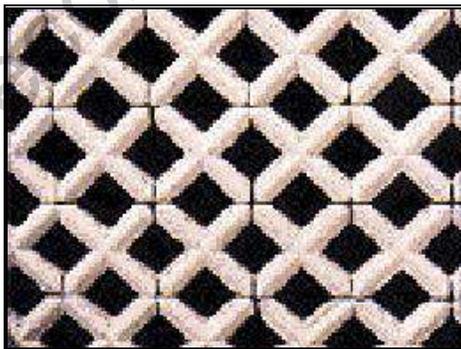


Figura IV.5 Piezas de Adopasto



Figura IV.6 Adopasto colocado

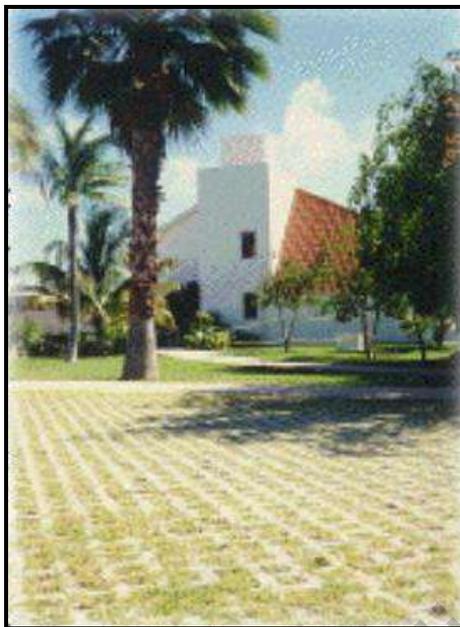


Figura IV.7 Ejemplo del uso de Adopasto.

Empedrado.

Es similar al adocreto en su colocación, solo que resulta más económico por el uso de la piedra que será por lo regular de la región.

Algunas de las ventajas que tiene son: la economía, pues se utiliza material de la región, la estética, ya que en los jardines la piedra es parte del entorno natural, y además la facilidad y rapidez en la colocación y reparación, Figura IV.8.



Figura IV.8 Empedrado

4.4 Muros recomendables para exteriores.

Otro de los elementos constructivos que suelen sufrir daños cuando ocurre el movimiento del suelo (expansión del suelo) son los muros exteriores.

Es muy común ver en las viviendas los muros exteriores descuidados, con daños como cuateaduras, roturas y hasta mutilaciones del muro.

Esto ocurre por las variaciones de la humedad en el suelo expansivo, en el caso de nuestra vivienda podemos preparar una adecuada cimentación, considerar los puntos anteriores referentes a la vegetación etc. El problema es que por lo regular los muros son colindantes y éstos cuidados mencionados anteriormente no son muy probables que los considere el vecino que colinda con nuestro muro.

Por todo ello es necesario considerar un material que resista lo mejor posible a éstos movimientos y que no sufra daño irremediable y constante como en el caso de los pisos.

Se requiere tener un muro compuesto de bloques de volumen uniforme, es decir, que sus lados sean de tamaños similares, esto le dará estabilidad al muro y no requerirá de una junta muy grande o muy resistente, con una junta pobre será suficiente.

En éste caso se proponen muros de sillar, ya que el sillar cumple con las características mencionadas anteriormente. Se coloca fácilmente y su junta es muy pobre casi nula, en el caso de tener movimientos en el suelo el muro se comienza a deformar, más no tiende a romperse por el tamaño y proporciones de las piezas, la solución en el caso de comenzar a deformarse es quitar las piezas del área afectada y volverlos a colocar, esto solo que la deformación sea considerable.

Sillar.

Son grandes bloques de piedra perfectamente labrados que unidos forman muros.

El sillar es una piedra tallada en forma de bloques de 50 x 20 y 30 cm de espesor.

Es un material de la región por lo que su costo es relativamente bajo.

No requieren recubrimiento como pastas o aplanados, se dejan aparentes o barnizados, Figura IV.9.



Figura IV.9 Muro de sillar con junta pobre.

Piedra.

Al igual que el sillar se puede utilizar piedra para construir muros bajos divisorios, éstos no requieren junta ya que se sostienen con su propio peso y volumen, éstos muros son muy utilizados en las divisiones o linderos, en extensiones libres como potreros, lotes, sembradíos o patios de casas en los poblados.

Dovelas Prefabricadas.

Otra solución para muros en exteriores sería la de colocar dovelas prefabricadas. (propuesta de este trabajo de investigación). Estas dovelas pueden ser piezas de material rígido y estable, puede ser concreto, panel, madera, etc.

La propuesta consiste en anclar sobre el terreno dovelas de algún material de dimensiones tales que el largo sea, mínimo, $\frac{1}{4}$ de la altura, por lo que $\frac{1}{4}$ de la altura queda enterrada en el terreno, así se van colocando una enseguida de la otra, quedando un muro divisorio agradable y firme, Figura IV.10.

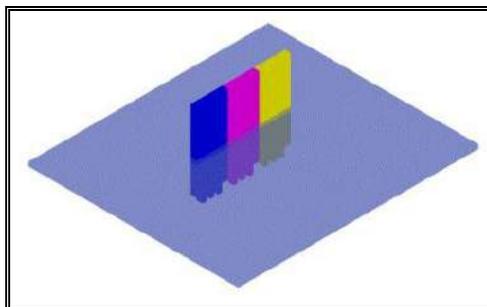


Figura IV.10 Ejemplo de dovelas para muros.

Estas dovelas al sufrir movimientos en el suelo su tendencia será a levantarse, pero solo se levantarán las que sufran ese movimiento, su reparación es muy sencilla ya que solo es cuestión de volverlas a anclar al suelo para nivelarlas con las demás, Figura IV.11.

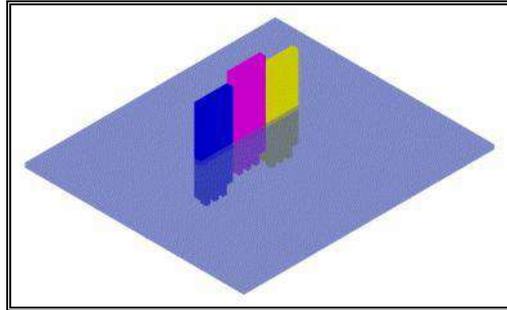


Figura IV.11 Ejemplo de levantamiento de dovela por el movimiento del suelo.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

V PROPUESTAS DE DISEÑOS DE JARDINES PARA VIVIENDAS.

V.1 El diseño en el jardín.

Es necesario seguir cierto criterio en la planificación del jardín, programando los trabajos según una sucesión lógica, a fin de no deshacer obras ya realizadas para llevar a cabo otras nuevas y de no tener que mover plantas ya arraigadas.

Se procede, ante todo, la ubicación de la casa, eligiendo una posición lo más alejada posible de la calle y de otras viviendas, es decir en el centro del terreno.

La tierra que se obtiene de la excavación para la construcción de la vivienda se puede utilizar para lograr un terreno con las pendientes necesarias, rellenando huecos y desniveles.

En cuanto a la planeación, se comienza por el seto, en caso de que lo haya, a lo largo del límite y se plantan a continuación los árboles, los matorrales y los arbustos, el prado, los grupos floridos, las borduras y los parterres (parte aguas o pendientes).

Se considera que resultarán de utilidad los planos esquemáticos, en los que se indica la posición más adecuada para los distintos tipos de plantas, dejando a cada cual libertad de elección basándose en las numerosas listas y tablas que se harán previamente.

En cualquier caso, la distribución de los espacios es preciso atenerse a las reglas fundamentales relacionadas con las necesidades de cada planta, (Mainardi Fazio Fausta, 2001).

V.2 Propuesta de casa habitación cimentada sobre suelos expansivos.

A continuación se muestran algunas propuestas del uso de las plantas y los materiales mencionados anteriormente, en viviendas de Interés medio que cuentan con un jardín pequeño, más esa no es limitante para poder lograr armonía

en el jardín sin la preocupación de que los elementos constructivos sufran daños irreparables.

V.2.1 Propuesta 1

En la Figura V.1 se muestra una vivienda de Interés medio con un jardín posterior pequeño de 8.23 m² y uno frontal que es el área para los carros de 35 m² más no son libres puesto que se necesita un lugar para 2 autos. En el jardín trasero se propone colocar pasto “Cuernavaca”, sobre el muro lateral un arbusto llamado “Bugabillia” trepadora que le dará un toque muy alegre al jardín por el colorido de sus flores.

En cuanto a los materiales se proponen muros de piedra aparente con junta pobre, y en los pisos adoquín color barro.

En el jardín frontal se proponen setos divisorios en la colindancia, en éste caso el seto llamado “Arrayán”; en las jardineras que se encuentran más pegadas a los muros de la vivienda se proponen plantas llamadas “Nochebuenas”, “Belén” y “Cinta” que son plantas pequeñas y muy decorativas. En el área de los automóviles se propone adopasto, éste dará una apariencia de empastado además de la resistencia que lo caracteriza. En el camino que conduce al ingreso de la vivienda se propone adoquín que haga juego con el de la banqueta.

En el jardín interior se propone colocar un piso impermeable con una rejilla de desagüe con una pendiente mínima del 2%, sobre el piso colocar una pequeña fuente que armonice el ambiente con su particular sonido de agua además de colocar recipientes con diferentes tipos de plantas de sombra proponiendo la técnica de hidroponía. Con ésta propuesta evitaremos que la humedad del Jardín interior penetre a pisos y muros interiores de la vivienda.

