



# Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería  
Escuela de Construcción Civil

## “PROYECTO DE UNA MULTICANCHA TIPO, CON TERMINACION DE CESPED SINTETICO PARA LA CIUDAD DE VALDIVIA”

Tesis para optar al Título de:  
Ingeniero Constructor.

Profesor Guía:  
Sr. Gustavo Lacrampe Holtheuer.  
Ingeniero Constructor.  
Constructor Civil, especialista en Obras Civiles.

RODRIGO VICTORIANO ROZAS OVANDO  
VALDIVIA — CHILE  
2009

## DEDICATORIA

*No son graduables los factores que nos llevan lograr el objetivo con que todos llegamos a la Universidad, muchos se van dando en el difícil camino que recorreremos, pero al fin, ahora quiero agradecer aquellas personas más importantes que me llevaron a este momento.*

*Estoy infinitamente agradecidos de mis padres Ana y Heraldo que siempre me apoyaron y creyeron en mi, estoy orgulloso de su formación y educación que han sido fundamentales en mi andar, gracias papa y mama estoy muy orgullosos de ustedes.*

*A mis hermanos Felipe y Marcela que me han dado su alegría y apoyo en mi larga estadía en Valdivia, espero que siempre estemos unidos y nos transmitamos bondad y cariño, lo que engrandecerá nuestra familia, los quiero mucho, seamos cada día mejores personas.*

*El destino puso en mi camino un ser maravilloso, una gran mujer que ilumino y alegro mi vida, ella es mi novia Ximena, ya que con su incondicional apoyo motivo a que se cumplan mis anhelos, has sido fundamental, estoy infinitamente agradecido.*

*Amigos y compañeros, con los que he compartidos alegrías y dificultades, han sido muy valiosos siempre los recordare y agradeceré haber contado con ustedes.*

*Gracias, muchas gracias a todos.*

## ÍNDICE

<b>CAPITULO I - INTRODUCCIÓN GENERAL</b>	<b>PÁGINA</b>
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivo	3
1.2.1 Objetivo generales	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
<b>CAPITULO II - CANCHAS DE FÚTBOL CON CÉSPED NATURAL</b>	<b>PÁGINA</b>
2.1 Canchas de fútbol	5
2.2 Factores que afectan una cancha de fútbol	5
2.2.1 Exceso de lluvia	5
2.2.2 Temperaturas muy altas	6
2.2.3 Trafico del deportista	6
2.2.4 Limitaciones de una cancha de fútbol	7
2.3 Fundamentos teóricos del comportamiento de un suelo	8
2.3.1 Factores que afectan el comportamiento del suelo	8
2.3.2 Composición del suelo	8
2.3.2.1 Sólidos	9
2.3.2.2 Estructura del suelo	10
2.3.2.3 Gases	11
2.3.2.4 Líquidos	12
2.3.2.5 Tipos de líquidos en el suelo	12
2.3.2.6 Capacidad de absorción del suelo	13
2.3.2.7 Porosidad del suelo	13

<b>CAPITULO III - PASTO SINTÉTICO</b>	<b>PÁGINA</b>
3.1 Césped artificial o pasto sintético	16
3.2 Historia del pasto sintético	16
3.2.1 Desarrollo en el tiempo	17
3.2.2 Desarrollo época 1960-1970	17
3.2.3 Desarrollo años 1980 - 1990	18
3.2.4 Innovaciones del siglo XXI	18
3.3 Uso en Chile	19
3.4 Estándar de calidad para fútbol	19
3.5 Otros usos	20
3.6 Césped natural reforzado	21
3.6.1 Beneficios del césped natural reforzado	23

<b>CAPITULO IV - METODO CONSTRUCTIVO DE UNA CANCHA SINTEICA</b>	<b>PÁGINA</b>
4.1 Etapas	24
4.2 Preparación de sub-bases	24
4.2.1 Investigación del terreno	24
4.2.2 Despeje del terreno	25
4.2.3 Trazado y nivelación	25
4.2.4 Excavaciones	26
4.2.5 Pendiente	27
4.2.6 Relleno de sub-bases	27
4.2.7 Compactación de sub-bases	28
4.3 Colocación de base permeable	28
4.3.1 Rellenos	29

4.3.2	Rellenos primera capa con grava	29
4.3.3	Rellenos finales con gravilla	29
4.4	Construcción sistema de drenaje	31
4.4.1	Funcionamiento	31
4.4.2	Etapas constructivas	31
4.4.3	Zanjeo y tubos de drenaje	32
4.4.4	Relleno de zanjas	32
4.4.5	Protección del material drenante	33
4.4.6	Exigencias de los materiales usados	34
4.4.7	Colocación del geotextil	36
4.4.8	Tuberías para drenaje	37
4.4.9	Disposición de la tubería	38
4.4.9.1	Tipo espina de pescado	38
4.4.9.2	Distribución transversal simple	39
4.4.9.3	Solo un colector general	40
4.4.9.4	Recomendaciones constructivas	40
4.5	Colocación carpeta de césped sintético	41
4.5.1	Antecedentes técnicos carpeta sintética	42
4.5.2	Permeabilidad	43
4.5.3	Instalación del césped artificial	43
4.5.3.1	Tendido de la carpeta	43
4.5.3.2	Junta de rollos	44
4.5.4	Borde de la cancha	44
4.6	Marcado y relleno	45
4.6.1	Relleno	46
4.6.1.1	Características del caucho	47
4.7	Garantía	48

4.8	Mantenimiento	48
-----	---------------	----

**CAPITULO V - ANÁLISIS COMPARATIVO CANCHA SINTÉTICA VERSUS CESPED NATURAL**

---

	<b>PÁGINA</b>	
5.1	Aspectos a comparar	50
5.2	Método constructivo	50
5.2 .1	Análisis de resultados	51
5.3	Análisis costo de construcción	52
5.3.1	Diferencias	54
5.4	Análisis costo de mantención	55
5.4.1	Mantención cancha sintética	55
5.4.2	Mantención cancha pasto natural	55
5.4.2.1	Gasto en riego	56
5.5	Análisis tiempo de uso	58
5.5.1	Cancha sintética	58
5.5.2	Cancha natural	58
5.5.3	Diferencias	58
5.6	Resumen de aspectos analizados	59
5.6.1	Diferencias y deducciones	58

**CAPITULO VI - DISEÑO MULTICANCHA CON CÉSPED SINTÉTICO**

---

	<b>PÁGINA</b>	
6.1	Condiciones del proyecto	61
6.2	Dimensiones de una cancha de fútbol	61
6.2.1	Modo de marcado	62
6.3	Dimensiones del proyecto	63

6.4	Especificaciones técnicas multicancha con césped sintético	65
6.4.1	Descripción general del proyecto	66
6.4.1.1	Disposiciones generales	66
6.4.2	Obras provisionales y trabajos previos	67
6.4.2.1	Instalaciones provisionales	67
6.4.2.2	Aseo de la obra	67
6.4.2.3	Despeje del terreno	67
6.4.2.4	Trazado y nivelación	68
6.4.3	Preparación de base y sub base	68
6.4.3.1	Sub base	68
6.4.3.2	Base	69
6.4.4	Sistema de drenaje	70
6.4.5	Carpeta de césped sintético	71
6.4.5.1	Relleno del césped	71
6.4.5.2	Delimitación perimetral	72
6.4.5.3	Marcado de la cancha	73
6.4.5.4	Accesorios de la cancha	73
6.4.6	Entrega de la obra y recepción final	73
6.5	Memoria evacuación de aguas lluvias	75
6.5.1	Generalidades	76
6.5.2	Topografía	76
6.5.3	Solución adoptada	76
6.5.4	Diseño sistema de drenaje	76
6.5.5	Especificaciones técnicas sistema de drenaje	84
6.5.5.1	Generalidades	84
6.5.5.2	Movimiento de tierra	84

6.5.5.3 Relleno de zanjas	85
6.5.5.4 Encamado de la tubería	86
6.5.5.5 Relleno final	86
6.5.5.6 Tubería	87
6.5.5.7 Colocación de geotextil	87
6.5.5.8 Cámaras de inspección	87
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>89</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
N° 1 Cancha de fútbol muy deteriorada	6
N° 2 Zapatos de fútbol	7
N° 3 Componentes del suelo	8
N° 4 Diferente presencia del agua en el suelo	14
N° 5 Suelo saturado	15
N° 6 Pasto sintético	16
N° 7 Césped sintético decorativo	21
N° 8 Pasto natural reforzado	22
N° 9 Corte cancha de fútbol con césped sintético	29
N° 10 Zanja para insertar tubo de drenaje	32
N° 11 Colocación de geotextil	34
N° 12 Zanja con geotextil	36
N° 13 Tubería de polietileno de alta densidad	37
N° 14 Drenaje tipo espina de pescado	39
N° 15 Drenaje transversal simple	40
N° 16 Drenaje longitudinal simple	40
N° 17 Corte sistema de drenaje	41
N° 18 Instalación carpeta sintética	43
N° 19 Tendido manual de rollos	44
N° 20 Corte borde de cancha sintética	45
N° 21 Marcado de la cancha	45
N° 22 Obras relleno caucho arena	47
N° 23 Caucho molido	48
N° 24 Obras de mantención	49

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>PÁGINA</b>
N° 1 Graduación de áridos recomendada	30
N° 2 Requisitos de los geotextiles para drenaje	35
N° 3 Etapas de construcción de cada tipo de cancha	51
N° 4 Obras de terminación cancha pasto natural	52
N° 5 Obras de terminación cancha pasto sintético	53
N° 6 Aspectos de la mantención	55
N° 7 Frecuencia de riego	57
N° 8 Diferencias costo de mantención	58
N° 9 Evaluación monetaria del uso máximo recomendado por año	59

## **RESUMEN**

Esta tesis se refiere a la problemática de practicar fútbol en malas condiciones climáticas, analizando la solución que da una cancha con césped sintético, tipo de obra que ha aumentado notablemente el interés, especialmente en la zona sur del país.

Se analizan el comportamiento de una cancha con césped natural y los motivos que nos llevan por adaptar este nuevo método constructivo, además se realiza una comparación de diversos aspectos que involucra cada superficie, para terminar con la confección de un proyector de una multicancha típica para la ciudad de Valdivia, lo que involucra especificaciones de construcción, memoria evacuación aguas lluvias y un plano de construcción. .

## **SUMMARY**

This Thesis is about how football practices are affected by bad weather conditions, analyzing the solution that a stadium with synthetic grass gives, the interest in this kind of jobs has increase significantly, specially in the south.

We analyze the behavior of a stadium with natural grass and the reasons that lead us to adapt to this new constructive approach, also a comparison of various aspects involved in each area is realized, to finish with the confection of a project for a typical stadium from the city of Valdivia, which involves building specifications, memory evacuation rainwater and Construction drawings.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION GENERAL**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Sin duda el deporte más practicado en nuestro país al igual que en la mayor parte del mundo es el fútbol, esto tiene su explicación debido a que se puede desarrollar con mínimas condiciones de infraestructura, por lo que trasciende todas las clases sociales, y limitaciones geográficas.

El fútbol tiene sus orígenes a fines de la edad media en las Islas Británicas, pero fue a mediados del siglo XIX la época en que se unificaron criterios y se estableció un reglamento y una organización, la que ha estado en constante evolución, teniendo en la actualidad un gigantesco desarrollo tecnológico en todos los aspectos que se involucran, con una gran influencia en la económica y social con grandes presupuestos publicitarios, hoy sin duda es una actividad muy rentable que mueve millones de personas cada día.

El campo de juego puede ser de cualquier superficie que permita desplazarse, pero con el profesionalismo de la actualidad y grandes cantidades de dinero involucradas, se ha trabajado por dar a cada jugador un territorio parejo estable, siendo una superficie de césped natural la más utilizada en el tiempo. El gran problema se ha generado en la mantención de este terreno, que al verse sometido a constantes esfuerzos, además de las características climáticas particulares del lugar, no son capaces de mantener sus condiciones en el tiempo.

En lugares con condiciones climáticas extremas se torna insostenible un buen estado de la cancha por lo que trabajo en alternativas, llegando a la

implementación de un césped artificial, con una base y súbbase capas de absorber y eliminar a través de un sistema de drenaje toda el agua lluvia. Este método nos permite un alto uso de la cancha y en cualquiera condición climática.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivos generales**

Nuestro objetivo es dar una solución constructiva a la problemática de practicar el fútbol en la zona sur de nuestro país y es especial en la ciudad de Valdivia, actividad que se ve perjudicada por la incapacidad de tener cancha en buen estado, por motivos climáticos.

La idea es proponer una solución alternativa a las canchas de césped natural las que tienen una muy baja capacidad de uso para que se conserven en buenas condiciones y presentar una solución con césped sintético que se pueda adaptar a cualquier punto de la ciudad de Valdivia.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Analizar las necesidades que llevan a la implementación de canchas de fútbol con cubierta de césped sintético.
- Detallar las características técnicas y el funcionamiento de los distintos materiales usando en este tipo de canchas.
- Detallar método constructivo de estos campos deportivos, considerando las diferentes alternativas que se ofrecen.
- Realizar una comparación que abarque costos de construcción, costos de mantención y tiempo de uso por año de canchas de césped sintético con las de césped natural.

- Analizar si la diferencia de costos de construcción entre una cancha sintética y una natural se puede compensar con el tiempo de uso, evaluando en dinero estos aspectos.
- Crear un proyecto de una multicancha tipo, con cubierta de césped sintético para la ciudad de Valdivia, la cual se pueda emplazar en cualquier terreno adecuado de la ciudad, el cual contenga especificaciones de construcción, sistema de evacuación de aguas lluvias y plano de construcción.

## **CAPITULO II**

### **CANCHAS DE FÚTBOL CON CÉSPED NATURAL**

#### **2.1 CANCHAS DE FUTBOL**

Una cancha de fútbol puede ser de cualquier superficie que no impida un buen desplazamiento. A medida que ha transcurrido el tiempo se fue generando un profesionalismo de la actividad, etapa en que se adoptó como un concepto globalizado las canchas con cubierta de césped natural, debido a sus características de amortiguación y bajo riesgo de accidente al entra en contacto directo el cuerpo con la superficie. El gran problema que se generó fue lo difícil que es mantener esta superficie en condiciones óptimas.

#### **2.2 FACTORES QUE AFECTAN UNA CANCHA DE FUTBOL**

##### **2.2.1 Exceso de llluvias**

La superficie debe mantener una humedad adecuada lo que es muy difícil en zonas con condiciones climáticas extremas. Tenemos el caso del sur de nuestro país en el que en cualquier época del año nos vemos afectados por fuertes llluvias, las que no pueden ser absorbidas en su totalidad por el suelo, ya que este se satura de agua, aflorando posas sobre la superficie de juego.



**Figura N° 1:** *Cancha de fútbol muy deteriorada.*



**Fuente:** *Elaboración propia.*

### **2.2.2 Temperaturas muy altas**

Otro problema es el que se genera en el norte donde por las fuertes temperaturas es muy difícil mantener un césped natural en buenas condiciones, donde el pasto se ve muy afectado por los esfuerzos que genera el juego, marchitándose rápidamente, además de los grandes gasto en riego que implica la mantención.

