

**ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE DRENAJE, RIEGO Y GRAMADO DE  
LA CANCHA DE FÚTBOL DEL ESTADIO “ARTURO CUMPLIDO  
SIERRA” DEL MUNICIPIO DE SINCELEJO**

**JULIO EDUARDO CORRALES MONTES  
YIMIS ARIEL LOAIZA MARMOLEJO**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA  
SINCELEJO  
2008**

**ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE DRENAJE, RIEGO Y GRAMADO DE  
LA CANCHA DE FÚTBOL DEL ESTADIO “ARTURO CUMPLIDO  
SIERRA” DEL MUNICIPIO DE SINCELEJO**

**JULIO EDUARDO CORRALES MONTES  
YIMIS ARIEL LOAIZA MARMOLEJO**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Agrícola**

**Director  
HUGO GARCIA SAAD  
Ingeniero Agrícola**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA  
SINCELEJO  
2008**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Sincelejo, enero de 2008

**“Únicamente los autores son responsable de las ideas expuestas  
en el presente trabajo”**

## DEDICATORIA

*A Dios por darme entendimiento y capacidad, para lograr cosas importantes en la vida.*

*A mis padres Julio y Eldys por la confianza y el apoyo que siempre me han brindado.*

*A mi esposa Matilde Isabel y a mis Hijos Maria Mónica y Julián Camilo por ser la fuente que alimenta mis deseos de seguir adelante.*

*A mis Hermanas Mónica y Katty por su cariño y apoyo.*

*A mis sobrinos Julio Cesar, María Julia e Isabela porque están en mi corazón.*

*A la memoria de mi abuelita Doris que Dios la tenga en su gloria.*

*A Bertina y Marlon Corrales por su valiosa colaboración.*

*A mis Familiares y Amigos*

**Julio Eduardo**

*A Dios por darme sabiduría y entendimiento en mis metas propuestas.*

*A mi madre Sixta Marmolejo por su apoyo moral y económico en los momentos difíciles.*

*A mis hermanos Olga, Elizabeth, Maria, Alexander y Grey por comprenderme.*

*A mi novia Suleima Osorio Ozuna por brindarme confianza y motivación.*

*A mis sobrinos Lizcarol, Helmer, Thianis, José Daniel, Yoelis, Carlos Alberto, Misael, diego Andrés, Marseydis y Esteban, Porque ellos despiertan en mí mucha alegría.*

*A mi abuelita Maria Méndez por sus consejos que llegan al corazón.*

*A mis abuelos (maternos y paternos): Salvador, Horacio y Sabina*

*A la familia Osorio Ozuna por su carisma ejemplar que irradia positivismo.*

*A mi cuñado Armando Barrios por la ayuda ofrecida en los momentos difíciles.*

*A mis Familiares, Amigos y A TODOS LOS AMANTES DEL FÚTBOL.*

**Himis Ariel**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

HUGO GARCIA SAAD. Ingeniero Agrícola.

EURIEL MILLAN ROMERO. Ingeniero Agrícola.

LUIS GOMEZ MONGUA. Ingeniero Agrícola.

ANTONIO TOVAR. Ingeniero Agrícola. Especialista en Manejo de Agua y Suelos.

ALEX BRACAMONTE. Ingeniero Civil.

JESÚS PATERNINA SAMUR. Gerente Instituto Municipal para el Deporte y la Recreación (IMDER), 2006, Sincelejo.

DABEIBA QUINTERO. Arquitecta Estadio “Roberto Meléndez” (Metropolitano) de la ciudad de Barranquilla.

JAIME LOTERO CODAVID. Ingeniero Agrónomo Ph.D en Pastos y Forrajes. INDER Medellín.

GERARDO BLANDON. Jefe de mantenimiento del gramado del Estadio “Atanasio Girardot”, INDER Medellín.

NICOLAS CHIQUILLO. Jefe de mantenimiento del gramado del Estadio “Maime Morón”, IDER Cartagena.

MARIA E. SALCEDO CARRILLO. Gerente INDUPAL Valledupar - Cesar.

ARMANDO RINGO ANAYA. Ingeniero Agrónomo Estadio “Armando Maestre Pavajeu”, INDUPAL Valledupar.

SERAFÍN VELÁSQUEZ. Ingeniero Agrónomo. Docente Universidad de Córdoba.

FRANKLIN VERGARA. Ingeniero Civil con Especialización en Ingeniería de Regadío. Docente Universidad del Cauca - Popayán.

JUAN PABLO CHAVEZ. Ingeniero Civil. Universidad de sucre

GUSTAVO BARROS CANTILLO. Ingeniero Agrícola. Docente Universidad de Sucre.

JOSE GREGORIO ARRIETA. Tecnólogo en Producción Agropecuaria, Licenciado en Educación con énfasis en Producción Agropecuaria y Auxiliar de Laboratorio de la Universidad de Sucre.

IRMA OCHOA, CARLOS GALINDO y NANCY. Bibliotecarios de la Universidad de Sucre.