En la Figura V.2 se indican las pendientes del jardín que en áreas empastadas será de un 5%, proponiendo las pendientes siempre hacia el lado opuesto de la vivienda y proporcionando en algunas zonas canales perimetrales para un mejor desalojo del agua.



PLANTA BAJA
Diseño del jardín

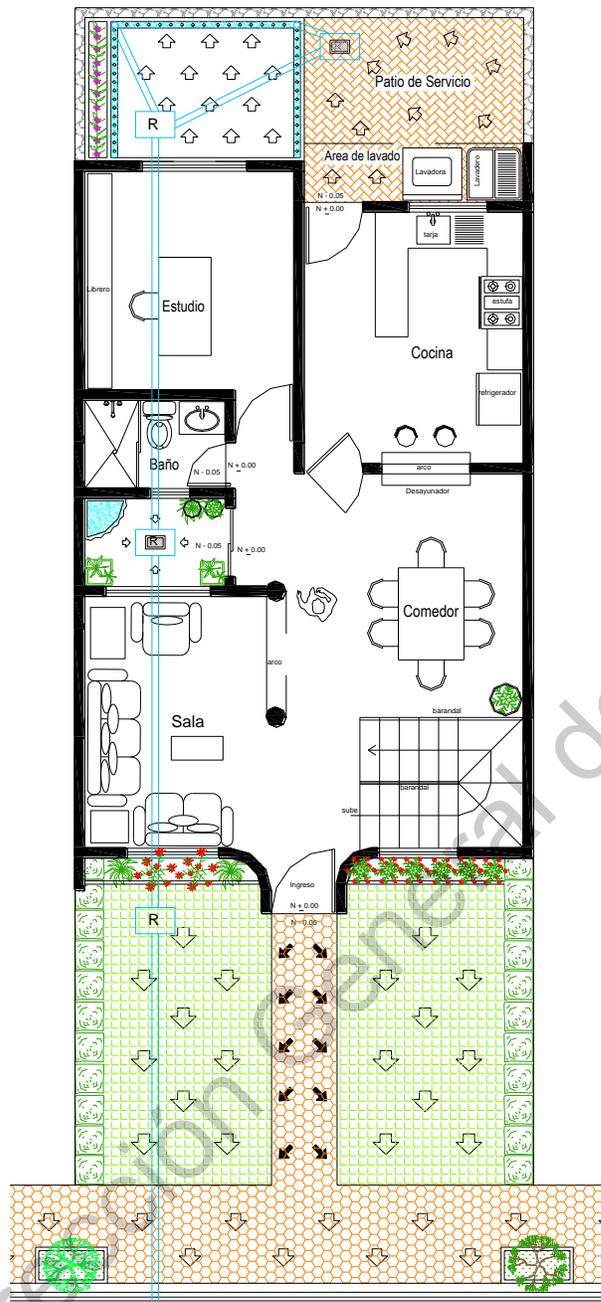
PROPUESTA DE MATERIALES

SIMBOLOGIA	MATERIAL
	ADOQUIN
	ADOQUIN
	ADOPASTO
	EMPEDRADO
	ESTANQUE
	MURO DE PIEDRA
	SILLAR
	REGISTRO CON REGILLA

PROPUESTA DE PLANTAS

SIMBOLOGIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE COMÚN	TIPO
	CINTA	CHOLORO PHITUM COMOSUM	ARBUSTO
	HORTENSIA	HIDRANGEA MACROPHYLLA	ARBUSTO
	TERESITA	ZINNIA MULTIFLORA	ARBUSTO
	ORQUIDEA	CATTLEYA	ARBUSTO
	NOCHEBUENA	EUPHORBIA PULCHERRIMA	ARBUSTO
	CRISANTEMO	CHRYSANthemUM INDICUM	ARBUSTO
	BELEM	CRYPTOSTEGIA GRANDIFLORA	ARBUSTO
	NOPAL	PLATIPUNTIA Y NOPALEA	CRASA
	MAGUEY	AGABE	CRASA
	PALMERA REAL	ROYSTONEA REGIA	PALMERA
	CLAVO	HAMELIA CALYCOSA	CETO
	ARRAYAN	ARRAYAN	CETO
	BUGAMBILIA	BOUGAINVILLEA SPP	TREPADORA
	FICUS	FICUS MACROPHYLLA	ARBOL
	LIMON	CITRUS LIMONUM	ARBOL FRUTAL
	PASTO CUERNAVACA	CUERNAVACA	PASTO
	PASTO BERMUDA (SOBRE EL ADOPASTO)	CYNODON DACTYLON	PASTO

Figura V.1 Propuesta 1 (Diseño de jardín)



SIMBOLOGÍA

	DIRECCIÓN DE ESCURRIMIENTO
	CANAL DE DESAGUE POR SUPERFICIE
	TUBERIA DE PVC
	REGISTRO SANITARIO
	REGISTRO SANITARIO CON REJILLA DE DESAGUE

a la red municipal

PLANTA BAJA
pendientes en jardín

Figura V.2 Propuesta 1 (Pendientes en jardín)

V.2.2 Propuesta 2

En la Figura V.3 se propone otra vivienda de interés medio con un jardín trasero más amplio de 14.86 m² en la parte de enfrente también se cuenta con más área para jardín que en el caso anterior ya que solo entrara un auto, el espacio de jardín enfrente es de 2.00 m². En el jardín trasero se propone colocar un pequeño estanque que puede ser decorado con plantas acuáticas, un pequeño camino empedrado que conduce al estanque y divide el jardín en dos partes, en la parte más pequeña se observan plantas pequeñas llamadas Teresitas alrededor del espacio, dándole un toque de importancia al camino, el área se encuentra empastada con pasto Cuernavaca y al centro se localiza un palmera real dándole un toque muy fresco al jardín. En la parte más grande a la orilla del camino se propone plantas pequeñas como el “Belén” que contrasta muy bien con las plantas llamadas Teresitas que están frente a ellas, también es una zona empastada con pasto “Cuernavaca” y hacia el lado derecho se localiza una jardinera con plantas “Hortensias” y “Cinta”. Se proponen muros de sillar aparente con junta pobre y el resto del piso adoquín.

En la parte de enfrente se colocaron setos divisorios en la conlindancia llamados Clavo, en la jardinera frontal una planta llamada Orquídeas y la zona de la cochera se propone empastada con pasto Cuernavaca con huella de adoquín. En el jardín de lado derecho se propone pasto Cuernavaca y en la parte delantera un cajete cuadrado con un árbol frutal (Naranja, Limón o Manzana), en la parte central se proponen flores de vistosos colores como el crisantemo y la nochebuena. El camino hacia el acceso de la vivienda se propone de adoquín que combine con la banquetta.

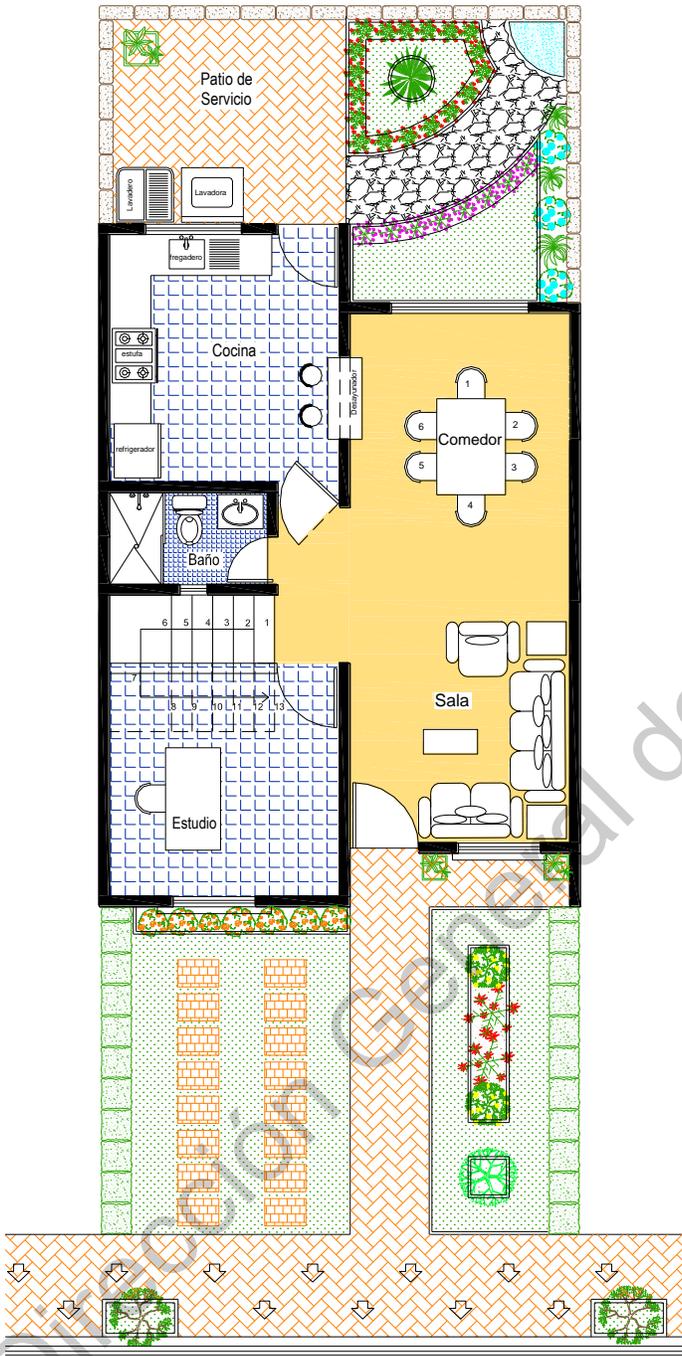
En la Figura V.4 se observan las direcciones de las pendientes que alejando el agua de la construcción, así como el drenaje sanitario por el que se elimina el agua que no es absorbida por las plantas.