### **2.2.3 Trafico del deportista**

Los daños se ven agravados cuando existe juego en una superficie con exceso de húmeda, ya que el terreno al estar saturado se torna blando y poco resistente a los esfuerzos que generan los zapatos del jugador, produciéndose el rompimiento del suelo.

**Figura N° 2:** *Zapatos de fútbol*



**Fuente:** <http://www.preciomania.com>

Los zapatos de fútbol están compuestos por una planta que posee tacos distribuidos en toda la zona de contacto con el suelo.

Los tacos pueden ser de goma para campos de tierra o duros y de aluminio para campos húmedos o resbaladizos como de hierba. Los que provocan un gran deterioro de la superficie

#### **2.2.4 Limitaciones de una cancha de fútbol**

Según los puntos expuestos anteriormente en ciertas zonas es prácticamente imposible mantener un campo de juego en condiciones para desarrollar el fútbol profesional, creándose una serie de problema que perjudica la actividad.

##### **Problemas de una cancha en mal estado**

- Riesgo de lesión del deportista por irregularidad del terreno.
- La cancha no se puede ocupar para entrenar, solo partido oficial, para mantener su estado.
- Obligación de postergar partidos, cuando las condiciones climáticas ponen en riesgo el buen estado de la cancha.

Por estos motivos entre otros, se busco una alternativa, intentando satisfacer el mismo objetivo, lo que dio origen al nacimiento del **césped artificial**.

## 2.3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO

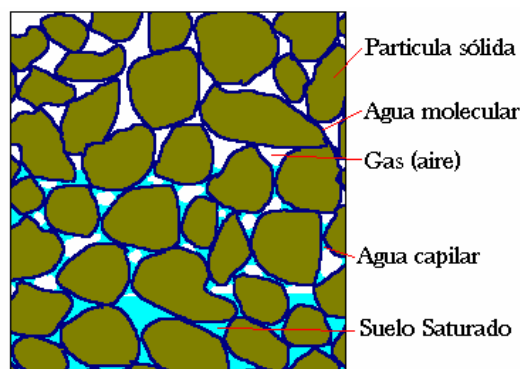
### 2.3.1 Factores que afectan el comportamiento del suelo

Como se indico anteriormente un suelo es incapaz de soportar los grandes esfuerzos que requiere una cancha en su vida útil. A continuación analizaremos las características de un suelo, que son las cualidades que determinan las capacidades de este.

### 2.3.2 Composición del suelo

Al igual que todo elemento el suelos esta compuesto por **materia sólida, gases y líquidos**, siendo el ultimo el que varia su presencia, según condición de exposición y ubicación del terreno en cuestión. (Berry, 1993).

**Figura N° 3:** *Componentes del suelo.*



**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Suelo>

### 2.3.2.1 Sólidos

Este conjunto de componentes representa lo que podría denominarse el esqueleto mineral del suelo y entre estos, componentes sólidos, del suelo destacan:

Silicatos, tanto residuales o no completamente meteorizados, (micas, feldespatos, y fundamentalmente cuarzo).

Como productos no plenamente formados, singularmente los minerales de arcilla, (caolinita, illita, etc.).

Óxidos e hidróxidos de Fe (hematites, limonita, goetita) y de Al (gibbsite, bohemita), liberados por el mismo procedimiento que las arcillas.

Clastos y granos poliminerales como materiales residuales de la alteración mecánica y química incompleta de la roca originaria.

*Otros diversos compuestos minerales* cuya presencia o ausencia y abundancia condicionan el tipo de suelo y su evolución.

- Carbonatos (*calcita, dolomita*).
- Sulfatos (*aljez*).
- Cloruros y nitratos.

Sólidos de naturaleza orgánica o complejos órgano-minerales, la materia orgánica muerta existente sobre la superficie, el humus o mantillo:

Humus joven o bruto formado por restos distinguibles de hojas, ramas y restos de animales.

Humus elaborado formado por sustancias orgánicas resultantes de la total descomposición del humus bruto, de un color negro, con mezcla de derivados

nitrogenados (amoníaco, nitratos), hidrocarburos, celulosa, etc. Según el tipo de reacción ácido-base que predomine en el suelo, éste puede ser ácido, neutro o alcalino, lo que viene determinado también por la roca madre y condiciona estrechamente las especies vegetales que pueden vivir sobre el mismo (Colaboradores Wikipedia, 2008)

*Toda capa final de una superficie natural en que se practique deporte esta conformada por este ultimo tipo de suelo, por tener la capacidad de desarrollar un rápido crecimiento de pasto, además de sus favorables aspecto en el juego, como mayor homogeneidad, mayor amortiguación y un menor efecto de rose, etc.*

### **2.3.2.2 Estructura del suelo**

Se entiende la estructura de un suelo la distribución o diferentes proporciones que presentan, los distintos tamaños de las partículas sólidas que lo forman, y son:

**Materiales finos**, (arcillas y limos), de gran abundancia en relación a su volumen, lo que los confiere una serie de propiedades específicas, como:

- Cohesión.
- Adherencia.
- Absorción de agua.
- Retención de agua.

**Materiales medios**, formados por tamaños arena.

**Materiales gruesos**, entre los que se encuentran fragmentos de la roca madre, aún sin degradar, de tamaño variable.

Los componentes sólidos, no quedan sueltos y dispersos, sino más o menos aglutinados por el humus y los complejos órgano-minerales, creando unas divisiones verticales denominadas *horizontes* del suelo.

La evolución natural del suelo produce una estructura vertical “estratificada” (no en el sentido que el término tiene en Geología) a la que se conoce como perfil. Las capas que se observan se llaman horizontes y su diferenciación se debe tanto a su dinámica interna como al transporte vertical.

El transporte vertical tiene dos dimensiones con distinta influencia según los suelos. La lixiviación, o lavado, la produce el agua que se infiltra y penetra verticalmente desde la superficie, arrastrando sustancias que se depositan sobre todo por adsorción. La otra dimensión es el ascenso vertical, por capilaridad, importante sobre todo en los climas donde alternan estaciones húmedas con estaciones secas.

Se llama roca madre a la que proporciona su matriz mineral al suelo. Se distinguen suelos autóctonos, que se asientan sobre su roca madre, lo que representa la situación más común, y suelos alóctonos, formados con una matriz mineral aportada desde otro lugar por los procesos geológicos de transporte (Colaboradores Wikipedia, 2008).

### **2.3.2.3 Gases**

La fracción de gases está constituida fundamentalmente por los gases atmosféricos y tiene gran variabilidad en su composición, por el consumo de O<sub>2</sub>, y la producción de CO<sub>2</sub> dióxido de carbono. El primero siempre menos abundante que en el aire libre y el segundo más, como consecuencia del metabolismo respiratorio de los seres vivos del suelo, incluidas las raíces. Otros gases comunes en suelos con

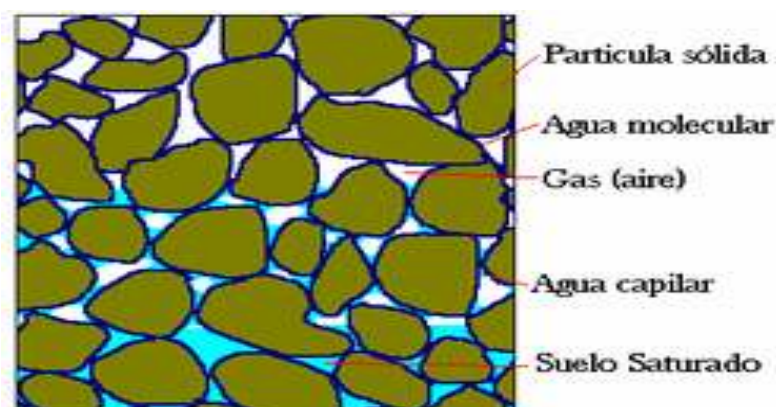
mal drenaje son el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) (Colaboradores Wikipedia, 2008).

#### 2.3.2.4 Líquidos

Esta fracción está formada por una disolución acuosa de las sales y los iones más comunes como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,... así como por una amplia serie de sustancias orgánicas. La importancia de esta fase líquida en el suelo estriba en que éste es el vehículo de las sustancias químicas en el seno del sistema (Colaboradores Wikipedia, 2008).

El agua en el suelo puede estar relacionada en tres formas diferentes con el esqueleto sólido:

**Figura N° 4:** *Diferente presencia del agua en el suelo.*



**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Suelo>

#### 2.3.2.5 Tipos de líquido en el suelo

- La primera, está constituida por una película muy delgada, en la que la fuerza dominante que une el agua a la partícula sólida es de carácter molecular, y tan sólida que esta agua solamente puede eliminarse del suelo en hornos de alta

temperatura. Esta parte del agua no es aprovechable por el sistema radicular de las plantas.

- La segunda es retenida entre las partículas por las fuerzas capilares, las cuales, en función de la textura pueden ser mayores que la fuerza de la gravedad. Esta porción del agua no percola, pero puede ser utilizada por las plantas.
- Finalmente, el agua que excede al agua capilar, que en ocasiones puede llenar todos los espacios intersticiales en las capas superiores del suelo, con el tiempo percola y va a alimentar los acuíferos más profundos. Cuando todos los espacios intersticiales están llenos de agua, el suelo se dice **saturado** (Colaboradores Wikipedia, 2008).

#### **2.3.2.6 Capacidad de absorción del suelo**

Este es un factor muy interesante, ya que en gran medida el buen estado de una cancha de fútbol depende de la rapidez con que el suelo es capaz de evacuar o absorber el agua que cae sobre su superficie.

#### **2.3.2.7 Porosidad del suelo**

Como consecuencia de la textura y estructura del suelo tenemos su **porosidad**, es decir su sistema de espacios vacíos o poros.

Los poros en el suelo se distinguen en: **macroscópicos** y **microscópicos**.

Los primeros son de notables dimensiones, y están generalmente llenos de aire, en efecto, el agua los atraviesa rápidamente, impulsada por la fuerza de la gravedad. Los segundos en cambio están ocupados en gran parte por agua retenida por las fuerzas capilares.



Los terrenos arenosos son ricos en macroporos, permitiendo un rápido pasaje del agua, pero tienen una muy baja capacidad de retener el agua, mientras que los suelos arcillosos son ricos en microporos, y pueden manifestar una escasa aeración, pero tienen una elevada capacidad de retención del agua (Berry et al., 1993)

La porosidad puede ser expresada con la relación;

$$V = V_e / V$$

Donde:

- **V<sub>e</sub>** = volumen de espacios vacíos, comprendiendo los que están ocupados por gases o líquidos;
- **V** = volumen total de la muestra, comprendiendo sólidos, líquidos y gases.

La porosidad puede ser determinada por la fórmula:

$$P = \frac{S - S_a}{S} * 100$$

Donde:

- **P** = porosidad en porcentaje del volumen total de la muestra;
- **S** = densidad real del suelo;
- **S<sub>a</sub>** = densidad aparente del suelo.

En líneas generales la porosidad varía dentro de los siguientes límites:

- Suelos ligeros: 30 – 45 %
- Suelos medios: 45 – 55 %
- Suelos pesados: 50 – 65 %
- Suelos turbosos: 75 – 90 %

**Figura N° 5:** *Suelo saturado.*



**Fuente:** *Elaboración propia*

Cuando se produce el llenado de los espacios vacíos, se dice que el suelo esta saturado, por lo que no es capaz de absorber mas agua, formándose posones en la superficie.

## **CAPITULO III**

### **PASTO SINTÉTICO**

#### **3.1 CÉSPED ARTIFICIAL O PASTO SINTÉTICO**

El **césped artificial**, o **césped sintético**, es una moqueta industrial que se asemeja a la hierba natural pero fabricada con materiales sintéticos, que posee una amplia resistencia a condiciones ambientales extrema, como húmeda, resistencia a rayos ultra violeta, razón por lo que actualmente es muy frecuente su uso en terrenos deportivos en los que originalmente se utilizaba césped natural (Colaboradores Wikipedia, 2008).

En términos simples es una verdadera alfombra con filamentos con aspecto de pasto.

**Figura N° 6:** *Pasto sintético*



**Fuente:** [www.sanlorenzosoccer.cl](http://www.sanlorenzosoccer.cl)

#### **3.2 HISTORIA DEL PASTO SINTÉTICO**

En Chile el césped sintético fue conocido recién a principios del siglo XXI, cuando por primera vez se ejecuto un proyecto de mejora de cancha

implementándose este producto. Fue el **Club deportivo Puerto Montt** (el club de fútbol profesional más austral de nuestro país) que por las altas lluvias sufría continuamente de un campo de juego en pésimas condiciones.

Pero este tipo de superficie tiene una larga historia a nivel mundial, con alrededor de 50 años de uso.

### **3.2.1 Desarrollo en el tiempo**

Desde que nació la primera versión se ha estado trabajando en una continua mejora para lograr lo más parecido al pasto natural, que es lo ideal para practicar el fútbol.

### **3.2.2 Desarrollo época 1960-1970**

El primer césped artificial se colocó en 1965, cuando fue instalado en el entonces nuevo estadio Astrodome, construido en Houston, Texas. El producto se popularizó enormemente y su uso llegó a ser extenso en los años 70. Fue instalado en los estadios cubiertos, pero también al aire libre, usándose fundamentalmente para canchas de béisbol y el fútbol americano en los Estados Unidos y Canadá.

En los años 60 y 70 (y más actualmente) los estadios se construían muchas veces cubiertos, lo que obligaba a el uso de este producto. También cuando los estadios se convertían en espacios multidisciplinarios, lo que necesariamente exigía la instalación de un pavimento sintético multiuso. Pero también algunos estadios al aire libre eligieron jugar en superficies artificiales, éstos lo hicieron debido a la optimización de horas de uso y al reducido coste de mantenimiento (Colaboradores Wikipedia, 2008).

### **3.2.3 Desarrollo años 1980 - 1990**

Algunos clubes de fútbol en Europa instalaron superficies artificiales en los años 80. En algunos países varios campos de clubes profesionales habían adoptado los campos sintéticos pero al ser campos no diseñados para la práctica del fútbol, consiguieron que el césped artificial se ganara una mala reputación entre los aficionados y especialmente en los jugadores, que todavía, a veces hoy, está presente en la memoria colectiva. El césped artificial de los años 80 y 90 era una superficie más dura que hierba natural, y se intuía que era una superficie que causaba más lesiones (y, particularmente, lesiones más serias) que con una superficie de hierba natural. Paulatinamente se volvía al césped natural. El uso del césped artificial fue prohibido por FIFA, UEFA y por muchas asociaciones nacionales de fútbol.

Pero el césped continuó su importante desarrollo, las tecnologías relacionadas continuaron desarrollándose, aparecieron nuevas fibras, nuevos materiales. La labor de investigación y desarrollo fue intensa y con éxitos parciales, pero la gran revolución se produciría a principios de esta década (Colaboradores Wikipedia, 2008).

### **3.2.4 Innovaciones del siglo XXI**

A principios del siglo XXI, las nuevas superficies artificiales se desarrollaron usando el relleno de arena y caucho. Es la llamada “nueva generación”, o “tercera generación” de césped artificial. Son superficies que a menudo virtualmente son indistinguibles de la hierba natural tanto a la vista de cualquier distancia, y generalmente tan seguras de jugar como la superficie típica de la hierba - quizás incluso más seguras en condiciones extremas-. Muchos clubes que usaban antes césped artificial y superficies similares han instalado las nuevas superficies

(fundamentalmente para instalaciones de entrenamiento o para las categorías inferiores), mientras que algunos clubes que han mantenido la hierba natural están reconsiderando el césped artificial. Las instituciones gobernantes del fútbol, en su ánimo de mejorar y difundir el deporte, y los diversos clubes europeos, en la incesante búsqueda de mejorar el juego y reducir los costes de mantenimiento está adoptando el césped artificial como una superficie perfectamente adecuada. La Federación Internacional incluso recomienda su uso en determinadas condiciones (Colaboradores Wikipedia, 2008).

### **3.3 USO EN CHILE**

Como se indico el primer proyecto que se desarrolla en Chile fue en el año 2002, cuando el Club Deportivo Puerto Montt inaugura la primera cancha de césped sintético.

Dado el buen comportamiento del campo de juego ante el clima y el alto tiempo de uso que se vio en esta cancha, fueron muchas las ciudades que se vieron entusiasmadas con contar un campo deportivo con estas características, es así que en la actualidad existe cancha sintética en Osorno, Puerto Aysen, Valdivia, como en otras ciudades del norte centro y sur del nuestro país, además de muchos proyectos que buscan el financiamiento para este tipo de obras.

### **3.4 ESTÁNDAR DE CALIDAD PARA FÚTBOL**

La Federación Internacional ha publicado unos Estándares de calidad que en los que, una vez el producto ofrece unas calidades y garantías adecuadas (dieciocho licenciatarios), lo relevante es la interacción del pavimento con el juego: bote y rodadura del balón, capacidad de absorción de impactos, deformabilidad, resistencia al esfuerzo torsor. Prácticamente homogeniza las cualidades intrínsecas del producto: peso de fibra, peso total, alturas o composiciones de las fibras dejan de ser

importantes si el desarrollo del juego es el óptimo. Actualmente el tipo más común utiliza el polietileno con fibras de más de 5 centímetros de largo, que se cosen en una tela (backing) recubierta. La manta es entonces recebada (infilled) con una capa de 4 centímetros de gránulos de la arena y del caucho, que mantiene las fibras verticales y proporciona el nivel de absorbencia y de deformabilidad necesaria. La mayoría de los dieciocho fabricantes del césped aprobados por la FIFA utiliza esta tecnología (FIFA, 2008).

**Dependiendo del fabricante, encontraremos diferencias en los parámetros** que componen la moqueta: pequeñas variaciones en la altura, en la forma de la fibra, en su peso o en la densidad de las puntadas. Variarán ligeramente las especificaciones de un producto que deberá cumplir una serie de requisitos de durabilidad y propiedades mecánicas. La Federación Internacional basa sus **pruebas en la interacción del pavimento con el jugador y con el balón**, lo que convierte las pequeñas diferencias de marca en herramientas de marketing. Cuando lo verdaderamente importante es el juego, las calidades intrínsecas del producto pierden importancia. El importante esfuerzo en investigación y el desarrollo de unos fabricantes ávidos de diferenciación, seguro dará en el futuro mejoras significativas en un producto de por sí excepcional (FIFA, 2008).

### 3.5 Otros usos

Desde los años 90 el uso del césped artificial **se ha extendido a la economía doméstica**, además de que la plantación de césped natural requiere un considerable trabajo y esfuerzo continuo para una correcta conservación, el césped natural es costoso y requiere un abundante consumo de agua. Este hecho ha provocado la aparición y difusión del césped artificial también en el ámbito residencial. El césped artificial requiere un considerable menor coste económico, y al mismo tiempo, ofrece una belleza muy similar a la del césped natural. Si además consideramos la actual

situación de sequía en la que nos estamos viendo inmersos, optar por césped artificial es una obligación que nos reportará grandes beneficios. Finalmente debemos tener en cuenta que la investigación en el ámbito del césped artificial nos ofrece materiales con una suavidad y aspecto similares al césped natural, evitando al mismo tiempo los inconvenientes derivados del coste de mantenimiento.

**Figura Nº 7:** *Césped sintético decorativo.*



**Fuente=** [www.espacio-verde.es](http://www.espacio-verde.es)

### **3.6 CESPED NATURAL REFORZADO**

En continua búsqueda de crear un producto lo mas idéntico al césped natural se ha llegado a una unión de ambos elementos creando un producto que es principalmente de césped natural, a lo que se le agrega una pequeña cantidad de pasto sintético obteniéndose un producto con notables ventajas.

#### **Un producto particular**

##### **Desso GrassMaster**

El Desso GrassMaster es un campo de deportes 100% natural reforzado con fibras artificiales de Desso. El único elemento de este sistema patentado de césped



natural reforzado son los 20 millones de fibras de césped artificial inyectadas a una profundidad de 20 cm.

Durante el proceso de crecimiento, las raíces del césped natural se entrelazan con las fibras de césped sintético, anclándose y formando un campo llano y estable. En este sentido, las fibras de la hierba están bien protegidas contra las entradas y los deslizamientos de los jugadores. Es más, asegura un mejor drenaje del campo.

A pesar de que el **3% del campo está compuesto por fibras de césped sintético**, a los deportistas que juegan sobre Desso GrassMaster tienen la sensación de estar jugando sobre un campo 100% natural. Dicho en números: Desso GrassMaster está compuesto por un 100% de hierba natural y 20 millones de fibras de césped artificial individuales, o 40.000 km de fibra artificial en un solo campo (la misma medida que la circunferencia de la tierra)

**Desso GrassMaster** tiene una capacidad de juego equivalente a **3 campos naturales estándar** y ya se han instalado más de 250 campos Desso GrassMaster por todo el mundo. Clubs de élite como el Arsenal FC, Feyenoord, Denver Broncos, Tottenham Hotspur FC y RSC Anderlecht están convencidos de ello. El Desso GrassMaster está autorizado por FIFA y UEFA para las más altas competiciones (Grassmater, 2008).

**Figura N° 8:** *Pasto natural reforzado*



**Fuente:** [http://www.pavimentosonline.com/desso/cesped\\_grassmaster\\_general.htm](http://www.pavimentosonline.com/desso/cesped_grassmaster_general.htm)

### 3.6.1 Beneficios del césped natural reforzado

El mayor beneficio del césped artificial es la durabilidad. El césped sintético es tan resistente que ni las condiciones climáticas ni los fuertes deslizamientos o entradas tienen efecto en él.

Para poder combinar estos beneficios con la sensación de jugar en césped natural, **Desso Sports** desarrolló el sistema de césped natural reforzado. Las fibras sintéticas hacen que los hundimientos, zonas sueltas, llenas de barro o mal reparadas sean cosa del pasado. Junto con la subbase de arena, las fibras sintéticas aseguran un suave drenaje del exceso de lluvia. De esta forma, se asegura una buena calidad de juego (Grassmater, 2008).

## **CAPITULO IV**

### **METODO CONSTRUCTIVO DE UNA CANCHA SINTETICA**

#### **4.1 ETAPAS**

A continuación detallaremos las etapas y forma de construcción de las diferentes partidas que involucra una cancha con césped sintético.

Podemos resumir en 5 grandes etapas.

- ❖ Preparación de sub bases
- ❖ Construcción sistema de drenaje
- ❖ Colocación de base permeable
- ❖ Colocación de la carpeta de césped sintético.
- ❖ Rellenos y marcado del campo de juego

#### **4.2 PREPARACIÓN DE SUB BASES.**

Esta etapa esta conformada por una serie de actividades que van desde el tomar el terreno en forma natural, asta lograr un superficie apta para lograr una superficie adecuada para dar fundación a la superficie de juego, las que desglosamos a continuación.

##### **4.2.1 Investigación del terreno**

Por lo general este tipo de cancha se emplaza en una zona donde existía una cancha de pasto natural o simplemente una cancha de tierra, por lo que las

condiciones del suelo deberían ser favorables para el desarrollo del fútbol. El emplazarla en una zona con un suelo desfavorable provoca que aumente los gastos de construcción.

El diseño debe considerar las condiciones del suelo para determinar para determinar las mejoras que se deben hacer, determinándose el material a remover y lo que se deba rellenar.

#### **Aspectos a indagar en el suelo**

- ❖ Existencia de turba y otros suelos orgánicos en el terreno.
- ❖ Material de rellenos no controlados o material de desecho.
- ❖ Suelos expansivos.
- ❖ Altos niveles de agua en el suelo.

#### **4.2.2 Despeje del terreno**

La primera actividad en este tipo de obras será proceder a limpiar el terreno despejándolo de basuras, escombros, malezas y otros excedentes que existan. Se incluye en este ítem los posibles desmontes o destronques que aparecen en el terreno.

Un punto importante es la **aplicación de un matamalezas**, para impedir que crezcan hierbas que posteriormente puedan dañar la carpeta sintética.

#### **4.2.3 Trazados y nivelación**

Se debe trazar todo el perímetro de la superficie a intervenir, ya que esto nos delimita la zona en que enfocamos todos los trabajos posteriores.

Por la naturaleza de la obra se debe contar durante la ejecución del proyecto con un Topógrafo y sus respectivos equipos de precisión, profesional que deberá ejecutar el replanteo.

Además una cancha es una obra que por su sistema de drenaje necesita pendiente, las que rodean el 0,5%, para que el agua logre escurrir por gravedad es por eso de la pendiente debe ser constante, lo que necesita mantener un topografo continuamente en la etapa constructiva para que se logren las cotas indicadas en el proyecto.

#### **4.2.4 Excavaciones**

Una vez efectuado el replanteo se procederá a remover y retirar todo el material existente dentro del área correspondiente de la cancha hasta alcanzar la cota de la sub-rasante. La superficie deberá cumplir con los parámetros que en el estudio especifique y que están en concordancia con los criterios técnicos básicos que especifican los fabricantes de la de la carpeta de césped sintético, de acuerdo a las parámetros de pluviometría, humedad, temperatura y tipo de suelo existente en la localidad. Para alcanzar los niveles de subrasante se deberán efectuar las faenas de escarpado, relleno, humectación, compactación mecánica, perfilado y nivelación necesarios y suficientes para cumplir con lo especificado. En todo caso la profundidad de excavación mínima en ningún caso será inferior a 40 cm., altura referida a la cota inferior actual de la superficie.

Todo el material proveniente de las excavaciones se deberá trasladar y disponer en botaderos autorizados por el municipio local. El traslado de estos, se deberá realizar tomando todas las medidas y resguardos que garanticen un adecuado y seguro desplazamiento por la ciudad hasta su destino.

#### **4.2.5 Pendiente**

La sub-base deberá tener una pendiente que varia entre 0,4 y 1% lo que depende del sistema proyectado para la evacuación de aguas, el cual puede partir desde el centro longitudinal del campo hacia los lados o desde un extremo hacia el otro.

Una pendiente mayor es favorable para la evacuación de aguas, pero genera erosión, arrastrando los rellenos hacia las zonas mas bajas, una menor pendiente dificulta la evacuación de aguas.

#### **4.2.6 Rellenos sub- base**

Esta carpeta de relleno debe ejecutarse por capas horizontales de espesor suelto no mayor de 20 cm., ni menor a 12 cm. en todo el ancho de la cancha incluyendo las áreas laterales de acuerdo al método empleado en la distribución, mezcla y compactación En caso de ser transportado y vaciado mediante camiones, moto traíllas, u otro equipo de volteo, la distribución debe ser efectuada mediante Buldózer, Moto niveladoras u otro equipo adecuado.

#### **Tipo de material**

Si las condiciones naturales del suelo son adecuadas para la sub base basta con remover y compactar homogéneamente el terreno.

En el caso de tener que rellenar con material externo estos deben cumplir con las siguientes condiciones

- ❖ **Inorgánicos.**
- ❖ **Libres de materia vegetal**
- ❖ **Libres de escombros.**

- ❖ **Libres de basuras.**
- ❖ **Libres de material congelado.**
- ❖ **Sin presencia de terrones.**
- ❖ **Sin presencia de trozos degradables.**

En Valdivia es aconsejable un material particular conocido como Morrompulli, por su homogeneidad y nivel impermeabilidad que se logra al compactarse, lo que es favorable para el escurrimiento de las aguas.

Si el Material no fuese uniforme, se debe proceder además a mezclarlo hasta obtener la debida uniformidad.

#### **4.2.7 Compactación de la sub base**

El relleno estructural se nivelara y compactara al 95% de la densidad máxima compactada seca (DMCS) del proctor modificado. Su CBR es como mínimo 20 %, se mide al 95 % de DMCS, al 0.2" de penetración y en estado de saturación (MOP, 1997)

La sub-base deberá ser compactada en ambas direcciones para lograr el nivel de compactación especificado.

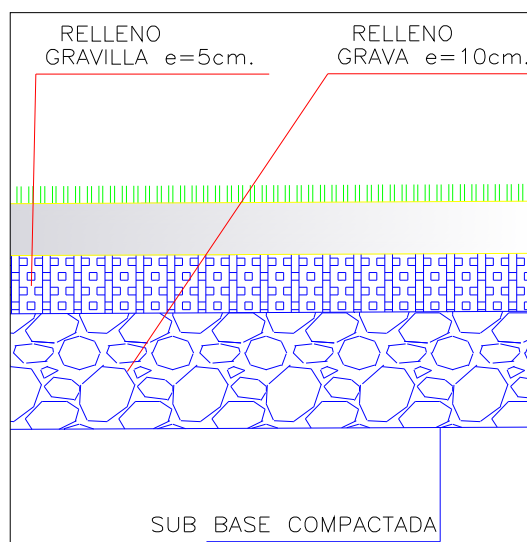
#### **4.3 COLOCACIÓN DE BASE PERMEABLE**

Las bases son la superficie que esta en contacto directo con el césped sintético, por lo que debe cumplir con las especificaciones que el fabricante indique, pero todos estos productos tienen el mismo objetivo que es dar un soporte adecuado a la carpeta sintética y tener la capacidad de dejar pasar el agua hacia el sistema de drenaje, es importante recordar que se debe mantener la pendiente establecida en la sub base.

### 4.3.1 Rellenos

Se recomienda realizar el relleno en dos etapas, colocando una primer capa de alrededor de 10cm. De grava, para enseguida colocar otra capa de alrededor de 5cm. De un material de menor tamaño.

**Figura N° 9:** Corte cancha de fútbol con césped sintético.



**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3.2 Relleno primera capa (grava)

Se deberá colocar la piedra sin dañar el lecho del suelo en un espesor de 10 cm. Es muy importante que no se forme ningún tipo de depresión con el uso de equipos pesados. La piedra o el conglomerado deberán cumplir con las especificaciones recomendadas. La base de piedra o conglomerado terminada deberá ser estable y permeable y debe tener un espesor mínimo de 10 cms.

La superficie de la base de piedra partida terminada no variará de la pendiente especificada en la sub base.

### 4.3.3 Relleno de terminación (gravilla)

El espesor de la capa de graduación final no deberá superar las 2 cms aproximados



El material de graduación final deberá tener una pendiente de 0.5% (o la indicada en el proyecto) desde el eje central longitudinal hacia los lados a menos que se especifique lo contrario.

Se deberá compactar la graduación final en ambas direcciones, de acuerdo con las especificaciones de que generalmente es de 93-95% standard Proctor.