PROPUESTA DE MATERIALES

SIMBOLOGIA	MATERIAL
	ADOQUIN
	ADOQUIN
	ADOPASTO
	EMPEDRADO
	ESTANQUE
	MURO DE PIEDRA
	SILLAR
	REGISTRO CON REGILLA

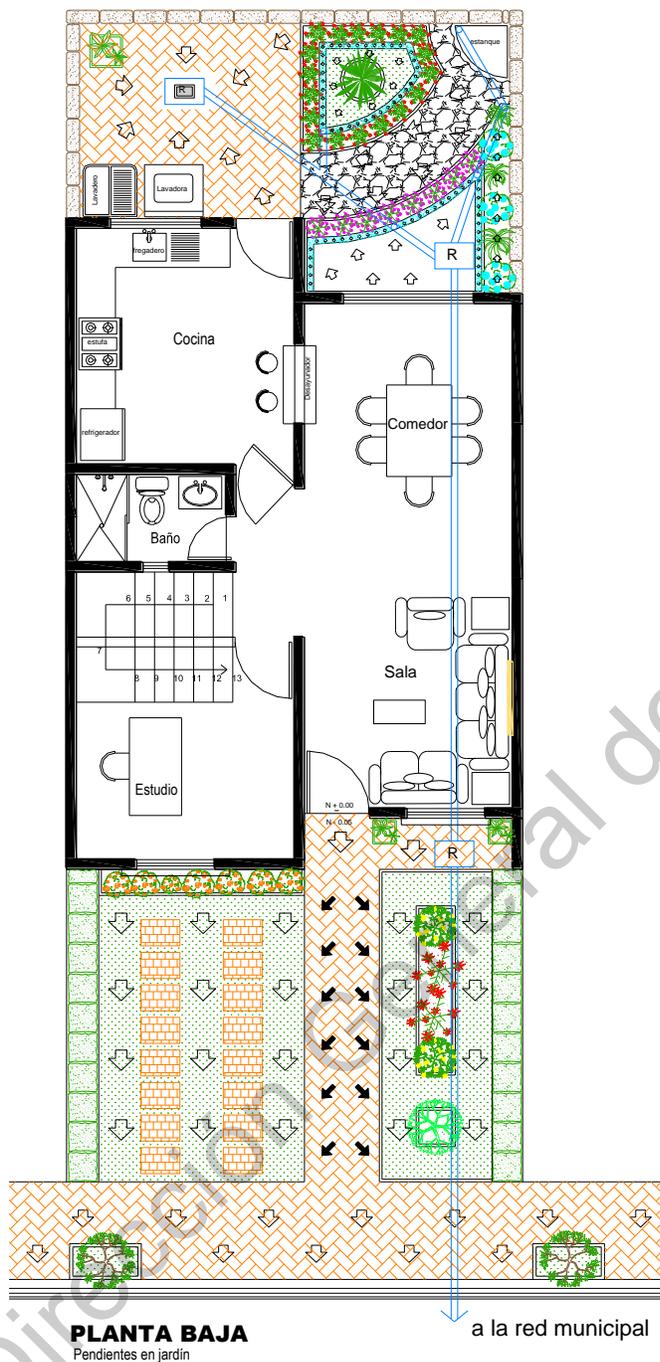
PROPUESTA DE PLANTAS

SIMBOLOGIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE COMÚN	TIPO
	CINTA	CHOLORO PHITUM COMOSUM	ARBUSTO
	HORTENSIA	HIDRANGEA MACROPHYLLA	ARBUSTO
	TERESITA	ZINNIA MULTIFLORA	ARBUSTO
	ORQUIDEA	CATTLEYA	ARBUSTO
	NOCHEBUENA	EUPHORBIA PULCHERRIMA	ARBUSTO
	CRISANTEMO	CHRYSANTHEMUM INDICUM	ARBUSTO
	BELEM	CRYPTOSTEGIA GRANDIFLORA	ARBUSTO
	NOPAL	PLATIPUNTIA Y NOPALEA	CRASA
	MAGUEY	AGABE	CRASA
	PALMERA REAL	ROYSTONEA REGIA	PALMERA
	CLAVO	HAMELIA CALYCOSA	CETO
	ARRAYAN	ARRAYAN	CETO
	BUGAMBILIA	BOUGAINVILLEA SPP	TREPADORA
	FICUS	FICUS MACROPHILLA	ARBOL
	LIMON	CITRUS LIMONUM	ARBOL FRUTAL
	PASTO CUERNAVACA	CUERNAVACA	PASTO
	PASTO BERMUDA (SOBRE EL ADOPASTO)	CYNODON DACTYLON	PASTO



PLANTA BAJA
Diseño del jardín

Figura V.3 Propuesta 2 (Diseño de jardín)



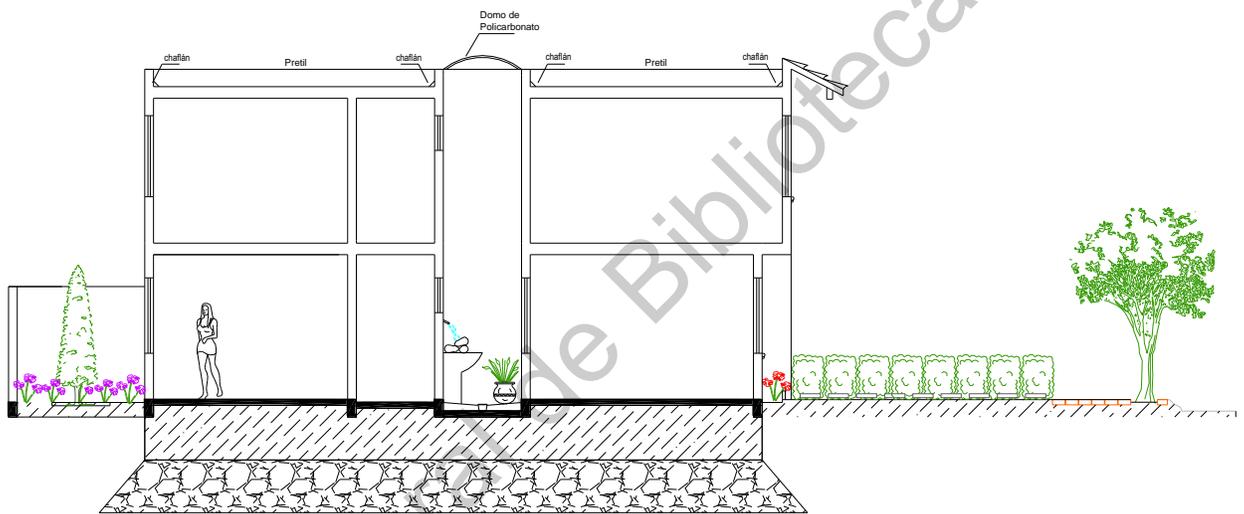
SIMBOLOGÍA

	DIRECCIÓN DE ESCURRIMIENTO
	CANAL DE DESAGUE POR SUPERFICIE
	TUBERÍA DE PVC
	REGISTRO SANITARIO
	REGISTRO SANITARIO CON REJILLA DE DESAGUE

Figura V.4 Propuesta 2 (Pendientes en jardín)

En las siguientes secciones se muestran tres tipos de cimentación que son adecuadas para construir sobre un suelo expansivo, en las Figura V.5, Figura V.6 y Figura V.7 se puede observar la elevación que puede provocar la cimentación, así como las plantas que se encuentran en esa zona.

En la Figura V.5 se muestra una sección de la propuesta 1 con una cimentación por sustitución. En éste caso el nivel de la vivienda no se eleva demasiado pues el relleno por sustitución es controlado y se puede dejar a un nivel deseado.

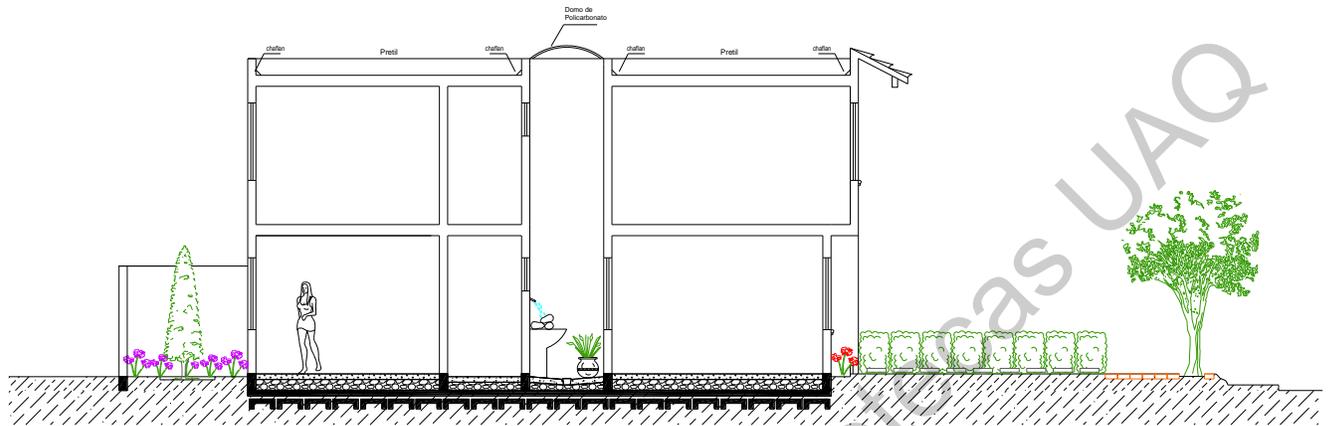


Corte Transversal y - y

Figura V.5 Cimentación por sustitución.