**TABLA N° 1 – Graduación de áridos recomendada**

% QUE PASA

<u>Tamiz</u>	<u>Piedra base</u> <u>(Grava)</u>	<u>Piedra terminación</u> <u>(Gravilla)</u>
2"	100	
1½"	90-100	
1"	75-100	
¾"	65-95	
½"	55-85	100
3/8"	40-75	85-100
"8	0-40	35-75
#16	0-20	10-55
#30	0-7	0-40
#50/60	0-5	0-15
#100	0-3	0-8
#200	0-2	0-5

**Fuente:** Basado en Manual de Carretera Vol.5 (1997)

Se debe cumplir con la recomendación general en el uso de áridos empleados para construcción, es decir:

- Inorgánicos.

- Libres de materia vegetal
- Libres de escombros.
- Libres de basuras.
- Libres de material congelado.
- Sin presencia de terrones.
- Sin presencia de trozos degradables.

Cualquier árido sucio o contaminado podría contaminar el sistema de drenaje tapándolo, lo que impediría el adecuado flujo de agua.

#### **4.4 CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE DRENAJE**

**Drenaje**, es cualquier medio por el que el agua contenida en una zona fluye a través de la superficie o se infiltra en el terreno que sería en el caso de las canchas de fútbol.

En este tipo de obra es de vital importancia un perfecto sistema de evacuación de aguas, para que permita la ocupación del terreno de juego independiente de las condiciones climáticas.

##### **4.4.1 Funcionamiento**

El drenaje funciona gracias a la gravedad. Las tuberías se conectan en ángulo descendente, desde el interior de la cancha, para ser captadas por un tubo de mayor diámetro y conducidas hacia los colectores de aguas lluvias más cercano.

##### **4.4.2 Etapas constructivas**

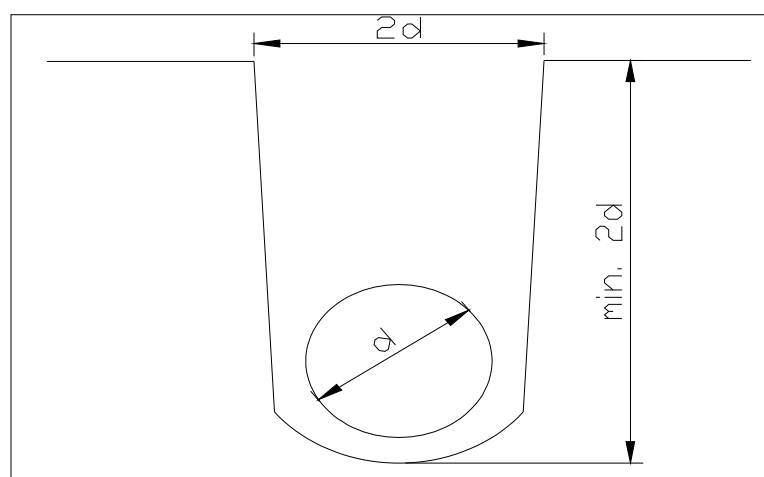
Los drenajes se construirán sobre una silla de material tipo Relleno Estructural, de un espesor mínimo de 0,3 m, compactada al 90 % de la DMCS (Proctor modificado).

Previa fabricación de la silla de relleno estructural, el material base (Terreno natural) deberá ser compactado hasta alcanzar una densidad mínima del 90 % de la D.M.C.S. según método LNV 95-85.

#### 4.4.3 Zanjeo y caños de drenaje

La parte absorbente del sistema esta compuesta por caños de PVC o Polietileno de alta densidad ranurados de diámetros indicados en la memoria de evacuación de aguas lluvias, los tubos de drenaje van colocados en zanjas de profundidad mínima el doble del diámetro del tubo al igual que el ancho.

**Figura N° 10:** Zanja para insertar tubo de drenaje.



**Fuente:** elaboración propia

La zanja se excavará en el sentido contrario al escurrimiento longitudinal de las aguas; sus taludes y fondo deberán quedar con superficies parejas y estables, sin material suelto.

#### 4.4.4 Relleno de la zanja

Los caños drenantes deben ser rodeados y tapados con el mismo material (piedra partida o similar) que componen el manto drenante y se disponen en forma

de paralela a partir desde el centro de la cancha, en donde los caños ranurados transversales a un perimetral de sin ranurar. Este sistema conduce el exceso de agua a un lugar de descarga.

La distancia entre los caños ranurados, deberá ser de aproximadamente 10 metros. Distancias mayores no son recomendables ya que se dificultaría el movimiento lateral del agua por dentro del manto drenante hasta alcanzar las zanjas y caños ranurados.

Se debe asegurar que el terreno de juego será utilizable para la práctica de fútbol, bajo cualquier condición de lluvia. Dicho proyecto deberá considerar los datos de pluviometría de la ciudad en que se realiza el proyecto.

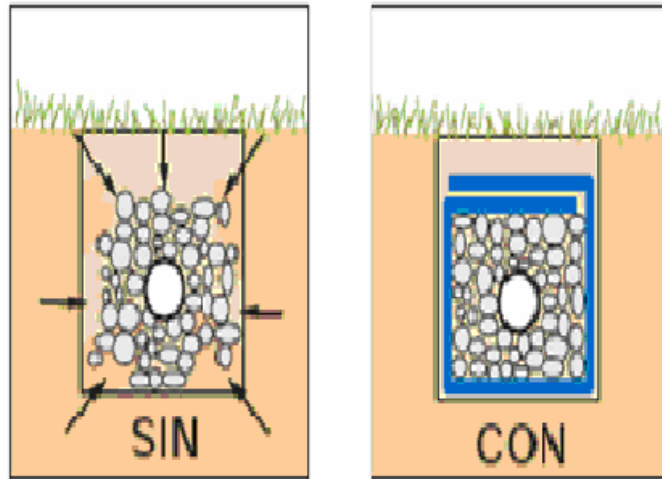
#### **Material de relleno**

El material permeable estará constituido por gravas naturales limpias, **sin aristas vivas, libre de material fino, materia orgánica, terrones de arcilla** u otras sustancias deleznable. La granulometría del material deberá estar comprendida entre 40 mm y 10 mm para la construcción de drenes longitudinales.

#### **4.4.5 Protección del material drenante**

Para asegurar una prolongada vida útil del sistema evacuador de aguas debe ser protegido por una tela geotextil, que tiene como principal función impedir que se contamine el material drenante.

**Figura N° 11:** Colocación geotextil.



**Fuentes:** Manual geotextil

Principales ventajas de los geotextiles en redes de drenaje:

- Resistencia a probables daños mecánicos ocasionados durante su puesta en obra y vertido de material granular drenante.
- Prolonga la vida útil del sistema de drenaje proyectado.
- Evita la contaminación de la capa de gravas.
- Permite la libre circulación de agua filtrando y reteniendo los finos del terreno.
- Reduce de forma fiable la presión en exceso del fluido.

#### **4.4.6 EXIGENCIAS DE LOS MATERIALES USADOS**

##### **Telas del Tipo Geotextil**

Las telas del tipo geotextil deberán estar conformadas por fibras de poliéster, polipropileno o de una combinación de ellas, que se ajusten a la norma AASHTO M

288 y a los requisitos señalados en las tablas que se presentan más adelante, desglosadas según el uso de la tela geotextil.

Los valores de los requisitos de estas tablas representan valores mínimos promedio de rollo, en la dirección principal más débil, salvo la abertura aparente, para la cual se indica el máximo valor promedio de rollo. La elongación a la rotura de la tela geotextil ( $\epsilon_r$ ), se medirá de acuerdo a la norma ASTM D 4632.

No se permitirá el tránsito de vehículos o de equipo de construcción directamente sobre la tela geotextil. Las obras de colocación y relleno se ejecutarán por tramos, los cuales deberán quedar terminados en lo posible al final de la jornada, a no ser que la Inspección Fiscal lo autorice de otra manera.

**Tabla N° 2 Requisitos de los geotextiles para drenaje**

CARACTERÍSTICAS	VALOR M.A.R.V.	NORMA
Resistencia a la tracción	700	ASTM - D 4632
Elongación a la Rotura	> 50%	ASTM - D 4632
Costurado	630	ASTM - D 4632
Permeabilidad vertical mín.	0.7	ASTM - D 4491
Resistencia al corte trapezoidal	265	ASTM - D 4533
Abertura aparente ( A.O.S. ) máx.	0.43	ASTM - D 4751

Resistencia al punzonado	250	ASTM - D 4833
--------------------------	-----	------------------

**Fuente=** Basado Manual geotextiles Geotesan.

Para suelos cohesivos con índice de plasticidad mayor a 7%, la Abertura Aparente podrá ser de hasta 0,30 mm.

#### 4.4.7 Colocación del geotextil

La colocación de la tela geotextil se hará sin estirar y sin dejar arrugas o pliegues, ni espacios entre la tela y la superficie del suelo. Los paños de la tela deberán unirse mediante costurado. El ancho de la tela deberá ser suficiente para cubrir el fondo y las paredes verticales de la zanja y permitir que en la cara superior del material permeable ya colocado, pueda ejecutarse un costurado que cumpla con lo establecido ( Geotesan, 2008)

**Figura N° 12:** Zanja con geotextil.



**Fuente:** <http://galeria.infojardin.com/index.php>

En el caso de colocación de los paños de geotextil mediante traslapes, estos serán de mínimo 30 cm en el sentido longitudinal de la zanja, con la tela de

aguas arriba sobre la de aguas abajo. El traslape transversal de la tela sobre la cara superior del material permeable ya colocado, será de mínimo 30 cm o el que cubra el ancho total de la zanja, cuando ésta sea de menor ancho.

El relleno de la zanja con material permeable se deberá efectuar lo antes posible después de la colocación de la tela geotextil y de la tubería longitudinal, si corresponde. La primera capa de relleno tendrá un espesor suelto de mínimo 30 cm o el necesario para cubrir la zanja hasta el nivel establecido en el Proyecto, cuando su espesor sea inferior a 30 cm. El material permeable se colocará en la misma dirección en que se colocó la tela geotextil, o sea, en el sentido del escurrimiento longitudinal de las aguas.

#### **4.4.8 Tuberías de Drenaje**

##### ***Tubos de Plástico o Similar***

Las tuberías de drenaje se ajustarán a las características, diámetros y mínima superficie de filtración establecidos en el Proyecto. En su defecto, las tuberías deberán ser de pared lisa, de policloruro de vinilo (PVC) Rígido de Clase 6, que cumplan, en lo pertinente, con lo establecido en NCh 2252 y NCh 2282, con respecto a los requisitos de fabricación y manejo respectivamente o de polietileno de alta densidad.

**Figura N° 13:** *Tubería de polietileno alta densidad*



**Fuente:** *Catalogo Petroflex*



Estos tubos se utilizarán en la construcción de drenes transversales a la cancha. El diámetro exterior, la cantidad de tubos y la separación entre ellos deberá ser calculada según área de las canchas y datos de lluvia particulares de la zona en que se construirá de tal manera que se asegure la evacuación del agua rápidamente, permitiendo el uso del campo de juego en cualquier situación climática (Petroflex, 2008).

#### **Características de los tubos**

- Los tubos de deberán disponer de ranuras que permitan el paso del agua.
- Deben ser de larga duración en el suelo
- Resistente a roedores y otros agentes
- Resistir a la corrosión de suelos ácidos, alcalinos o salinos.

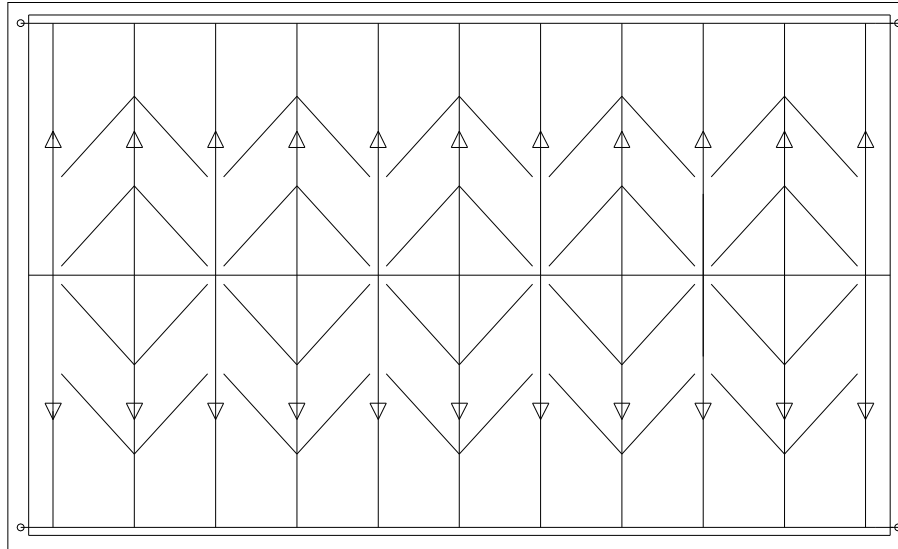
#### **4.4.9 DISPOSICIÓN DE LA TUBERÍA**

Existen diversas alternativas de colocar el sistema de evacuación de aguas en una cancha, las que poseen diferentes capacidad de evacuación, por lo que las condiciones del proyecto determinan la solución mas adecuada.

##### **4.4.9.1 Tipo espina de pescado**

Se construirán transversales a la cancha, teniendo pendiente hacia ambos costados partiendo desde el eje longitudinal o teniendo pendiente en un solo sentido partiendo de un costado y vaciando en el otro. Los drenes se colocaran conforme a la pendiente, ubicación y dimensiones señaladas en el Proyecto (Lavista, 2000).

**Figura N° 14:** *Drenaje tipo espina de pescado*



**Fuente:** *Elaboración propia.*

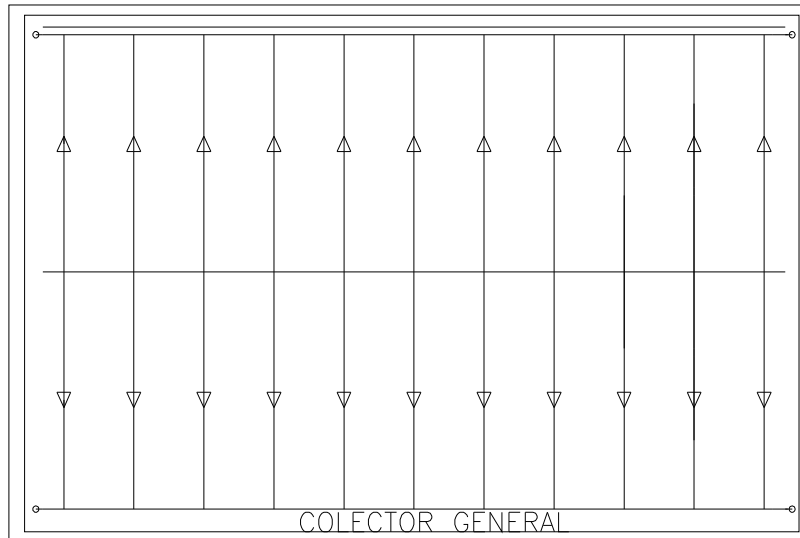
#### **4.4.9.2 Distribución transversal simple**

Esta forma se podría resumir como una posibilidad mas simple que la anterior, con pendientes similares, siendo la única diferencia la eliminación de los tubos colectores diagonales.