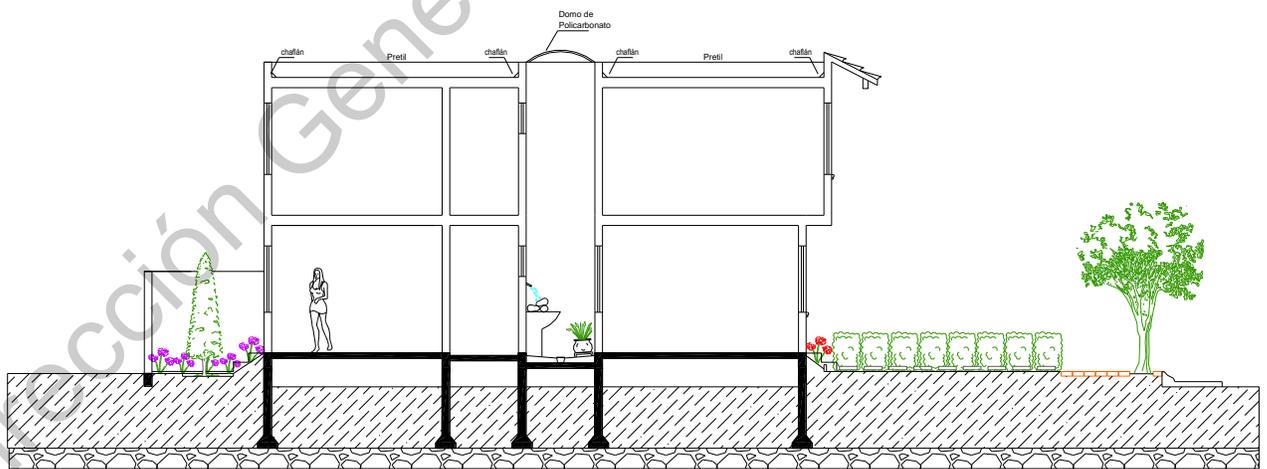
En la Figura V.6 se muestra la sección de la cimentación con nervaduras, ésta al igual que la de sustitución puede quedar al nivel deseado.

En la Figura V.7 se muestra la sección de una cimentación con pilotes, en éste caso el nivel de la vivienda queda más arriba que el de las áreas exteriores, esto por ser una cimentación flotante, en éste caso se recomienda colocar la vegetación que va pegada a la vivienda con la pendiente necesaria para llegar al nivel del jardín, y en cuanto a la circulación es necesario colocar escalinatas elaboradas del mismo material del que se proponen en los pisos exteriores. Esta es la propuesta de cimentación más segura en cuanto a daños por expansión, pues el suelo no está en contacto con la vivienda, la desventaja que tiene es que es más costoso que los demás.



Corte Transversal y - y

Figura V.6 Cimentación con Nervaduras.



Corte Transversal y - y

Figura V.7 Cimentación con pilotes.

VI RESULTADOS

Al encontrarnos con un terreno que está compuesto de suelos expansivos se consideran los siguientes tipos de cimentación:

- Se propone la cimentación por sustitución que consiste en eliminar gran parte del suelo expansivo y sustituirlo por uno de mejores condiciones.
- Cimentación con nervaduras, éstas nervaduras van con los huecos hacia abajo con el fin de ser llenado en el caso de una expansión del suelo.
- Cimentación con pilotes, en éste caso la vivienda queda flotando, es decir no tiene contacto con el suelo.

El suelo debe mantenerse constante de humedad para no sufrir expansión, en las áreas exteriores en donde no se ha dado un mejoramiento al suelo, es necesario considerar tipo de vegetación en los jardines, tipos de pisos y muros en las áreas exteriores.

En el caso de las plantas se escogerán las de tamaños medios y raíces cortas para evitar que absorban demasiada humedad del suelo, lo que provocaría desajustes de humedad y expansión del suelo dañando los elementos constructivos cercanos, por lo que también se recomienda alejar los árboles que son los que absorben más humedad además de tender sus raíces a crecer si no se cuidan de ser podados regularmente. Por todas las características mencionadas se proponen las siguientes plantas en la Tabla VI.1.

Existe una técnica muy practica y apta para éste caso llamada hidroponia, ésta técnica consiste en sembrar diferentes tipos de plantas desde arbustos, huertos, etc. Sin necesidad de tierra.

Los muros en exteriores se proponen bloques o módulos con dimensiones tales que el área o la base sea aproximadamente 0.30 m. Con ello el muro tiene buena estabilidad y no necesita una junta muy resistente y adherible. Tal es el caso del sillar y piedras que cumplen con las características mencionadas.

Tabla VI.1 Plantas recomendables para suelos expansivos.

TIPO	NOMBRE DE LA PLANTA	CARACTERISTICAS
ARBUSTOS	BUGAMBILIAS	Plantas de sol, se riegan cada tercer día, evitando encharcamientos. Requieren ser podadas para no dejarlas crecer en exceso y se mantengan sanas.
	CINTA	
	HORTENCIA	
	ORQUIDEA	
	NOCHEBUENA	
TREPADORAS	CISUS	Plantas de sol, se riegan cada tercer día al principio y después 2 veces por semana. Se adhieren solas a los muros o cualquier elemento que se encuentre cerca de ellas.
	LLAMARADA	
	BUGAMBILIA TREPADORA	
PASTOS	BERMUDA	Los pastos requieren de un riego constante considerando buena pendiente en el jardín para un buen drenado. Se requiere su poda frecuente para mantenerlo bello y sano.
	CUERNAVACA	
CETOS	CLAVO	Plantas de sol, se riegan cada tercer día, evitando encharcamientos. Requieren ser podadas con mucha frecuencia para que cumplan su objetivo de cetos y se vean uniformes.
	ARRAYAN	
ARBOLES ORNAMENTALES	FICUS	Plantas de sol, se riegan una vez por semana. Estos árboles suelen crecer en exceso al igual que sus raíces, para evitarlo hay que podarlos continuamente.
	TULIPAN.	
ARBOLES FRUTALES	MANZANO	Plantas de sol, se riegan una vez por semana mas se elimina el riego durante la floración. Estos árboles suelen crecer en exceso al igual que sus raíces, para evitarlo hay que podarlos después de recoger la cosecha del año.
	NARANJO	
	LIMON	
FLORES	BELEN	Plantas de sol indirecto, se riegan todos los días evitando encharcamientos. Estos árboles suelen crecer en exceso al igual que sus raíces, para evitarlo hay que podarlos continuamente.
	TERESITA	
	CRISANTEMO	
PALMERAS	FENIX	Plantas de sol, se riegan cada tercer día. En climas lejanos al mar requieren mas cuidados durante su crecimiento.
	WASHINGTON	
	PALMERA PLATEADA	
	REAL	
	PALMERA ABANICO	
CONIFERAS	CIPRES	Plantas de sol, se riegan una vez por semana. No requieren cuidados extremos, son resistentes al frío.
	CEDRO LIMON	
	CEDRO LIMON CHINO	
	TULIA	
CRASAS	NOPAL	Plantas de sol y sombra, se riegan una vez por semana evitan encharcamientos. No requieren cuidados extremos, son resistentes a la falta de humedad y climas extremos.
	SABILA	

Otra propuesta es la de construir muros exteriores basándose de dovelas prefabricadas ya sean de concreto, de panel o de cualquier material resistente, éstas se introducen en el suelo sin junta entre ellas, y en el caso de expansión se levantan individualmente teniendo la facilidad de volverlas a colocar en su lugar.

En el caso de pisos se proponen piezas pequeñas en donde el peralte es proporcional al área. Con ellos se logra un volumen más estable y resistente evitando que el piso se rompa con los movimientos del suelo, además de colocarse con una junta pobre y poco adherible, cuando suceden los movimientos

del suelo las piezas tienden a desprenderse más no a romperse y su reparación es muy rápida y sencilla. Se proponen pisos de sillar y empedrados en exteriores que tienen las características mencionadas.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

VII Conclusiones y recomendaciones

VII.1 Conclusiones

El suelo expansivo debe mantenerse constante de humedad para no generar cambios volumétricos, en las áreas exteriores en donde no se ha dado un mejoramiento al suelo, es necesario considerar tipo de vegetación en los jardines, tipos de pisos y muros en las áreas exteriores.

Respecto a la solución de cimentación se pueden aplicar las recomendaciones de éste trabajo (Cimentación flotante, por sustitución y con nervaduras entre otras) teniendo presente que solamente cubren el área de construcción.

- Se debe considerar una cimentación flotante para que el suelo no tenga contacto con la vivienda (cimentación con pilotes).
- Cimentación por sustitución, se sustituye gran parte del suelo expansivo y se coloca uno de mejor calidad.
- Cimentación con nervaduras, éstas nervaduras se colocan con sus huecos hacia abajo, con el fin de ser rellenados tales huecos en caso de expansión.

En áreas exteriores se proponen en general pisos y muros compuestos con piezas tales que sus dimensiones les proporcionan estabilidad y resistencia, esto aunado a una junta pobre y poco adherible.

- En las áreas exteriores se propone colocar pisos compuestos por pequeñas piezas en las cuales el área de la pieza es pequeña con relación a su peralte, estas piezas son colocadas con una junta poco adherible.
- En el caso de los muros que se proponen para exterior, las características son similares a las de los pisos, son piezas pequeñas con el área pequeña con relación al peralte y van colocadas con una junta pobre.

En cuanto a la vegetación es importante considerar el tamaño de las plantas y sobre todo el tamaño de sus raíces de tal manera que no afecte considerablemente el contenido de humedad del suelo.

- La vegetación que se propone es la que sea de tamaños regulares y raíces cortas, en el caso de los grandes que son los más grandes se recomienda podarlos con frecuencia y alejarlo lo mayor posible la construcción.
- Se debe considerar una pendiente tal que el agua circule hasta los canales perimetrales y no existan encharcamientos.
- La técnica de “Hidroponía” es una solución de cultivar sin tierra, ésta es una solución muy práctica y productiva, con ella se evitaría mojar el suelo ya que se utilizan recipientes que varían en tamaños y materiales.

VII.2 Recomendaciones

Al concluir esta investigación se sugieren las siguientes recomendaciones para el caso de una vivienda cimentada sobre suelo expansivo.

- Elegir una cimentación que disminuya los daños posibles por expansión del suelo (Cimentación flotante, por sustitución y con nervaduras entre otras).
- Tener en cuenta que la vegetación puede ser causa de daño en los elementos constructivos de la vivienda.
- Elegir vegetación de tamaños medios o conservarla podándolas continuamente.
- Evitar árboles cerca de elementos de construcción.
- El agua en el jardín debe tener tal pendiente que el fluido sea ideal para evitar encharcamientos.
- La técnica “Hidroponía” (sembrar sin tierra) es ideal para practicarla es éste tipo de jardines.
- Los pisos en las áreas exteriores procurar colocarlos de materiales con formas y dimensiones tales que no se rompan tan fácilmente (piezas pequeñas de peraltes grandes) así como colocarlos con una junta poco adherible.

- Los muros en exteriores colocarlos también de piezas muy estables que no requieran de una junta muy resistente y abundante.
- Se recomienda investigar tipos de pisos ideales para interiores de viviendas cimentadas sobre suelos expansivos.
- Se recomienda continuar la investigación sobre el tema de las dovelas prefabricadas.
- Se recomienda elaborar un estudio estadístico de los daños ocasionados por el suelo expansivo en las áreas exteriores.
- Se recomienda que se tomen en consideración las propuestas de materiales y especificaciones para viviendas cimentadas sobre suelos expansivos en las dependencias encargadas de los permisos de construcción.
- Se recomienda que se den a conocer y se consideren las propuestas mencionadas en éste trabajo en los viveros, diseñadores de jardines y arquitectos paisajistas con el fin de evitar daños
- Este trabajo origina que se pueda manejar un nuevo tema en el área de paisaje arquitectónico y la mecánica de suelos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Centro de Estudios Agropecuarios 2001. Cultivo de frutales, México D.F.
2. Departamento de agricultura de los Estados Unidos de América. Riego Por Aspersión, Servicio de conservación de suelos E. J. Winter .El Agua el Suelo y la Planta.
3. **Florín**, Xavier. Cultivar en armonía con la luna y el cielo. Madrid, España.
4. **Fritsch**, Robert. La poda de arbustos ornamentales. Madrid, España.
5. **Fritsch**, Robert. Flores y plantas de rocalla. Madrid, España.
6. **Gallo Ortiz** Gabriel, Espino Márquez Luis y Olvera Montes Alfonso. Diseño estructural de casas habitación Ed. Mc Graw Hill 1997 México.
7. **Coombs**, Geoffrey K. 1994. Diseño de jardines. Barcelona, España.
8. **Lindquist**, Judith. 1988. Encyclopedia of Regional American Gardening. North Yorkshire, England.
9. **López Lara**, Teresa. 1996 Resistencia al esfuerzo cortante en arcillas expansivas de Júpica, Querétaro. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
10. **Mainardi Fazio**, Fausta. 2001 El libro del Jardín. Barcelona, España.
11. **Martínez** Maximo, 1979 Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas, Fondo de cultura económica.
12. **Plazola**, Alfredo. Cuarta edición 1983. Arquitectura Habitacional .México D.F.
13. **Samperio Ruiz**, Gloria. 1997. Hidroponia básica el cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. México D.F.
14. **Scheu-Helgert**, Marianne. 2000. Pequeños jardines diseño y acondicionamiento. León, España.
15. **Schjetnan**, Mario. Et al. Principios de diseño urbano/ambiental. Ed. Árbol, México 1997
16. **Torres García**, José de Jesús. 2002 Verano de la investigación científica académica mexicana de ciencias, Facultad de ingeniería UAQ 2002

17. **Trejo Cárdenas**, Judith. 2003 Reducción óptima de los cambios volumétricos del suelo aplicando la presión de expansión. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
18. **Zepeda Garrido**, J. Alfredo. 1989 Curso Internacional de Mecánica de suelos arcillosos. U.A.Q. (México) y Universidad Laval (Canadá) Querétaro, México.
19. www.glosam.com, Hidroponía Cultivo sin tierra, 2002.
20. www.infojardin.com, Infojardín 2002-2003.
21. www.ciap.org/propie.htm, Procesos productivos, Tallado en piedra, 2002
22. www.planthogar.com, Planthogar, 2003.
23. www.suculentas.com, Cacyus y otras plantas, 2003
24. www.happyflower.com.mx, Happy Flower, 2002.
25. www.paisajistascodsc.com, 2002.
26. www.ediho.es/paisajistas-asociados, 2002-2003.
27. www.ecuadorconstruccion.com
28. www.horticom.com
29. www.malpesa.es
30. www.apcadoq.com.mx

ANEXO 1

El siguiente texto fue tomado del Verano de la investigación científica, Academia Mexicana de Ciencias, Facultad de Ingeniería U. A. Q. 2002..

Los costos de remediación y prevención presentados en este estudio se muestran en dólares con una tasa de cambio de 10.13 pesos, vigentes en el tiempo que se realizó esta investigación (2002)

ANÁLISIS DE COSTOS DE REMEDIACIÓN Y PREVENCIÓN DE DAÑOS CAUSADOS POR SUELOS EXPANSIVOS.

En México no existe a la fecha una estimación de los costos por daños provocados por una mala cimentación, y en especial por suelos expansivos, los cuales seguramente son de cientos de millones de pesos tan sólo en la ciudad de Querétaro.

Lo que sucede, es que los daños causados por suelos expansivos pesan menos en la opinión pública que otros, como inundaciones, huracanes, terremotos y tornados, principalmente por la falta de víctimas, y en segundo lugar porque se producen muy distribuidos en el tiempo y en el espacio (Zepeda, 1985).

El haber analizado los tipos de daños en las edificaciones, así como las propuestas de remediación mas adecuada en cada caso, lleva a pensar que resultan un tanto costosas, además de causar una sensación de inseguridad en el inmueble, por parte de las personas que lo habitan o laboran en el, causado por el continuo contacto visual con las fisuras y desniveles causados en la estructura, debido a la acción de los suelos expansivos.

La propuesta de esta investigación pretende analizar los costos de remediación de daños, así como los métodos preventivos más usuales y acordes al tipo de estructura en cuestión, para crear una conciencia en el constructor y en el usuario, sobre la conveniencia o no de utilizar de inicio los métodos preventivos para proteger la estructura de la edificación, o en su caso, alertarlo sobre los posibles daños mas comunes que pudieran tener lugar, y las medidas remediables mas aconsejables.

Se realizará el análisis de costo de los métodos más usuales y de fácil aplicación, de forma que pueden ser llevados a cabo por la empresa constructora, con la asesoría de un técnico especializado. Igualmente, en la remediación de los daños se utilizan procedimientos constructivos de fácil entendimiento y aplicación.

El análisis de costos se llevará a cabo mediante tarjetas de precios unitarios por unidad establecida, con el fin de que resulte más entendible para los fines de esta investigación.

Al costo directo se le agregarán costos en porcentaje bajo los conceptos de: herramienta (3%), mandos intermedios (5%), indirectos de obra (12%) y utilidad (8%), para asemejar el costo final, al que resultaría de contratar a alguna empresa constructora para realizar los trabajos correctivos o preventivos, situación que se aconseja, por tener la garantía de contrato de las dos partes que intervienen en el (contratante y contratista).

V.1 ANALISIS DE COSTOS DE METODOS PREVENTIVOS.

V.1.1 Sustitución.