Con respecto a las pendientes podemos decir que esta puede ser en una sola dirección con un colector general en el costado de menor cota, la otra alternativa es la señalada en la figura, donde se tiene pendiente hacia ambos costado, partiendo desde el eje centra. Esta ultima solución es mas adecuada ya que la distancia a recorrer por el agua es menor.

La solución a tomar depende de los niveles de agua a eliminar, y de las alternativas que existen para conducir el caudal evacuado.

**Figura N° 15:** *Drenaje transversal simple.*

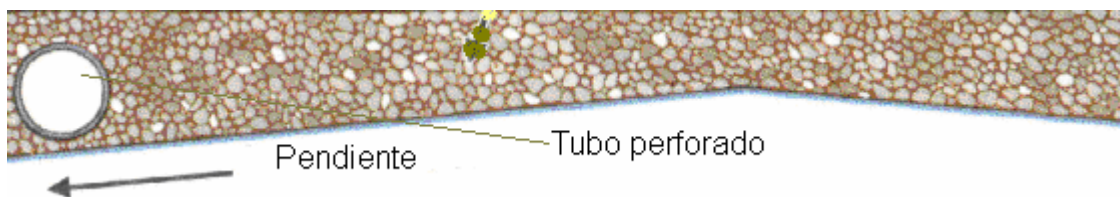


**Fuente:** *Elaboración propia.*

#### 4.4.9.3 Solo un colector general

Esta solución se puede emplear en zona con niveles de lluvia medianos, es mas simple que las anteriores ya que solo con la pendiente central, por gravedad, conduce el fluido hacia un colector general que esta en cada extremo del terreno.

**Figura N° 16:** *Drenaje longitudinal simple.*



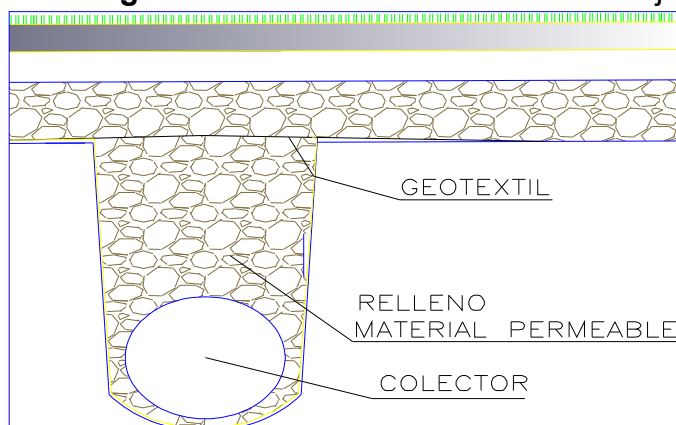
**Fuente=** *Elaboración propia*

#### 4.4.9.4 Recomendaciones constructivas

Las tuberías de drenaje se instalarán después de haber colocado entre 3 a 5 cm de material permeable en el fondo de la zanja. Los extremos de cada sección de tubería serán unidos con un pegamento recomendado por el fabricante de los tubos; éste deberá ser utilizado antes de su fecha de vencimiento. Una vez terminado el

tendido de tuberías en un tramo, se procederá a rellenar la zanja con material permeable hasta su límite superior.

**Figura N° 17:** Corte sistema de drenaje



**Fuente=** *Elaboración propia*

Se deberán instalar tuberías de descarga a lo largo del dren, a distancias no superiores a las indicadas en el proyecto.

No se deberá transitar sobre las tuberías del dren longitudinal y sus descargas, hasta que no cuenten con un recubrimiento adecuado.

#### **4.5 COLOCACIÓN DE LA CARPETA DE CÉSPED SINTÉTICO**

Existen varias alternativas en pasto sintético, que tienen leves diferencias según el fabricante, pero en general el procedimiento de funcionamiento e instalación es muy parecido, para todas las marcas.

##### **Exigencias básicas**

Cada vez que se autorice la instalación de un césped sintético, se debe chequear que este producto conste con ciertas exigencias de calidad, que lo hacen apto para el desarrollo del fútbol.

Debe contar con las siguientes certificaciones:

- Certificado ISO 9001

- Certificación FIFA
- Aprobación de LABOSPORTS, principal Laboratorio del mundo, que certifica la calidad del césped.

A continuación vamos a detallar las especificaciones de un producto en particular que es uno de los más usados en la actualidad, cuyo nombre comercial es **MONOGRASS 60 mm.**

#### **4.5.1 Antecedentes técnicos carpeta sintética (MONOGRASS 60 mm.)**

##### **De la fibra y membrana**

El Monogress 60 mm es un producto recientemente desarrollado, con auténticas fibras monofilamento de 60 mm, La nueva fibra, desarrollada en forma exclusiva, se diferencia de otras porque es fabricada mediante un proceso de extrusión de polietileno que resulta en una sola fibra monolítica.

Las otras, mal llamadas “monofilamento”, son producto de un proceso de fabricación en cinta, estiramiento y corte en “mono fibras”. El proceso de estiramiento y corte debilita las fibras en su sentido longitudinal, haciendo inevitable que éstas se “fibrilen”.

La fabricación monolítica de la fibra monofilamento, permite agregarle un “nervio” central que le da la “memoria” y resistencia para recuperar su forma y mantenerse vertical. Este nervio central es fácilmente distinguible frente a las otras que son lisas y planas.

La fibra aumenta su resistencia al desgaste y ofrece una superficie menos abrasiva que la de los “afilados” bordes de las fibras monofilamento de cinta cortada (Moeckel et al., 2008).

#### **4.5.2 Permeabilidad**

Las fibras van tejidas a una membrana de polipropileno, 100% permeable, que permite el drenaje vertical del agua por el relleno y no necesite escurrir por la superficie. Drena hacia el sistema de evacuación de aguas por pendiente en la base, por lo que no requiere de tanta pendiente superficial (se recomienda sólo 0,5% para una mejor estética). Por lo mismo, también evita el desplazamiento del caucho de relleno hacia los laterales (Moeckel et al., 2008).

#### **4.5.3 Instalación del césped artificial**

Se debe iniciar este trabajo un vez que se haga chequeado que la base permeable cumple con las exigencias indicadas en el proyecto, libre de cualquier deformación que pueda dañar la superficie siguiente.

##### **4.5.3.1 Tendido de la carpeta**

Los rollos deben ser colocados de tal manera que se atravesase el lado mas corto de de la cancha, lo que exige que las uniones del césped existan solo en una dirección.

Se debe comenzar a tender la carpeta desde un extremo, cuidándose que quede perfectamente tendida, esta podrá ser tendida mediante maquinaria especial o simplemente a mano, acción que necesita varias personas para un óptimo tendido (Moeckel et al., 2008).

**Figura Nº 18:** Instalación carpeta sintética



**Fuente:** [www.pavimentosonline.com](http://www.pavimentosonline.com)

#### 4.5.3.2 Juntas de los rollos

Los rollos generalmente tienen un ancho de 4 a 5 mt. , lo que exige juntas para cubrir la totalidad del campo de juego, estas se realizan a medida que se va avanzando el trabajo. Se debe coser con doble costura, usándose un hilo especial recomendado por el fabricante.

Es importante una buena calidad de la unión de tal manera que estas sean casi imperceptibles al deportista, no impidiendo el buen rodado del balón, así como el desplazamiento del deportista (Moeckel et al., 2008).

**Figura N° 19:** Tendido manual de rollos.

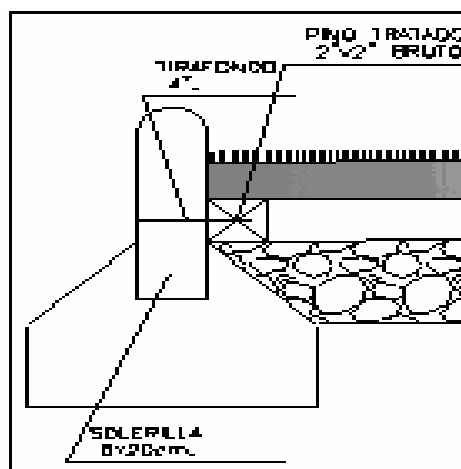


**Fuente:** Aporte Chiledeporte Coyhaique.

#### 4.5.4 Bordes de la cancha

En esta fase se recomienda instalar un borde perimetral con solerilla de hormigón preformado, que sobresalga aprox. 1,5” del nivel de la base, para delimitar la cancha y contener el relleno de las fibras. A su vez, el sistema propuesto para fijar la carpeta, requiere de un perfil de madera tratada de 2”x1,5” que se puede fijar fácilmente a la solerilla mencionada con tornillos pasados por las uniones de la solerilla, antes de emboquillarlas (Moeckel et al., 2008).

**Figura N° 20:** Corte borde cancha sintética



*Fuente: Elaboración propia.*

También se recomienda instalar las fundaciones para arcos y banderines como parte de las obras civiles.

#### **4.6 MARCADO Y RELLENO**

##### **Marcado de la cancha**

Las líneas de marcación de la cancha, en el caso de la línea central y perímetro, vienen integradas / tejida a la carpeta en fibras blancas en un ancho reglamentario de 10cms. Toda la marcación reglamentaria adicional se instala “esquilando” la fibra, manteniendo sin cortar/debilitar la carpeta, para luego insertar carpeta de fibra blanca en ancho de 10cms. adherida con un adhesivo asfáltico a alta temperatura (200 a 250°C).TERMOFUSION.

**Figura N° 21:** Marcado cancha sintética



*Fuente: Aporte Chiledeporte Coyhaique.*



En caso de que la cancha se use para más de un deporte, el marcado se debe realizar con colores distintos para cada deporte.

#### 4.6.1 Relleno

Una vez tendida y marcada la totalidad de la carpeta sintética se debe proceder a rellenar con arena y caucho, lo que dará la terminación.

##### **Relleno recomendado para monogress 60mm.**

El relleno incorpora una fórmula única, patentada internacionalmente, en tres capas, que combina caucho granular SBR negro, con arena de sílice lavada y seca, libre de polvo (Moeckel et al., 2008).

Se instala en tres capas, mediante la siguiente fórmula:

<b>1.- Arena:</b>	5,0 kg/m <sup>2</sup>	5 mm
<b>2.- Mezcla arena/caucho:</b>		
Arena:	27,0 kg/m <sup>2</sup>	
Caucho:	13,0 kg/m <sup>2</sup>	40 mm
<b>3.- Caucho:</b>	<u>2,0 kg/m<sup>2</sup></u>	<u>2 mm</u>
<b>Total:</b>	<b>47,0 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>47 mm</b> (+/- 10% variación)

Este exclusivo sistema que mezcla el caucho granular y arena, resulta en una superficie con un óptimo índice de restitución de energía, mayor estabilidad y cualidades deportivas casi idénticas a una superficie de pasto natural. Estas cualidades se mantienen en cualquier condición climática y en el tiempo.

El proceso de relleno se realiza con maquinaria especial, de precisión, para garantizar uniformidad, resultando en una superficie óptima.

Con una máquina esparcidora (tolva con banda y cepillo) accionada y controlada hidráulicamente, se aplican alternativamente las capas de arena y caucho. Para hacer bajar, mezclar y emparejar el relleno, se intercala la aplicación de un cepillo rotatorio mecanizado de polipropileno, para terminar con un cepillado de arrastre (Moeckel et al., 2008).

**Figura N° 22:** Obras relleno caucho/arena



*Fuente: Aporte Chiledeporte Coyhaique.*

#### **4.6.1.1 Características del caucho**

Los gránulos de caucho ecológico, se colocan como capa superior del relleno, proporcionando a las superficies de césped sintético, confort, elasticidad y unas características deportivas similares a las de la hierba natural, en cuanto a absorción de impactos, devolución y disipación de energía. Comprometido con un desarrollo ambiental responsable y sostenible.

**Figura N° 23:** Caucho molido



**Fuente:** <http://www.pavimentosonline.com>

Se trata de un material doblemente ecológico por ser un producto reciclado y reciclable, es decir, que puede ser reutilizado posteriormente para otras aplicaciones.

En este sentido, son varios los laboratorios que han testado este material. El resultado de los ensayos realizados es concluyente. Dicho material cumple con las Normativas Medioambientales vigentes de la Comunidad Europea, Norma DIN 38414-54 y el Reglamento Metropolitanos de vertido de aguas residuales.

#### **4.7 Garantía**

Se ofrece por el producto una garantía única que cubre por 8 años, considerándose un tiempo de uso de hasta 3.000 horas de uso por año.

Asimismo esta garantía asegura que el producto es compatible para climas extremos, ya sea abundantes lluvias, escarchas y alta resistencia a la radiación ultra violeta.

#### **4.8 Mantenimiento**

El mantenimiento de este tipo de superficie es simple y esporádico. Consiste esencialmente en el aseo de elementos foráneos, cepillado de las fibras para

levantarlas y emparejar el relleno que eventualmente se haya desplazado y de ser necesario, la de-compactación mediante un “arado” especial que suelta el relleno.

Se recomienda realizar el aseo según necesidad, el cepillado en forma mensual, y la de-compactación bi-mensualmente. De ser necesario por una intensidad de uso mayor, efectuar los procedimientos con mayor frecuencia.

Los equipos de mantenimiento sugeridos en esta propuesta son:

1. Mini-tractor, bencinero.
2. RT Groomer, “arado” de-compactador.
3. Cepillo de arrastre, fibras de polipropileno, triangular, 1,5m por lado.
4. Cepillo “barre-hojas” Agrifab, para aseo.

Los equipos 2, 3, y 4 se utilizan como accesorios del tractor.

Valor de estos equipos 240 U.F + IVA, aproximadamente. (Octubre 2009).

**Figura N° 24:** Obras de mantención



**Fuente:** *Elaboración propia*

## **CAPITULO V**

### **ANÁLISIS COMPARATIVO, CANCHA SINTETICA VERSUS NATURAL**

#### **5.1 ASPECTOS A COMPARAR**

Para poder entender las diferencias, ventajas y desventajas de cada tipo de cancha analizaremos en forma paralela los distintos aspectos involucrados en cada una.

- Método constructivo, y puesta en servicio
- Análisis del costo de construcción
- Tiempo de uso y comportamiento frente a diversas condiciones climáticas
- Mantenimiento

La idea es establecer una relación final en que involucre costos de construcción, tiempo de uso y gastos de mantenimiento y establecer conclusiones respecto a cada método.

Para realizar una evaluación económica de los diferentes aspectos, usaremos como parámetro la U.F, ya que es un factor variable, lo que nos permite que la evaluación tenga vigencia en el tiempo.

#### **5.2 MÉTODO CONSTRUCTIVO**

Un buen campo deportivo independiente de sus materiales consta principalmente de 6 capas.