El análisis de costos presentado comprende un espesor de capa activa promedio de 2.50 m, que es aplicable en muchas zonas del país. La excavación se lleva a cabo por medios mecánicos, pues estamos refiriéndonos a grandes volúmenes de suelo, y realizar este trabajo por medios manuales, resultaría incosteable, además de necesitar un periodo de tiempo considerable.

El material producto de la excavación (suelo expansivo) se llevará fuera del lugar de la construcción, a un lugar designado por las autoridades, que en este caso suponemos un promedio de 5 Km de distancia.

El material inerte por utilizar en el relleno, debe cumplir con las normas establecidas para el uso que se le pretende dar, y en este caso se utiliza el "tepetate", que es el mas común para este tipo de rellenos. Dicho material se colocará en capas no mayores de 30 cm, y se compactará por medios mecánicos hasta un 95% Próctor Estándar.

El análisis de costos (A3, VC-001) cotiza el costo de la sustitución del suelo expansivo, por material inerte, en \$15.82 dólares cada metro cúbico.

V.1.2 Impermeabilización.

Se analiza una cimentación (representativa) de 60 cm de base y 1 m de profundidad de desplante. Por especificación, el cartón asfáltico debe tener 15 cm de traslape entre sí, con el fin de garantizar el funcionamiento del sistema. Además, se cubrirá una capa de 15 cm en la superficie del suelo (nivel de terreno natural) a cada lado de los hombros de la cepa, para prevenir posibles infiltraciones superficiales.

La colocación del cartón asfáltico se realiza por medios manuales (peón general), bajo una supervisión del oficial albañil. El cartón asfáltico se comercializa en rollos de 100x1.15 m, por lo que el desperdicio se considera en la tarjeta de análisis.

La tarjeta de análisis (A3, VC-002) cotiza el costo de la impermeabilización del suelo de cimentación, en \$3.24 dólares cada metro lineal.

V.1.3 Aislamiento.

Este método preventivo se analiza en tres diferentes formas: aislamiento por banquetas de concreto, carpeta asfáltica, y barreras verticales de impermeabilizante asfáltico. Cada una de ellas incluye los principios básicos del aislamiento de la superficie con el suelo subyacente a la construcción, y cumple con los resultados esperados.

a) Banquetas de concreto hidráulico.

En lo que respecta al aislamiento a base de banquetas de concreto hidráulico, su procedimiento constructivo es similar a la construcción de losas en áreas grandes (plazas cívicas, estacionamientos). Cuenta con un refuerzo de malla electrosoldada 6X6-10/10, para aumentar la resistencia del concreto a posibles fuerzas de expansión, que se esperan sean débiles, en caso de existir las, en este caso, se utiliza concreto hecho en obra por considerar lugares de construcción no muy grandes (habitationales), pero al ser un área de construcción grande; la

utilización de concreto premezclado afectaría en una disminución del costo de las banquetas.

La tarjeta de análisis (A3, VC-004) cotiza el costo del aislamiento mediante banquetas de concreto hidráulico, en \$11.68 dólares por cada metro cuadrado.

b) Carpeta asfáltica.

El aislamiento a base de carpetas asfálticas, se utilizaría en las calles y cocheras de las casas, esto es con el fin de cubrir el área (sobre todo de fraccionamientos nuevos) que normalmente se proyecta como un empedrado sencillo, que permitiría la infiltración superficial del agua pluvial, además de la evapotranspiración.

Este procedimiento es necesario llevarse a cabo por medios mecánicos y personal especializado, por lo que generalmente se recurre a los subcontratos con empresas dedicadas a la industria caminera. Dicha carpeta asfáltica, debe cubrir las especificaciones de riego, sello y compactación.

El análisis del costo de este procedimiento (A3, VC-005) cotiza en \$8.71 dólares por cada metro cuadrado de carpeta asfáltica.

c) Barrera vertical.

La barrera vertical (utilizada en vías terrestres) puede tener una aplicación en la edificación, de llevarse a cabo bajo los mismos parámetros de calidad, aunque en una escala un tanto reducida. El procedimiento de construcción comprende la excavación en una franja aproximada de 1 m de ancho, hasta alcanzar la profundidad de capa activa (aproximadamente 2.50 m), esto es causado por el procedimiento constructivo en la impermeabilización del suelo; porque se requiere que una persona realice la impermeabilización directamente en el sitio.

Una vez realizada la excavación, se coloca una mano de impermeabilizante asfáltico directamente sobre el suelo natural, procediendo inmediatamente a colocar la membrana impermeabilizante, con un traslape de 10 cm entre sí. Una vez secado, se coloca una segunda mano de impermeabilizante asfáltico, en este caso, sobre la membrana.

Se espera al secado del producto impermeabilizante, y comienza la última etapa del sistema constructivo, que es el relleno utilizando el material producto de

excavación, este se realizará en capas no mayores de 25 cm, utilizando pizón de mano, en caso de que el material pueda afectar la barrera impermeabilizante, de lo contrario, bajo una estricta supervisión, se podrá utilizar un compactador neumático (bailarina).

El análisis de costo realizado a este procedimiento preventivo (A3, VC-003) cotiza en \$30.04 dólares por cada metro cuadrado de barrera vertical impermeable.

V.1.4 Remoldeo.

Este método preventivo ha sido utilizado en la industria caminera, así como en la construcción de canales de riego y rectificación de ríos. Ha arrojado buenos resultados y permite la disminución del potencial de expansión del suelo, lo que causa que pueda ser utilizado para prevenir daños en las edificaciones.

Su procedimiento se realizará exclusivamente por medios mecánicos, utilizando un escarificador o ripper, dependiendo la profundidad de la capa activa, el riego del agua de realizará por medio de pipas con flautas de aspersión, y en el remoldeo o “batido” del suelo se utiliza nuevamente un escarificador.

El análisis de costo de este método preventivo (A3, VC-011) cotiza en \$9.35 dólares por cada metro cúbico de remoldeo del suelo.

V.1.5 Estabilización de suelos con cal.

Los orígenes de este método se deben a la industria caminera, además del análisis del procedimiento utilizado por la industria agrícola. Presenta muchas ventajas, al grado de poder garantizar sus resultados si se lleva en una forma similar a lo establecido por los estudios realizados.

Su procedimiento constructivo requiere del empleo de maquinaria pesada y movimiento de tierras, razón por la cual, al igual que la sustitución, normalmente recaerá la realización de esta, por parte de subcontratistas especializados.

El espesor propuesto por los estudios recientes, mencionan que el estabilizar una capa de 60 cm de suelo es suficiente para vencer los cambios de humedad en el subsuelo y reprimir la expansión de los suelos expansivos.

En general, el contenido de cal a utilizar se concentra en un 8% promedio, del peso volumétrico seco del suelo, y en este caso, se analiza el esparcido de la cal mediante un camión de volteo, aunque el costo al utilizar bolsas distribuidas sobre el terreno, no varía en una cantidad considerable.

El riego de agua para el humedecimiento, curado inicial y final, se propone para mantener una humedad del 40% en la capa estabilizado del suelo, durante un periodo de 7 días.

El análisis de costo de este método (A3, VC-006) cotiza en \$14.14 dólares por cada metro cuadrado de suelo estabilizado.

V.1.6 Estabilización de suelos con cemento Pórtland.

El objetivo de la estabilización del suelo con cemento, es prácticamente crear un suelo-cemento, técnica utilizada por los primeros constructores de nuestro tiempo. Además de estabilizar el terreno, en cuanto a humedad, tiene la ventaja que da una mayor capacidad de carga al terreno, futuro alojamiento de la cimentación de la edificación, lo que hace interesante analizar su costo, con el fin de compararlo con los otros procedimientos, anteponiendo las ventajas del método.

El procedimiento constructivo de este método preventivo es similar al empleado en la estabilización de suelos con cal, variando el contenido de cemento, en este caso del 4%. La mayor diferencia corresponde al tiempo ya cantidad de agua en el curado, debido a que al poner el contacto de la mezcla del suelo con el cemento y el agua, comienza un fraguado inicial, característico del cemento, por lo que el mezclado del material estabilizado debe realizarse en forma casi inmediata, antes de que el cemento pueda endurecerse, perdiendo toda posibilidad de llegar al resultado esperado.

Para realizar el análisis del costo de este método preventivo, se propone una capa del suelo a estabilizar, alrededor de 60 cm siguiendo el procedimiento sugerido por los estudios realizados a este método.

El análisis de costo de la estabilización del suelo con cemento Pórtland (A3, VC-007) cotiza en \$16.58 dólares por cada metro cuadrado a estabilizar.

V.1.7 Losa con trabes hacia abajo.

Las losas de cimentación con trabes hacia abajo, son una de las variantes de las llamadas estructuras flotantes, y han tenido poca aplicación en la industria de la construcción por considerar exagerado el costo adicional en la construcción de las nervaduras inferiores. Sin embargo, se quiso incluir el análisis de costo de este método preventivo, debido a que presenta buenos resultados en la prevención de los daños causados por la expansión de los suelos.

Las nervaduras se construyen de 15x40 cm, reforzadas con varilla del No. 3 y estribos del No. 2, se utilizarán casetones de poliestireno de 60x60x30 cm en forma de cimbra. Es permitido utilizar cajas de cartón enceradas, sin embargo, se corre el riesgo de que al estar colando la estructura se rompa accidentalmente alguna de ellas, siendo difícil la corrección de este problema en forma rápida, afectando el éxito del colado de toda la estructura.