**Tabla N° 3 Etapas de construcción de cada tipo de cancha.**

<b>CAPA</b>	<b>CANCHA CON CESPED NATURAL</b>	<b>CANCHA CON CESPED SINTETICO</b>
1	Subrazante compactada.	Subrazante compactada.
2	Sistema de drenaje	Sistema de drenaje
3	Monto Drenante: Piedra partida, e=12 cm.aprox.	Base granular permeable con grava  1 1/2 " a 1/2" e= 10 aprox.
4	Arena Gruesa, 5 cm. de espesor	Gravilla de terminacion  e= a 5 cm. Aprox.
5	Manto Portante: 50 % Tierra Negra – 50 % Arena Gruesa, 20 cm. de espesor	Carpeta césped sintetico
6	Sembrado Semilla Césped	relleno caucho/ arena

***Fuente: Elaboración propia.***

### **5.2.1 Resultados**

Como podemos deducir de la tabla anterior en el aspecto constructivo la gran diferencia entre una cancha de césped sintético y una con natural, se radica en la terminación de estas, tal como se ve en las capas 5 y 6 de la tabla.

Es la terminación que nos lleva a evaluar otras diferencias, que se ven reflejadas en el tiempo de uso y también en el costo de construcción.

### 5.3 ANÁLISIS COSTO DE CONSTRUCCIÓN

Como en este capitulo nos enfocamos en establecer una comparación, en este aspectos abarcaremos solo las partidas que son diferentes, es decir la terminación del campo de juego.

Para tal comparación analizaremos un campo de juego de **106 x 64 mt**, lo que resulta un área de **6784 m<sup>2</sup>**.

**Tabla N° 4 Obras de terminación cancha pasto natural**

ítem	unidad	cantidad	P .unitario U.F	sub-total
<b>Manto portante e=20cm</b>				
70% tierra vegetal	<b>M3</b>	<b>950</b>	<b>1.5</b>	<b>1425</b>
30% arena rubia	<b>M3</b>	<b>407</b>	<b>0.4</b>	<b>163</b>
<b>SEMILLA</b>				
mezcla rusty grass estadio san carlos 1kg/15m2	<b>KG</b>	<b>453</b>	<b>0.3</b>	<b>136</b>
<b>RESIEMBRA</b>				
mezcla rusty grass Estadio San Carlos 1kg/15m2	<b>KG</b>	<b>136</b>	<b>0.3</b>	<b>41</b>
<b>FERTILIZANTES</b>				

MEZCLA 1kg/30m2.	<b>SACO</b>	<b>5</b>	<b>1.4</b>	<b>7</b>
<b>EQUIPO RIEGO</b>				
equipo móvil con aspersores	<b>GL</b>	<b>1</b>	<b>105</b>	<b>105</b>
			<b>TOTAL U.F</b>	<b>1877</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla N° 5 Terminación cancha pasto sintético**

<b>ITEM</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CAN TIDAD</b>	<b>P.UNITARIO U.F</b>	<b>SUB- TOTAL</b>
<b>CARPETA SINTETICA</b>				
producto premium Monograss de césped sintético de 60 mm mezcla arena / caucho, según especificación del Fabricante.	<b>M2</b>	<b>6784</b>	<b>1.2</b>	<b>8141</b>
<b>EQUIPO DE MANTENCION</b>				



Mini-tractor, bencinero, RT Groomer, "arado" de- Compactador. Cepillo de arrastre, fibras de polipropileno, triangular, 1,5m por lado. Cepillo "barre-hojas" Agrifab, para aseo. Los equipos se utilizan como Accesorios del tractor.	<b>GL</b>	<b>1</b>	<b>238</b>	<b>238</b>
			<b>TOTAL U.F</b>	<b>8379</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

### 5.3.1 DIFERENCIAS

Según tablas anteriores en que se analizó la capa de juego y los equipos básicos de mantenimiento, se pudo establecer las diferencias económicas de construcción.

**Cama de semilla, sembrado y equipo riego= 1877 U.F**

**Carpeta sintética, relleno y equipo manutención= 8379 U.F**

**Diferencias = 6502 U.F**

Según lo analizado se observa que existe una amplia diferencia en los costos de construcción y equipos básicos de mantenimiento de cada tipo de superficie, pero es indudable que estas diferencias también existe en otros aspectos que analizaremos enseguida, para establecer una relación de costos finales

## 5.4 ANÁLISIS COSTOS DE MANTENCIÓN

Para realizar una comparación representativa estableceremos los costos de mantención en un periodo de un año, ya que estos varían según condiciones climáticas.

### 5.4.1 Mantención para cancha sintética

Este tipo de superficie exige una muy escasa mantención.

**Tabla N° 6 Aspectos de la mantención**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b><u>CANT. X AÑO</u></b>	<b><u>C. UNITARIO U.F</u></b>	<b><u>SUB-TOTAL</u></b>
cepillado	24	0.5	12
Barrido basura y hojas	12	0.5	6
De-compactación	6	0.5	3
		<b>TOTAL U.F</b>	<b>21</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Con las herramientas adecuadas es muy fácil ejecutar la mantención, lo que se refleja en el bajo costo de mantención, que se radica principalmente en costos de combustible, ya que estas actividades generalmente las realizan las personas encargadas de la administración, porque requiere una muy baja capacitación.

### 5.4.2 Mantención para cancha pasto natural

Este tipo de canchas requiere una mantención mucha más técnica y compleja, en la que se deben establecer programas de actividades según el uso que se le da.

Por su complejidad existen empresas especialistas en estas actividades.

### **Actividades de mantención**

- ❖ Regar
- ❖ Segar césped
- ❖ Fertilizar
- ❖ Marcar líneas
- ❖ Aireación y descompactación del terreno
- ❖ Desmalesamiento

Por el total de actividades para mantener la cancha con buenas condiciones las empresas capacitadas cobran aproximadamente **25 U.F por cada mes**, lo que nos resulta un total de **300 U.F anual**.

Cabe mencionar que este es un gasto promedio, ya que hay ciertas actividades que podrían incrementar los gastos mensuales.

#### **5.4.2.1 Gasto en riego**

Aparte de los gastos de ejecución de la actividad propiamente tal debemos considerar el gasto de agua, que es cargo del dueño del campo.

#### **Determinación cantidad de riego.**

Los campos de fútbol para un clima como el de la ciudad de Valdivia necesitan un riego de **6lt/m2**.

**Cada cuanto regar.**

**Tabla N° 7 Frecuencia de riego recomendada.**

<b>ESTACION</b>	<b>Veces por semana</b>	<b>Semanas por estación</b>	<b>Total veces a regar</b>
Verano	3	13	39
Primavera	2	13	26
Otoño	2	13	26
Invierno	0	13	0
<b>Total al año</b>			<b>91</b>

**Fuente:** Revista "El jardín".

Con estos datos podemos determinar la cantidad de agua que gastaríamos en un año por concepto de riego.

**Vol. agua= N<sup>a</sup> veces a regar x lt/m<sup>2</sup> x área a regar**

**Reemplazando**

**Vol.agua= 91 x 6 x 6784**

**Vol.agua= 3.704.064 lt = 3704 m<sup>3</sup>, en un año.**

**Costo del riego**

El valor del m<sup>3</sup>. de agua potable a noviembre del 2008 en la ciudad de Valdivia es de **\$ 398 m<sup>3</sup>. lo que equivale a 0,0187 U.F.**

**Costo = 3704 x 0,0187**

**Costo = 69,3 U.F.**

**Tabla N° 8 Diferencias costo de mantención de cada superficie**

	Costos U.F
<b>Cancha natural</b>	391
<b>Cancha sintética</b>	21
<b>Diferencias</b>	<b>370 U.F por año</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

## **5.5 ANÁLISIS TIEMPO DE USO**

A continuación mostramos usos máximos recomendados.

### **5.5.1 Cancha sintética**

Los fabricantes ofrecen un producto garantizado, por aproximadamente 8 a 10 años, con una ocupación de **3000 horas de uso por año**.

### **5.5.2 Cancha césped natural**

En esta superficie la cantidad de tiempo de uso es muy limitado, debiéndose regularse para poder mantener la superficie de juego en optima calidad. Se recomienda como máximo 2 partidos por semana, con buenas condiciones climáticas, esto asciende a un total de **208 horas de uso en un año**.

### **5.5.3 Diferencias**

Existe una gran diferencia a favor de la superficie sintética, la que podemos evaluar en dinero.

**Tabla N° 9 Evaluación monetaria del uso máximo recomendado por año.**

<b>superficie</b>	<b>Horas máximo uso por año</b>	<b>Valor hora uso U.F</b>	<b>Subtotal U.F</b>
<b>Sintética</b>	3000	2	6000
<b>Natural</b>	208	2	416
<b>Diferencia U.F</b>			<b>5584</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

## **5.6 RESUMEN DE ASPECTOS ANALIZADOS**

Según lo visto en los puntos anterior se pueden establecer que la cancha sintética tiene un costo de construcción mucho mas elevado, pero esto se ve retribuido en el bajo costo de manutención y el mayor tiempo de uso.

### **5.6.1 Diferencias y deducciones.**

**a) Diferencia de construcción = 6502 U.F** es mas cara la cancha sintética.

**b) Diferencia en mantención por año = 370 U.F** es mas cara la cancha natural.

**c) Diferencia costo uso por año = 5584 U.F**, seria el costo de uso si evaluamos ambos campos en condiciones del máximo uso recomendado.

Con estos datos podríamos deducir que la diferencia de inversión inicial se podría recuperar en el tiempo, compensando las diferencias en mantenimiento y evaluación del uso.

Si sumamos los punto b y c tenemos la diferencia de los valores a favor de la superficie sintética por año, valor que asciende a **5954 U.F**.

Ahora estamos en condiciones de establecer el tiempo en que se reduce a cero la diferencia de construcción, compensada por los costos de uso y manutención anual.

Lo que se refleja en la siguiente ecuación.

$$\text{Dif.construcción} - (\text{Dif. mantención} + \text{Dif. uso}) \times N^{\text{a}} \text{ años} = 0$$

**Reemplazando**

$$6502 - 5954x N^{\circ} = 0$$

$$N^{\circ} = 1.09 \text{ años.}$$

Es necesario indicar que se le dio un uso de 3000 horas por año, lo que es difícil de lograr, pero se puede deducir con lo anterior que en menos de la mitad de vida útil de una cancha sintética equipara la diferencia que se da en la construcción.

## **CAPITULO VI**

### **DISEÑO MULTICANCHA CON CÉSPED SINTÉTICO PARA VALDIVIA**

#### **6.1 CONDICIONES DEL PROYECTO**

Este diseño pretende crear una cancha de fútbol apta para la competencia profesional y también para fútbol recreativo, con terminación de césped artificial para la ciudad de Valdivia, considerando condiciones generales, de tal manera que el proyecto se pueda adecuar a cualquier punto de esta ciudad.

Lo dispuesto en las presentes indicaciones son fundamentos técnicos para la construcción de **bases, sistema de drenaje y carpeta de césped artificial**, que son los componentes principales de este tipo de obras.

#### **6.2 Dimensiones de una cancha de fútbol**

La FIFA solo establece un máximo y mínimo y si hace una diferencia entre partidos locales e internacionales.

El reglamento establece que el terreno de juego será rectangular; es decir, la longitud de la línea de banda deberá ser superior a la longitud de la línea de meta.

#### **Medidas de una cancha de fútbol**

- Longitud: Mínimo 90 m - Máximo 120 m
- Anchura: Mínimo 45 m - Máximo 90 m



### 6.2.1 Modo de marcado

Con líneas visibles de 12 centímetros de anchura, banderín en cada esquina no más alto de 1,50 metros; en el medio del campo se traza un círculo de 9,15 metros de radio (FIFA, 2008).

**Área de meta o área chica:** se marca una línea a 5,50 metros desde cada poste, adentrándose en el terreno perpendicularmente también 5,50 metros, uniéndose las tres líneas.

**Área de penalti o área grande:** se marca una línea a 16,50 metros desde 16,50 metros, uniéndose las tres líneas.

**Punto de penalti:** a 9,15 metros de la línea de meta o portería.

**Semicírculo del área grande:** se traza un arco con una distancia de 9,15 metros de radio desde el punto de penalti.

**Área de esquina:** semicírculo de 1 metro de radio desde el banderín de esquina.

**Portería:** se coloca equidistante a las esquinas con una distancia entre los postes de 7,32 metros (medida interior), y unidos por un poste en sus extremos superiores a una altura de 2,44 metros (medida interior). El grueso de estos elementos no puede ser superior a 12 centímetros (FIFA, 2008).

**Figura N° 24:** Instalación carpeta sintética



**Fuente:** [www.todoarquitectura.com](http://www.todoarquitectura.com)

### **6.3 Dimensiones del proyecto**

#### **Medidas**

Largo: 100m. + 3m. Tras los arcos.

Ancho: 60m. + 2 metros por lado.

En consecuencia la superficie a intervenir es de 106x64mt, medidas que cumplen los rangos que establece la FIFA., con una superficie total de 6784m<sup>2</sup>.

#### **Pendiente**

Se usara pendiente de 0.5%, lo que permite evacuar las aguas con mayor facilidad, por condiciones de comodidad en el juego y para evitar prematuro deterioro producto del arrastre del caucho no es aconsejable ocupar pendientes mayores a la indicada.

#### **Orientación**

Cuando se construya un una cancha nueva se deberá dedicar suma atención a la ubicación y a la orientación del terreno de juego en relación con el sol y las

condiciones climáticas existentes. Es esencial que se minimicen los problemas de deslumbramiento por el sol de jugadores, espectadores y medios informativos.

**6.4**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**PROYECTO: MULTICANCHACANCHA DE CÉSPED SINTETICO**

**PROYECTISTA: RODRIGO ROZAS OVANDO**

**(Alumno Egresado Ingeniería en Construcción)**

**UBICACIÓN: CIUDAD DE VALDIVIA**

**COMUNA: VALDIVIA**

**REGION: XIV, DE LOS RÍOS**

**SUPERFICIE CONSTRUIDA: 6784 M2**

#### **6.4.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.**

Las presentes Especificaciones Técnicas se refieren a la construcción de la cancha sintética de fútbol y futbolito, en cualquier punto apto de la ciudad de Valdivia, con una superficie total construida de 6784 m<sup>2</sup>, según planos adjuntos.

Características generales de la construcción son: base y sub-base con áridos permeables, sistema de drenaje con tubos perforados y carpeta de césped artificial, con una pendiente de 0,5%, desde el eje longitudinal hasta cada extremo.

##### **6.4.1.1 DISPOSICIONES GENERALES:**

Las Obras especificadas deberán ejecutarse en estricto acuerdo a lo especificado en : Ordenanzas Generales, Especiales y locales de Construcción y Urbanización ; normativas del Instituto Nacional de Deportes, Leyes, Decretos y disposiciones reglamentarias vigentes, relativas a derechos, impuestos y permisos ; Reglamentos técnicos sobre el particular; Normas Chilenas de Construcción del INN., vigentes, etc.

Lo dispuesto en las presentes Especificaciones Técnicas se considera para los efectos de construcción, complementarios a los planos de la Obra.

Los materiales que se especifican para las obras definitivas se entienden de primera calidad dentro de su especie. Los materiales de uso transitorio son opcionales del Contratista, sin perjuicio de los requisitos de seguridad y garantía del trabajo, bajo la responsabilidad total de ésta. El Contratista deberá obtener de organismos o instituciones reconocidas por el Estado u otro organismo Internacional reconocido, los Certificados de Calidad y/o Ensayes que se requieran para avalar la calidad de un material o materiales determinados.

Los costos que ello implique serán de cuenta del Contratista.

## **6.4.2 OBRAS PROVISORIAS Y TRABAJOS PREVIOS**

### **6.4.2.1 Instalaciones Provisorias**

Incluye todas las construcciones e instalaciones provisorias para el correcto desarrollo de las faenas.

El contratista consultará las instalaciones provisorias de agua potable, alcantarillado de aguas servidas y energía adecuadas para dar un buen servicio durante el desarrollo de la obra y deberá cubrir los pagos por consumo, garantías, derechos municipales y cualquier otro gasto que demanden las obras provisionales.

El contratista debe garantizar el normal funcionamiento de las actividades dentro del recinto de la obra.

### **6.4.2.2 Aseo de la Obra**

Será de cargo del contratista el despeje de basuras, escombros, despuntes, etc., que hubiere antes de la iniciación de la obra y durante su ejecución.

Todo el material sobrante como excedentes de excavaciones, rellenos, escarpes, etc. Se extraerán de la obra y se transportarán a botadero autorizado por la Municipalidad y aprobado por la Inspección técnica de Obra.

Asimismo será obligatoria la mantención y entrega de la obra en perfecto estado de limpieza. Al término de los trabajos se retirarán todos los escombros e instalaciones provisorias, quedando el terreno y la obra limpia y despejada.

### **6.4.2.3 Despeje de terreno**

Antes de iniciar los trabajos de construcción de la cancha se procederá a limpiar el terreno despejándolo de basuras, escombros, malezas y otros excedentes que

existan. Se incluye en este ítem los posibles desmontes o destronques que aparecen en el terreno, así como retiro de cualquier obra civil en el lugar a intervenir, como asimismo los movimientos de tierra para nivelaciones y emparejamiento necesarios con respecto a los niveles terminado de la pista + 0,00 (borde interno) correspondiente, también se deberá aplicar un plaguicida para impedir el crecimiento de cualquier maleza con posterioridad.

#### **6.4.2.4 Trazado y nivelación**

Apenas se inicien los trabajos se deberá marcar el rectángulo que abarcara la cancha, ya que nos delimita la zona de trabajo.

Por la naturaleza de la obra el contratista deberá contar en forma permanente durante la ejecución del proyecto con un Topógrafo y sus respectivos equipos de precisión, profesional que deberá ejecutar el replanteo el que será recibido por la Inspección Técnica de Obra dejándose establecido dicho acto en el libro de obra.

### **6.4.3 PREPARACIÓN BASE Y SUB BASE**

#### **6.4.3.1 SUB BASE**

Esta carpeta de relleno debe ejecutarse por capas horizontales de espesor suelto no mayor de 20 cm., ni menor a 12 cm. en todo el ancho de la cancha incluyendo las áreas laterales de acuerdo al método empleado en la distribución, mezcla y compactación. En caso de ser transportado y vaciado mediante camiones, moto traíllas, u otro equipo de volteo, la distribución debe ser efectuada mediante Buldózer, Moto niveladoras u otro equipo adecuado.

Deberá rellenarse y compactarse hasta que se logre una superficie sólida y pareja con condiciones iguales en toda la zona.

### **Tipo de material**

Si las condiciones naturales del suelo son adecuadas para la sub base basta con remover y compactar homogéneamente el terreno.

En el caso de tener que rellenar con material externo el material estabilizante deberá ser homogéneo y libre de cualquier partícula contaminante.

En Valdivia es aconsejable un material particular conocido como Morrompulli, por su homogeneidad y nivel impermeabilidad que se logra al compactarse, lo que es favorable para el escurrimiento de las aguas.

Si el Material no fuese uniforme, se debe proceder además a mezclarlo hasta obtener la debida uniformidad.

### **Pendiente**

La sub-base deberá tener una pendiente de 0,5% desde el eje longitudinal del campo hacia los lados.

#### **6.4.3.2 BASE**

La base permeable tendrá un espesor total de 15cm. La que se construirá en 2 etapas una de 10cm. Con grava compactada y la terminación será de 5cm. Con un material de menor tamaño compactado igualmente.

#### **Base de permeable (grava)**

Se deberá colocar la piedra sin dañar el lecho del suelo en un espesor de 10 cms. Es muy importante que no se forme ningún tipo de depresión con el uso de equipos pesados. La piedra deberá cumplir con las especificaciones recomendadas en cuanto a granulometría (según tabla siguiente) y limpieza recomendadas.



La superficie de la base de piedra partida terminada no variará de la pendiente especificada en más de 3 mm en una distancia de 3 mts. Medida en cualquier dirección.

#### **Piedra de terminación final (gravilla)**

La capa de material permeable final de la base tendrá un espesor de 5cm la cual estará compuesta por gravilla, del tamaño indicado en la tabla siguiente.

El material de graduación final deberá tener una pendiente de 0.5% del eje central longitudinal hacia los lados según lo que se indica en los planos adjuntos.

Se deberá compactar la graduación final en ambas direcciones, hasta alcanzar el 95% Standard Proctor.

Además deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Inorgánicos.
- Libres de materia vegetal
- Libres de escombros.
- Libres de basuras.
- Libres de material congelado.
- Sin presencia de terrones.
- Sin presencia de trozos degradables.

#### **6.4.4 SISTEMA DE DRENAJE**

Sobre la sub-base se instalará el sistema de drenaje para el escurrimiento vertical que se complementará con el drenaje perimetral de captación superficial.

El sistema, deberá garantizar a todo evento el drenaje adecuado de las aguas lluvias evitando su apozamiento en la superficie del césped.

Su construcción se realizara según memoria evacuación de aguas lluvias.

#### **6.4.5 CARPETA CÉSPED SINTÉTICO**

##### **Tipo de césped**

El sistema solicitado corresponderá a **MONOGRASS 60 mm** u otro similar .Césped artificial denominado de “tercera generación”, relleno con caucho granular SBR y arena de sílice, apto para práctica de fútbol.

El sistema de césped a utilizar deberá ser suministrado por un fabricante con licencia FIFA vigente.

El producto deberá ser original, **Calidad FIFA 2 STAR**, aprobado según protocolos establecidos por FIFA en un laboratorio acreditado. Se deberá adjuntar resultados del test de laboratorio. Además se deberá adjuntar copias de certificados de campos aprobados por FIFA, instalados con el mismo producto, sistema y calidad ofrecidos, en cualquier parte del mundo.

Se deberá colocar de tal manera que los tramos atraviesen el lado mas corto de la cancha, la unión entre los tramos de césped se irán cosidos con doble costura y con un hilo especial según fabricante del producto.

##### **6.4.5.1 RELLENOS DEL CESPED**

El relleno se debe efectuar según especificación del fabricante.

Para el producto **MONOGRASS 60 mm** :

El relleno incorpora una fórmula única, patentada internacionalmente, en tres capas, que combina caucho granular SBR negro, con arena de sílice lavada y seca, libre de polvo.

Se instala en tres capas, mediante la siguiente fórmula:

<b>1.- Arena:</b>	5,0 kg/m <sup>2</sup>	5 mm
<b>2.- Mezcla arena/caucho:</b>		
Arena:	27,0 kg/m <sup>2</sup>	
Caucho:	13,0 kg/m <sup>2</sup>	40 mm
<b>3.- Caucho:</b>	<u>2,0 kg/m<sup>2</sup></u>	<u>2 mm</u>
<b>Total:</b>	<b>47,0 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>47 mm</b> (+/- 10% variación)

El proceso de relleno se debe realizar con maquinaria especial, de precisión, para garantizar uniformidad, resultando en una superficie óptima.

Con una máquina esparcidora (tolva con banda y cepillo) accionada y controlada hidráulicamente, se aplican alternativamente las capas de arena y caucho. Para hacer bajar, mezclar y emparejar el relleno, se intercala la aplicación de un cepillo rotatorio mecanizado de polipropileno, para terminar con un cepillado de arrastre.

#### **6.4.5.2 DELIMITACION PERIMETRAL**

Para delimitar la cancha se debe utilizar solerilla en hormigón preformado que sobresalga del nivel de la base, para contener el relleno de caucho y arena.

Como sistema de fijación perimetral de la carpeta, a esta misma solerilla se fija un perfil de madera tratada (2"x 2") al cual la carpeta.

#### **6.4.5.3      MARCADO DE LA CANCHA**

Las líneas de marcación de la cancha se ejecutaran en líneas blancas y amarillas con un ancho reglamentario de 10cm.

En el caso de la línea central y perímetro, deberán venir integradas / tejida a la carpeta en fibras blancas en su ancho reglamentario. Toda la marcación reglamentaria adicional se instalara "esquilando" la fibra, manteniendo sin cortar/debilitar la carpeta, para luego insertar carpeta de fibra blanca en ancho de 10cms. adherida con un adhesivo asfáltico a alta temperatura (200 a 250°C).TERMOFUSION.

#### **6.4.5.4      ACCESORIOS DE LA CANCHA**

Se debe instalar las fundaciones para arcos y banderines como parte de las obras civiles.

#### **6.4.6 ENTREGA DE LA OBRA Y RECEPCION DE LA FINAL.**

La Constructora deberá entregar la obra y su entorno completamente libre de escombros y materiales sobrantes, las construcciones provisorias desmontadas y retiradas. La obra deberá estar limpia y en perfectas condiciones de funcionamiento.

La entrega de la obra deberá ser acompañada por los certificados de recepción municipal de la construcción, como también la recepción de las instalaciones por los respectivos Servicios.

**Observación:** Los materiales de marca señalados en los planos y especificaciones técnicas son referenciales. En caso de proponerse alternativas, éstas deberán contar con la aceptación del Proyectista.

**RODRIGO ROZAS OVANDO**

Egresado de Ingeniería en Construcción

Universidad Austral de Chile

Valdivia, noviembre del 2008.

6.5

## **MEMORIA EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS**

**PROYECTO: MULTICANCHACANCHA DE CÉSPED SINTETICO**

**PROYECTISTA: RODRIGO ROZAS OVANDO**

**(Alumno Egresado Ingeniería en Construcción)**

**UBICACIÓN: CIUDAD DE VALDIVIA**

**COMUNA: VALDIVIA**

**REGION: XIV, DE LOS RÍOS**

**SUPERFICIE CONSTRUIDA: 6784 M2**

## **MEMORIA**

### **6.5.1 GENERALIDADES**

El presente proyecto se refiere al diseño del sistema de evacuación de aguas lluvias de una cancha de fútbol para la ciudad de Valdivias.

### **6.5.2 TOPOGRAFÍA**

El terreno tiene una topografía con una pendiente constante desde el eje central hacia los costados de campo de juego, permitiendo esto plantear una solución adecuada al problema de evacuación de aguas lluvias.

### **6.5.3 SOLUCIÓN ADOPTADA**

Para el problema de evacuación de aguas lluvia se ha considerado la colocación de tubos perforados separados a una distancia de 10 mt. Cada uno, los que conducirán las aguas hacia otros tubos colocados al costado del terreno, según se indica en los planos anexos:

### **6.5.4 DISEÑO DE SISTEMA DE DRENAJE**

#### **Calculo de caudales:**

Para el cálculo de caudales se utilizará el método racional, el cual indica que:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,6}$$

En que:

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

C = Coeficiente de Escorrentía

A = Área aportante en Km<sup>2</sup>.

I = Intensidad de lluvia en mm/hr.

Se utilizará un coeficiente de escorrentía determinado a través la TABLA 3.702.503. (1)B del Manual de Carreteras Vol. 3, según factores de relieve, permeabilidad, vegetación y capacidad de almacenaje de agua por parte del terreno. Para efectos de cálculo se determino lo siguiente según condiciones de terreno:

FACTOR	CONDICION DE TERRENO	VALOR DE C
Relieve	Llano	0.10
Permeabilidad	Alta	0.05
Vegetación	Regular	0.07
Almacenaje	Ninguna	0.10

SUMATORIA de C	0.32
----------------	------

**Coeficiente de Escorrentía C = 0.32.**

Esto quiere decir que el 32% del agua caída escurre por la superficie y el restante 63% se infiltra en la carpeta sintética, escurriendo por la sub base.



Determinación de la superficie a drenar, según plano de construcción es la siguiente:

**Área a drenar:**

El área total la subdividiremos en pequeñas áreas, para obtener datos por tramos, según se detalla en los planos adjuntos.

AREA DE LA CUENCA	SUPERFICIE km <sup>2</sup>
A1	0.00032
A2	0.0017
A2+A2	0.0034

Para determinar la intensidad de lluvia se utilizará la curva intensidad máxima de lluvia de la localidad de Valdivia, obtenido del manual de carreteras 3.702.404 (C).

El **tiempo de concentración** fue calculado a través de las expresiones que recomienda el manual de carretera para áreas planas, pero el valor obtenido fue menor al mínimo recomendado, esto se da debido a que el área es muy pequeña.

Por lo tanto adoptamos el valor mínimo que recomienda el manual de carretera que es de 10 minutos.

En rigor el tiempo de concentración es el tiempo necesario para que el escurrimiento llegue desde el punto más alejado del área drenada, a su evacuación más próxima (tiempo de entrada), más el tiempo que demora en alcanzar el escurrimiento ya dentro del colector o canal el punto de control (tiempo de flujo).

El tiempo de entrada es función de una serie de factores, distintos y variables según el tipo de área drenada, lo que hace compleja e imprecisa su determinación,

por lo cual este tiempo se estima en un valor dado por el criterio y experiencia del proyectista.

No así el otro valor que conforma el tiempo de concentración, el cual es función de la velocidad del agua en el tubo, posible de determinar por fórmulas conocidas.

Es preciso hacer notar que el tiempo de concentración, no tiene relación alguna con el comienzo de la lluvia; depende del peak de la lluvia, que muy pocas veces se produce al principio de ella.

De la tabla 3.702.404 (2) C se obtiene, que **las precipitaciones máximas en 24 horas con 10 años de período de retorno, para Valdivia son de 130 mm.**

Por la condiciones de nuestro proyecto podemos determinar un periodo de retorno pequeño, adoptemos 2 años para economizar en nuestra solución.

Se debe calcular la precipitación en mm con período de retorno de 2 años y duración d horas ( $1 \leq d \leq 24$ ). Corresponde a  $P_d$ .

La expresión para calcular es la siguiente:

$$P_d = K \times P_{24} \times CD_d \times Cf_t$$

Donde:

K = Coeficiente igual a 1,1 para estimar la lluvia máxima absoluta en 24 horas en función de la lluvia máxima diaria.

$P_{24}$  = Precipitación máxima diaria (máxima en 24 horas) con 10 años de período de retorno. Para Valdivia es 130 mm.

$CD_d$  = Coeficiente de duración para un período de retorno de 10 años y duración de d horas, definido como la razón entre la lluvia de duración d horas y la lluvia máxima absoluta en 24 horas (ver tabla 3.702.403 (B)).

$Cf_t$  = Coeficiente de frecuencia por t años de periodos de retorno, en este caso usaremos **2 años**.