La capa de compresión es de 10 cm de espesor, normalmente utilizado para las losas de cimentación planas, reforzada con malla electrosoldada 6x6-10/10. El concreto utilizado en este método será premezclado, para asegurar un colado integral, obteniendo una estructura monolítica. El curado se realiza en la forma acostumbrada para las estructuras de concreto.

El análisis de costo de este procedimiento (A3, VC-010) cotiza en \$53.58 dólares por cada metro cuadrado de esta estructura.

V.1.8 Pilotes con fondo de campana.

Este tipo de pilotes ofrece muchas ventajas de seguridad a la estructura que se cimenta sobre ellos. Aunque anteriormente, el uso de pilotes se restringía a estructuras de peso y altura importante, en la actualidad, debido a las acciones de los suelos expansivos se ha implantado este sistema en edificios de 1 a 3 niveles, brindando excelentes resultados.

Los pilotes utilizados para edificaciones pequeñas utilizan los principios generales de todo pilote, es decir, apoyar la estructura, en este caso, sobre un estrato libre de movimientos de expansión. Para el caso de estudio, se supondrá una capa

activa de 2.50 m de profundidad, por lo que el pilote se desplantará al menos 1 m sobre el estrato libre de expansión.

La perforación es un tanto especial debido a la necesidad de la formación de la campana, llegando a veces a necesitarse que algún obrero se introduzca a la perforación para ejecutar la formación de la campana. Pero si el suelo no es muy duro, existe maquinaria especial para la formación de la misma. El refuerzo de acero y las dimensiones del pilote se obtienen mediante un cálculo sencillo, en el que se incluyen los factores de seguridad.

Se utiliza concreto premezclado, porque es más fácil dosificar algún retardante del fraguado, asegurando la construcción de un elemento más compacto y monolítico. La elevación sobre el terreno natural será de al menos 15 cm, de donde partirán las trabes que soporten la estructura.

El análisis del costo de este método (A3, VC-008) es de \$452.11 dólares por cada pilote.

V.1.9 Pilotes cortos para casa habitación.

La diferencia con el pilote de fondo de campana, es que este tipo de pilote corto, conserva una forma tradicional cilíndrica en toda la longitud del fuste. Puede ser prefabricado, o colado en el lugar. Para este caso se analiza uno elaborado en el lugar, mediante concreto premezclado y acero $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ de refuerzo, en toda su longitud.

De igual forma que el tipo fondo de campana, se desplanta al menos 1 m sobre el suelo libre de expansión, y sobreyace del terreno natural una altura mínima de 15 cm, sobre la cual se construyen las contratraves

Al analizar el costo de este tipo de pilote (AC, VC-009) se obtiene una cotización de \$153.73 dólares por cada pilote.

V.1.10 Resumen de costos unitarios de los métodos preventivos.

La tabla V.1 muestra el resumen de los costos unitarios de los métodos preventivos:

V.2 ANALISIS DE COSTOS DE METODOS CORRECTIVOS.

Los métodos correctivos solamente actúan en forma de remodelación y reparaciones constructivas en las partes de la vivienda que han presentado daños. En ningún momento intervienen en la mitigación del potencial expansivo del suelo sobre el que se apoya la cimentación. Es decir, se entiende que estas reparaciones tendrán que realizarse de una forma periódica (ordinariamente cada término de temporada de lluvias o sequía), pues los movimientos de expansión y contracción del suelo no se detendrán hasta alcanzar su fatiga, la cual, en algunos casos se puede estimar alrededor de 5 años.

El tipo de reparación en muros, pisos, cadenas y castillos depende de la gravedad de las grietas, o el tratamiento que se pretenda realizar, según la economía que se disponga. Los análisis de costos se realizaron utilizando procedimientos constructivos generales.

Tabla V.1. Resumen de costos unitarios de los métodos preventivos.

Método	Unidad	Costo unitario
Sustitución	M3	15.82
Impermeabilización	M2	3.24
Aislamiento (banqueta de concreto)	M2	11.68
Aislamiento (carpeta asfáltica)	M2	8.71
Barrera vertical	M2	30.04
Remoldeo	M3	9.35
Estabilización del suelo con cal	M2	14.14
Estabilización del suelo con cemento	M2	16.58
Losa con trabes hacia abajo	M2	53.58
Pilotes con fondo de campana	PZA	452.11
Pilotes cortos para casa habitación	PZA	153.73

V.2.1 Reparación de grietas en muros.

En este tipo de daños se presentan 3 alternativas de solución, cuya aplicación dependerá de la magnitud de los daños. La realización de los trabajos deberá ser

de forma que no se afecten otras partes de las viviendas; pero en caso de ser necesario, se tendrá que demoler un poco mas del área afectada para evitar daños estructurales.

V.2.1.1 Resane por aplanado en muro.

El tipo de grietas que se incluyen aquí, pueden confundirse con la simple contracción del aplanado, por lo que el peritaje que se realice deberá ser avalado por un especialista del tema. El procedimiento utilizado en este tipo de grietas es el más sencillo.

Consiste en demoler una anchura aproximada de 10 cm del aplanado, en toda la longitud de la grieta, limpiar de impurezas el ladrillo mediante cepillo metálico, y colocar el nuevo aplanado, con un mayor contenido de cemento que el original. Hecho esto, se espera el secado del resane, y se procede a colocar dos o tres manos de pintura (las necesarias) igualando el color original.

El análisis de costo de este procedimiento, da \$1.92 dólares por cada metro lineal de resane de grietas en aplanado. La tabla V.2 presenta el resumen de la cotización.

Tabla V.2. Cotización de resane por aplanado de muro.

Ref.	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
A3, VC-013	Demolición de aplanado	M2	\$6.09	0.10	\$0.61
A3, VC-012	Aplanado en muro	M2	\$7.85	0.10	\$0.78
A3, VC-030	Pintura en muro	M2	\$2.67	0.20	\$0.53
				Suma	\$1.92

V.2.1.2 Resane por inserción de castillo de concreto.

Este procedimiento consiste en reforzar al muro de carga que ha sido afectado por los movimientos diferenciales de la cimentación. Para esto se tendrá que demoler parte del muro (espesor del castillo), colocar el armado, cimbrar, colar, curar y descimbrar. Este procedimiento tendrá que realizarse por tramos, pues pretender hacerlo al mismo tiempo puede afectar estructuralmente a la vivienda. Al final de los trabajos se colocará aplanado y pintura.

El análisis de costo de este procedimiento correctivo es de \$15.84 dólares por cada metro lineal de inserción de castillo. La tabla V.3 presenta el resumen de la cotización.

Tabla V3. Cotización de resane por inserción de castillo en muro.

Ref.	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
A3, VC-020	Demolición de muro	M2	\$4.60	0.20	\$0.92
A3, VC-014	Castillo de concreto	M	\$9.59	1.00	\$9.59
A3, VC-012	Aplanado en muro	M2	\$7.85	0.50	\$3.92
A3, VC-030	Pintura en muro	M2	\$2.67	0.50	\$1.33
				Suma	\$15.78

V.2.1.3 Reemplazo de muro.

Se optará por realizar esta operación cuando el muro presente agrietamientos que puedan convertirse en riesgos estructurales para la vivienda. El criterio para la utilización de este método, será de grietas mayores de 20 mm, o desplomes que sobrepasen las tolerancias permitidas por el Reglamento de Construcciones. Dependiendo las causas, el reemplazo del muro se realizará total o parcial, quedando a juicio de la persona que realice el peritaje.

El procedimiento consistirá en demoler el muro, limpiar las impurezas de las uniones con cepillo de alambre, colocar el nuevo muro, aplanar con mortero cemento – arena, y finalmente pintura, igualando el color original.

El análisis de costo de este método correctivo da \$ 44.41 dólares por cada metro cuadrado de reemplazo de muro. La tabla V.4 muestra el resumen de la cotización.

V.2.2 Reparación de grietas en pisos de concreto.

Los daños en esta parte de la vivienda a veces no son muy perceptibles, pues comienzan con pequeños desniveles en las losas. Las grietas suelen aparecer mucho tiempo después de que el suelo ha sufrido cambios volumétricos, porque este tuvo que vencer primero la resistencia del concreto. Pero al aparecer las grietas, estas tienen el espesor de la losa de concreto, por lo que la infiltración del

agua puede hacer más grandes los daños. Se han dividido en tres criterios de reparación de los pisos, dependiendo la magnitud del daño.

Tabla V.4. Cotización de reemplazo de muro.

Ref.	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
A3, VC-020	Demolición de muro	M2	\$4.60	1.00	\$4.60
A3, VC-015	Muro de tabique	M2	\$18.75	1.00	\$18.75
A3, VC-012	Aplanado en muro	M2	\$7.85	2.00	\$15.70
A3, VC-030	Pintura en muro	M2	\$2.67	2.00	\$5.35
				Suma	\$44.41

V.2.2.1 Resane con mortero.

Se puede utilizar cuando las grietas en los pisos o banquetas sean de 0.02 a 20 mm de anchura. El procedimiento consiste en hacer un barrido de impurezas con cepillo de alambre, utilizar lechada a forma de aditivo, y colocar mediante cuña o cuchara de albañil el mortero. La operación debe llevar el curado del mortero, para no permitir que este reviente; creando un sello impermeable contra la infiltración del agua.