Se seleccionan los coeficientes de duración y frecuencia de la estación pluviográfica, para este caso es la de VALDIVIA. Para una hora es 0,13.

$$P_d = 1,1 \times 130 \times 0,13 \times 0,68 = 12,64 \text{ mm.}$$

Como estamos estudiando el efecto de una lluvia de 10 minutos, se recurre a la expresión propuesta por Bell. Para este caso, 10 minutos el factor de duración es 0.45. (Obtenido de la tabla 3.702.405 (a)).

$$I = P_d \times f / (t / 60)$$

Donde:

f = Es el factor de duración para 10 minutos, es 0,45.

t = Tiempo de concentración en minutos, es de 10.

$$I = 12,64 \times 0,45 / (10 / 60)$$

$$I = 34,13 \text{ mm/hora.}$$

### **Cantidad de agua a evacuar**

Como determinamos anteriormente un porcentaje de agua se infiltra en la carpeta sintética y otra parte escurre por sobre esta, la que igual se debe evacuar, por lo que debemos diseñar los ductos de tal manera que tengan la capacidad de evacuar la totalidad de agua caída.

Por lo que nuestra formula del método racional se reduce simplemente a:

$$Q = \frac{I \times A}{3,6}$$

3,6

De utilizar la formula se obtiene:

AREA	SUPERFICIE km <sup>2</sup>	I (mm/hora)	Q (m <sup>3</sup> /seg)	Q (lts/seg.)
A1	0.00032	34.13	0.003	3
A2	0.0017	34.13	0.0161	16.1
2A2	0.0034	34.13	0.0322	32.2

### Calculo diámetro de tubería

#### Calculo de tubería para área 2A2, colector longitudinal.

El siguiente análisis y diseño se realizará para 2A2= 0.0034 km<sup>2</sup> correspondiente al área de aporte 2A2. Para el análisis se considera los datos de Precipitación Máxima diaria con un periodo de retorno de 2 años estimados anteriormente y un tiempo de concentración de 10 minutos. Para este tiempo de concentración la intensidad de lluvia es de 34.13mm/hora.

De esta manera y según la expresión del método Racional para el calculo de caudales, este corresponde a Q = 0.0322 (m<sup>3</sup>/seg) determinado para 2A2.

Debemos considerar que no debe existir presión dentro del tubo.

El análisis corresponderá a una relación H/D = 0,80 considerada apropiada para este caso y el valor del coeficiente de Manning para cañería de drenaje perforada es n = 0,009

Se tiene que:

$\emptyset = 2 \arccos (1-2H/D)$ , para H/D = 0.8, tenemos que  $\emptyset = 4.4285 \text{ rad.} = 253 \text{ grados.}$

$$\text{Si } Q = (\sqrt{i} / \eta) * (A^{(5/3)} / Pm^{(2/3)})$$

$$\text{Área mojada} \quad : \quad A = \frac{r^2}{2} \left( \frac{2\pi}{360} \phi - \sin \phi \right)$$

$$\text{Perímetro mojado:} \quad P = \frac{2\pi}{360} \phi r$$

Donde:  $r$  = radio de la sección circular (en m); la sección mojada limitada por la cuerda  $c$ , que sostiene el ángulo al centro  $\Phi$  medido en grados sexagesimales.

Para este valor de  $\emptyset$ , y para una pendiente longitudinal de  $i = 0.01$  (m/m), tenemos que:

$$A = 0,67D^2 \quad i = 0,005$$

$$n = 0,009 \quad Pm = 2.22D$$

$$Q = 0.0322m^3/\text{seg.}$$

$$Q = (\sqrt{i} / \eta) * (A^{(5/3)} / Pm^{(2/3)})$$

$$Q_d = 0.0322 (m^3 / s) = (\sqrt{0.005} / 0.009) * 0.301D^{(8/3)}$$

$$D = 0.199 \text{ mts.}$$

Por consiguiente la evacuación se realizara a través de un tubo de 200mm de diámetro ya que es el diámetro comercial mas cercano, siendo esta es capaz de

portear las aguas lluvias provenientes de las áreas de aporte, según se detalla en planos adjuntos.

### **Calculo de tubería para área A1, tubo transversal**

Con liderando condiciones similares a las anteriores  $A1 = 0.00032 \text{ km}^2$

$$A = 0,67D^2 \quad i = 0,005$$

$$n = 0,009 \quad Pm = 2.22D$$

$$Q = 0.003 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q = (\sqrt{i} / \eta) * (A^{(5/3)} / Pm^{(2/3)})$$

$$Q_d = 0.003 \text{ (m}^3 / \text{s)} = (\sqrt{0.005} / 0.009) * 0.301D^{(8/3)}$$

$$D = 0.081 \text{ mts}$$

Por consiguiente la evacuación se realizara a través de un tubo de 90mm de diámetro ya que es el diámetro comercial más cercano.

### **Calculo de tubería para área A2, tubo longitudinal.**

Con liderando condiciones similares a las anteriores  $A1 = 0.0017 \text{ km}^2$

$$A = 0,67D^2 \quad i = 0,005$$

$$n = 0,009 \quad Pm = 2.22D$$

$$Q = 0.0161 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q = (\sqrt{i} / \eta) * (A^{(5/3)} / Pm^{(2/3)})$$

$$Q_d = 0.0161 \text{ (m}^3 \text{ / s)} = (\sqrt{0.005 / 0.009}) * 0.301D^{(8/3)}$$

$$D = 0.153 \text{ mts}$$

Por consiguiente la evacuación se realizara a través de un tubo de 160mm de diámetro ya que es el diámetro comercial más cercano.

#### Cuadro resumen cálculo de diámetros

AREA km2.		Q .m³/seg	n	i	D calculado mm	D adoptado mm
A1	0.00032	0.003	0,009	0,005	81	90
A2	0.0017	0.0161	0,009	0,005	153	160
2 A 2	0.0034	0.0322	0,009	0,005	199	200

### 6.5.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN.

#### 6.5.5.1 GENERALIDADES

Las presentes especificaciones técnicas se refieren a las Obras de drenaje para una cancha de fútbol con pasto sintético ubicada en la ciudad de Valdivia

Todas las instalaciones se ejecutarán conforme a los planos del proyecto, a las presentes especificaciones y a las recomendaciones para la instalación de cañerías de los fabricantes.

#### 6.5.5.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS:

Se incluye el movimiento de tierras para la colocación de las tuberías y realización total de las zanjas con o sin mejoramiento del terreno y el movimiento de tierras para las cámaras de inspección.

## **Excavaciones de zanja**

La colocación de las tuberías se hará en zanjas abiertas. En las presentes especificaciones se ha considerado que todo el trabajo se ejecutará en zanjas del ancho señalado en los planos adjuntos.

Las zanjas deberán excavarse con la alineación, cotas y pendientes indicadas en los planos respectivos, incluyendo el espacio para el encamado de la tubería y el mejoramiento de terreno si así fuese necesario.

Cualquier sobre-excavación por debajo de las cotas indicadas en los planos deberá rellenarse con material granular.

### **6.5.5.3 RELLENO GENERAL DE ZANJAS**

El mejoramiento de la base de apoyo del encamado estará compuesto por material de empréstito libre de contaminaciones extrañas, especialmente de materia orgánica, sales solubles y productos de desechos. No deberán poseer características de comportamiento singular (arcillas expansivas o limos colapsables). Se utilizarán preferentemente gravas y/o arenas limpias con un contenido máximo de material bajo malla ASTM N° 200 no superior al 5%. Se aceptará como tamaño máximo de los áridos  $\frac{3}{4}$  del espesor de la capa compactada.

#### **Rellenos de zanjas.**

Toda vez que se cuente con la aprobación técnica para iniciar el relleno de la zanja se procederá a construir el encamado, la colocación del tubo, su relleno lateral, relleno inicial y final de acuerdo a lo señalado en las Especificaciones Técnicas y considerando que su compactación debe extenderse hasta la pared de la zanja.



El relleno se iniciará por capas de espesor máximo de 0,10 m. y una vez cubierta la tubería con un mínimo de 0,30 m. de material sobre la clave, o lo que indique el fabricante. El nivel alcanzado será el de la base estabilizada.

El relleno se efectuará mecánicamente o en forma manual mediante pisón metálico o de madera. En el caso de compactar mecánicamente se deberá tener la precaución de comenzar el relleno mecánico sólo una vez que se ha colocado una capa mínima de 20 cm. de material granular sobre la clave del tubo.

#### **6.5.5.4 Encamado para la tubería**

El encamado debe estar constituido por el mismo material que se rellenara la zanja que será grava permeable, encamado sólo podrá ser construido sobre el terreno natural cuando éste tenga una capacidad de soporte adecuado.

El material se compactará uniformemente en forma manual o mecánica. Si se agrega agua para mejorar la compactación se deberá tener cuidado de evitar la saturación del material.

La confección del encamado podrá tener un ángulo de apoyo de tal manera que se logren las pendientes de 0.5%, según se indica en plano de construcción.

#### **6.5.5.5 Relleno final**

El relleno final deberá ser con grava y deberá excluir bolones, materiales de desecho o materiales con contenido orgánico. Tendrá el espesor indicados en los planos.

#### **6.5.5.6 TUBERÍA**

Los tubos serán hdpe (polietileno de alta resistencia) tipo FLEXADREN de PETROFLEX o similar, estos deberán tener perforaciones en forma de ojo de puente de tal manera que permita la entrada de agua evitando tapar sus perforaciones.

Todas las uniones se aran con copla partida la que se obtendrá del mismo material.

#### **6.5.5.7 COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL**

Una vez que se tenga la zanja en las condiciones finales, antes de cualquier rellenos, se deberá cubrir las paredes laterales de esta con una membrana de geotextil para drenaje, este deberá sobresalir hacia arriba una distancia suficiente para ser costurada, uniendo ambos extremos, además de cubrir la parte superior de la zanja y sobrar como mínimo 50cm. Hacia un lado de la excavación.

#### **6.5.5.8 CÁMARAS DE INSPECCIÓN**

Las cámaras de Inspección se han designado y deberán ejecutarse de acuerdo con los detalles especificados en los planos de construcción.

Los radieres se estucarán con morteros de 5,10 kg.cem/m<sup>3</sup> (afinado de cemento puro), e  $\geq 1$  cm. hasta 0,20 m. como mínimo sobre la parte más alta de la banquetta (cubriendo los primeros 20 cm. del cuerpo) o sobrepasando en 10 cm. el nivel de la napa subterránea en cuyo caso el espesor será e  $\geq 2$  cm.

La parte interior de las cámaras que no lleven estucos deberá quedar con las superficies lisa debiendo usar moldes metálicos de maderas revestido con metal.

El diámetro interior del cuerpo de ambos tipo de cámaras será de 1,30 metros.

Se deben respetar las alturas señaladas en los planos.

**RODRIGO ROZAS O.**

Egresado de Ingeniería en Construcción

Universidad Austral de Chile

Valdivia, noviembre del 2008.

## CONCLUSIONES

- ❖ En la zona sur de nuestro país es imposible mantener una cancha de fútbol en condiciones aptas para desarrollar la actividad en forma profesional.
- ❖ El césped artificial es la solución mas adecuada para incrementar la actividad deportiva, en zonas con abundantes lluvias como lo es el caso de la ciudad de Valdivia.
- ❖ Construir una cancha de césped sintético es bastante mayor el costo inicial, pero esos se ven compensado con el tiempo, ya que se puede hacer uso del campo de juego inmediatamente se aya terminado este, no así uno de césped natural que se debe esperar alrededor de 120 días, para que el pasto logre una firmeza adecuada, además que se puede usar 3000 horas por año, mientras que el césped natural tiene un uso recomendado de no mas de 200 horas por año.
- ❖ El césped artificial tiene una fácil y barata mantención.
- ❖ En aproximadamente 1 año se ve compensada la diferencia en construcción de ambas canchas evaluando en dinero, según máxima capacidad de uso de ambas superficies. Si somos mas realista este periodo se puede incrementar a 2 o 3 años porque es muy difícil que una cancha se use 3000 horas en un año.

- ❖ La Universidad Austral continuamente invierte en arreglar las precarias canchas de pasto natural, gastos que se ven desperdiciados ya que en un corto tiempo estas vuelven a su deplorable estado, por lo que podría invertir en una superficie sintética, lo que podría incentivar a crear una liga competitiva interna lo que nos podría llevar a formar un equipo competitivo a nivel nacional.
  
- ❖ En nuestro país existen muy pocas empresa que se dedican a este rubro, obteniendo grandes ganancias por obra, esto se da por el desconocimiento del tema, pero aquí a quedado demostrado que no es difícil la construcción, siendo lo importante tener el contacto para adquirir la carpeta sintética adecuada.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Lavista Llanos, Alejandro. "Revista El Jardín". Buenos Aires 2000, Argentina.
- Lopez Ricardo. "Diseño de acueductos y alcantarillados". Editorial Alfaomega 2000, Colombia.
- Tipos de suelos, Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Suelo> . Consultado el: 25 de septiembre del 2008.
- Canchas sinteticas, disponible en: [www.sanlorenzosoccer.cl](http://www.sanlorenzosoccer.cl). Consultado el 15 de septiembre del 2008.
- Berry Peter, Reid David. "Mecánica de suelos". Editorial McGraw-Hill , Bogota 1993, Colombia.
- Russell George. "Hidraulica". Editorial Continental 1971, Mexico.  
Pasto natural reforzad. Disponible en:  
[http://www.pavimentosonline.com/desso/cesped\\_grassmaster\\_general.htm](http://www.pavimentosonline.com/desso/cesped_grassmaster_general.htm).  
Consultado el 6 de octubre del 2008.
- Césped sintético para futbol profesional, Disponible en [http://www.forbex.com/esp/deportes/futbol\\_profesional.htm](http://www.forbex.com/esp/deportes/futbol_profesional.htm), consultado el 2 de noviembre del 2008.
- Chiledeportes Coyhaique. 2007. Proyecto cancha sintética para Coyhaique.  
Pasto natural reforzado, Disponible en :  
[http://www.pavimentosonline.com/desso/cesped\\_grassmaster\\_general.htm](http://www.pavimentosonline.com/desso/cesped_grassmaster_general.htm),  
consultado el 4 de octubre del 2008.
- Césped decorativo, Disponible en: [www.espacio-verde.es](http://www.espacio-verde.es), Consultado el 28 de octubre del 2008.
- Municipalidad de Valdivia, 2007. Proyecto Cancha sintética Félix Gallardo.
- Manual "Geotextiles Geotesan", Madrid 2007, España.

- Manual “Geotextiles Degussa”, Barcelona 2008, España.
- Catalogo “Tuberías estructurales”, Chile 2008, Disponible en: [www.petroflex.cl](http://www.petroflex.cl), consultado el 3 de noviembre del 2008.
- Plazola Cisneros, Alfredo. “Arquitectura deportiva”. Editorial Limusa-Wiley 1969, México.
- Manual de Carreteras. Dirección de Vialidad, MOP. Chile. Volumen 5, Capítulos 5.200 y 5.300, Junio de 1997.
- One complejo deportivo, Arriendo Canchas de fútbol, Disponible en: [http://www.onesport.cl/planes/default\\_macul.asp](http://www.onesport.cl/planes/default_macul.asp), consultado el 10 de noviembre del 2008.
- Proyectos y asesorías deportivas Moeckel y Weil, Disponible en: <http://www.mckl.cl/>, consultado el 16 de septiembre del 2008.

## **ANEXOS**

Plano de construcción de una multicancha tipo con césped sintético para la ciudad de Valdivia, disponible en biblioteca de la Universidad Austral de Chile, Campus Miraflores.