El análisis de costo de este concepto (A3, VC-017) da \$3.73 dólares por cada metro lineal de resane de las grietas.

V.2.2.2 Resane con inyección de concreto.

Si las grietas en el suelo sobrepasan los 20 mm, se recomienda inyectar concreto en toda la longitud de la grieta. Esto consistirá en una limpieza previa de la grieta, quitando el polvo que se haya juntado. Utilizar lechada agua-cemento gris como aditivo entre concreto viejo y nuevo. La colocación del concreto se realiza con cuña o cuchara de albañil, cubriendo todos los huecos generados por la grieta. El curado será realizado con estricto cuidado, para evitar que revienten las juntas frías.

El análisis de costo de este procedimiento (A3, VC-019) da \$4.55 dólares por cada metro lineal de inyección de concreto en las grietas.

V.2.2.3 Reemplazo del piso de concreto.

Esta operación se deberá realizar cuando las losas del piso se encuentren con agrietamientos que ya no resulte apropiado reparar mediante la inyección. Para estos casos, las losas del piso ya deben encontrarse bastante desniveladas, por lo que quizás puedan causar molestias a los usuarios, o incluso impedir el funcionamiento de puertas y cancelas. El procedimiento consiste en demoler las losas en mal estado, nivelar el piso, y colocar las nuevas losas de concreto.

El análisis de costo de este método da \$24.39 dólares por cada metro cuadrado de reemplazo de losas de concreto (tabla V.5). En caso de existir algún tipo de piso sobre la losa, este se debe incluir en el costo, en caso de no ser recuperable.

Tabla V.5. Cotización de reemplazo de piso de concreto.

Ref.	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
A3, VC-021	Demolición de piso	M2	\$4.87	1.00	\$4.87
A3, VC-016	Piso de concreto	M2	\$19.51	1.00	\$19.51
				Suma	\$24.39

V.2.3 Reparación de grietas en cadenas de concreto.

Las cadenas de concreto pueden considerarse como elementos estructurales en las viviendas, pues su función es confinar los muros de carga (generalmente de mampostería de tabique). Por lo que los daños que puedan ocurrir en estos elementos por la acción de los suelos expansivos debe remediarse a la brevedad, antes de que transmita los daños a zonas no afectadas.

Para su estudio, se dividirán en tres tipos las reparaciones a las cadenas, dependiendo del espesor de las grietas y el daño estructural.

V.2.3.1 Resane con mortero.

Se utilizará este procedimiento cuando existan grietas que varíen de 0 a 20 mm. El procedimiento consistirá en un lavado del área de la grieta, se utilizará lechada de cemento gris como aditivo y se procederá a colocar el mortero en el espacio

generado por la grieta. Debe cuidarse que las juntas frías no revienten demasiado, para crear un sello impermeable, si es que el elemento es impermeable.

El costo de este procedimiento correctivo es de \$ 5.66 dólares por cada metro lineal de grieta reparada. La tabla V.6 muestra un resumen del costo analizado.

Tabla V.6. Cotización de resane con mortero en cadena de concreto.

Ref.	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
A3, VC-013	Demolición de aplanado	M2	\$6.09	0.10	\$0.61
A3, VC-023	Resane de grieta en cadena	M	\$3.73	1.00	\$3.73
A3, VC-012	Aplanado en muro	M2	\$7.85	0.10	\$0.78
A3, VC-030	Pintura en muro	M2	\$2.67	0.20	\$0.53
				Suma	\$5.66

V.2.3.2 Resane por inyección de concreto.

Se utilizará este procedimiento cuando las grietas sean mayores de 20 mm. Consiste en limpiar la grieta quitar las impurezas mediante un cepillo de alambre, se utilizará lechada de cemento gris como aditivo, y el concreto se colocará mediante cuñas asegurando cubrir totalmente el espacio de la grieta,. El curado se realizará para evitar que las juntas frías revienten.

El costo de este método preventivo es de \$ 12.33 dólares por cada metro lineal de grieta reparada. La tabla V.7 presenta un resumen de la cotización de este procedimiento.

Tabla V.7. Cotización de resane por inyección de concreto en cadena de concreto.

Ref.	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
A3, VC-013	Demolición de aplanado	M2	\$6.09	0.15	\$0.91
A3, VC-024	Inyección de concreto	M	\$9.69	1.00	\$9.69
A3, VC-012	Aplanado en muro	M2	\$7.85	0.15	\$0.78
A3, VC-030	Pintura en muro	M2	\$2.67	0.35	\$0.93
				Suma	\$12.33

V.2.3.3 Reemplazo de la cadena de concreto.

Este procedimiento se realizará cuando los agrietamientos sean grandes o sencillamente, la cadena se encuentre en un estado muy deteriorado que sea mejor sustituirla para asegurar la estabilidad de los muros. El procedimiento consiste en demoler la cadena existente, armar, cimbrar, colar, curar y descimbrar la nueva cadena. También se aplanará sobre la cadena con mortero cemento – arena y se aplicarán las manos necesarias de pintura para igualar el color original.

El costo de este procedimiento correctivo es de \$ 16.80 dólares por cada metro lineal de reemplazo de cadena. Cabe aclarar que este método se tendrá que utilizar por tramos pequeños, para no afectar la estructura de la vivienda. La tabla V.8 muestra un resumen de la cotización de este procedimiento.

Tabla V.8. Cotización de reemplazo de cadena de concreto.

Ref.	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
A3, VC-025	Demolición de cadena	M	\$2.30	1.00	\$2.30
A3, VC-018	Cadena de concreto	M	\$12.12	1.00	\$12.12
A3, VC-012	Aplanado en muro	M2	\$7.85	0.20	\$1.57
A3, VC-030	Pintura en muro	M2	\$2.67	0.30	\$0.80
				Suma	\$16.80

V.2.4 Reparación de grietas en castillos de concreto.

En el análisis de estos elementos se prefirió separarlos de las cadenas debido a que la distribución de los castillos se ubica generalmente en los marcos de puertas y ventanas, y el tratamiento de los agrietamientos debe realizarse con mucho mas cuidado, para no afectar los marcos de fierro y cristales.

Se ha dividido la reparación de los daños en tres categorías, dependiendo las condiciones del agrietamiento.

V.2.4.1 Resane con mortero.

Se utilizará la aplicación del mortero, cuando las grietas no sobrepasen los 20 mm de espesor. El procedimiento consiste en la limpieza de la grieta mediante cepillo

de alambre, utilizar lechada de cemento gris como aditivo y colocar el resane cubriendo todo el hueco formado por la grieta. Se incluye la cantidad de agua necesaria para curar el mortero, y evitar que este reviente.

El análisis de costo de este procedimiento da \$ 8.50 dólares por cada metro lineal de reparación de las grietas. La tabla V.9 muestra un resumen de la cotización.

Tabla V.9. Cotización de resane con mortero en castillo de concreto.

Ref.	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
A3, VC-013	Demolición de aplanado	M2	\$6.09	0.10	\$0.61
A3, VC-026	Resane en castillos	M	\$6.57	1.00	\$6.57
A3, VC-012	Aplanado en muro	M2	\$7.85	0.10	\$0.78
A3, VC-030	Pintura en muro	M2	\$2.67	0.20	\$0.53
				Suma	\$8.50

V.2.4.2 Resane con inyección de concreto.

Este procedimiento se recomienda cuando las grietas sobrepasen los 20 mm. Consiste en demoler el aplanado que cubre el área cercana de la grieta, limpiar con cepillo de alambre, inyectar el concreto por medios manuales, colocar un aplanado que cubra el área reparada, y por último, utilizar pintura vinílica, para igualar el color original.

El análisis de costos de este método preventivo da \$ 8.94 dólares por cada metro lineal de grieta reparada. La tabla V.10 muestra un resumen de la cotización de este método).

Tabla V.10. Cotización de resane con inyección de concreto en castillo de concreto.

Ref.	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
A3, VC-013	Demolición de aplanado	M2	\$6.09	0.15	\$0.91
A3, VC-027	Inyección de concreto	M	\$6.18	1.00	\$6.18
A3, VC-012	Aplanado en muro	M2	\$7.85	0.15	\$1.17
A3, VC-030	Pintura en muro	M2	\$2.67	0.25	\$0.67
				Suma	\$8.94

V.2.4.3 Reemplazo de castillo de concreto.

Esta medida se tomará cuando el estado físico del castillo sea muy grave. Cuando los agrietamientos ya hayan expuesto las varillas y estas presenten corrosión, y en el peor de los casos, cuando representen un riesgo para la estructura.

El procedimiento consiste en demoler el castillo existente, habilitar el nuevo acero, cimbrar, colar, curar y descimbrar el nuevo castillo. Colocar aplanado para cubrir el área reparada, y por último colocar pintura para igualar el color original.

El precio de este procedimiento es de \$ 14.26 dólares por cada metro lineal de castillo reemplazado. La tabla V.11 muestra un resumen de la cotización de este método correctivo.

Tabla V.11. Cotización de reemplazo de castillo de concreto.

Ref.	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
A3, VC-028	Demolición de castillo	M	\$2.30	1.00	\$2.30
A3, VC-014	Castillo de concreto	M	\$9.59	1.00	\$9.59
A3, VC-012	Aplanado en muro	M ²	\$7.85	0.20	\$1.57
A3, VC-030	Pintura en muro	M ²	\$2.67	0.30	\$0.80
				Suma	\$14.26