LA UNIVERSIDAD DE SUCRE.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. OBJETIVOS	22
1.1 GENERAL	22
1.2 ESPECIFICOS	22
2. ESTADO DEL ARTE	23
2.1 GENERALIDADES SOBRE EL AREA DE ESTUDIO.	23
2.1.1 Localización.	23
2.1.2 Características climáticas.	23
2.1.3 Fisiografía y Drenaje.	24
2.2 GENERALIDADES SOBRE CANCHAS DE FÚTBOL	25
2.3 GENERALIDADES SOBRE DRENAJE	28
2.3.1 Drenaje Interno o Subterráneo.	28
2.3.2 Método y tipo de sistemas de drenajes para campos deportivos.	33
2.4 GENERALIDADES SOBRE GRAMA O CÉSPED NATURAL	35
2.4.1 Especies de pastos utilizados como grama en campos deportivos.	36
2.4.2 Sistema de siembra para césped.	38
2.5 GENERALIDADES SOBRE RIEGO	40
2.5.1 Sistema de Riego por Aspersión.	40
2.5.2 Unidades que Componen el Sistema de Riego por Aspersión.	42
3. METODOLOGIA	44

3.1 DISEÑO DE DRENAJE	47
3.2 DISEÑO DEL GRAMADO	54
3.3 DISEÑO DE RIEGO	55
4. RESULTADOS Y DISCUSION	64
4.1 DISEÑO DE DRENAJE	74
4.2 DISEÑO DEL GRAMADO	79
4.3 DISEÑO DEL RIEGO	85
5. CONCLUSIONES	89
6. RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	94
GLOSARIO	100
ANEXOS	101

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ensayos de laboratorio.	45
Tabla 2. Ecuaciones empleadas para el cálculo del diámetro (d) de tuberías de drenaje.	51
Tabla 3. Ecuaciones para el dimensionamiento de la red de riego.	60
Tabla 4. Área interna del estadio de fútbol “arturo cumplido sierra”.	64
Tabla 5. Movimiento de tierra para la configuración de la cancha ovoide (hidroapoyo).	65
Tabla 6. Características de los materiales filtrantes según especificaciones granulométricas adoptadas por el mopt.	70
Tabla 7. Características de los materiales filtrantes según requisitos de Terzaghi–Casagrande y Cors of Engineer.	70
Tabla 8. Tipo de grama usada en algunos estadios del país.	79
Tabla 9. Características técnicas de la electrobomba.	88

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Propiedades físicas e hidráulicas del suelo presente.	66
Cuadro 2. Propiedades físicas e hidráulicas del nuevo perfil del terreno deportivo de la cancha "Arturo Cumplido Sierra".	71
Cuadro 3. Caracterización química del suelo vegetal del terreno deportivo y la disponibilidad de nutrientes.	73
Cuadro 4. Espaciamiento entre drenes que permite la evacuación del nuevo perfil del terreno deportivo en el tiempo acorde a la jornada de juego (tres días).	75
Cuadro 5. Dimensionamiento de la red de drenaje interno.	76
Cuadro 6. Caudal, tirante, pendiente y velocidad en el punto más bajo de la pista atlética.	77
Cuadro 7. Valores de las variables del canal	78
Cuadro 8. Tirante máximo del canal rectangular de la pista atlética.	78
Cuadro 9. Necesidades nutritivas del gramado.	84
Cuadro 10. Plan de fertilización anual del gramado de la cancha de fútbol "Arturo Cumplido Sierra".	84
Cuadro 11. Valores que determinan la dosis y frecuencia de riego.	85
Cuadro 12. Características del aspersor seleccionado.	86
Cuadro 13. Tiempos de riego.	86
Cuadro 14. Características hidráulicas de la red de riego.	87
Cuadro 15. Altura dinámica total.	88

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del estadio de fútbol “Arturo Cumplido Sierra” del Municipio de Sincelejo.	23
Figura 2. Foto de las condiciones en las que queda la cancha del estadio “Arturo Cumplido Sierra después de una lluvia.	24
Figura 3. Cancha de fútbol para juegos internacionales.	25
Figura 4. Foto: Cancha en arenilla.	26
Figura 5. Foto: Cancha con grama artificial.	27
Figura 6. Foto: Cancha con grama natural.	27
Figura 7. Diagrama, Criterios Drenajes para Régimen Permanente y Variable.	29
Figura 8. Esquema del Régimen Permanente.	30
Figura 9. Esquema de la ecuación de Glover – Dumm.	31
Figura 10. Esquema de drenaje subterráneo en campos deportivo.	33
Figura 11. Drenaje tipo paralelo o rejilla.	34
Figura 12. Drenaje tipo espina de pescado.	34
Figura 13. Sistema de siembra por estolones.	38
Figura 14. Sistema de siembra por tepes.	39
Figura 15. Foto: Presentación semillas sexual.	40
Figura 16. Foto: Riego en cancha de fútbol.	41
Figura 17. Disposición geométrica de red de riego en canchas de fútbol ovoide.	42
Figura 18. Disposición geométrica de red de riego en canchas de fútbol rectangular.	42
Figura 19. Foto: Aspersor emergente.	43
Figura 20. Esquema, Riego por aspersion semifijo.	43
Figura 21. Etapas de un Estudio de Drenaje (González C, 1990).	47
Figura 22. Etapas de un Estudio de Gramado.	54
Figura 23. Etapas de un Estudio de Riego.	56

Figura 24. Curvas granulométricas del nuevo perfil del terreno deportivo.	71
Figura 25. Evacuación del nuevo perfil de suelo para el espaciamiento (L) de 6 m y lluvia crítica de 52 mm.	75
Figura 26. Esquema, Flujo superficial desde la pista atlética hacia el canal.	77
Figura 27. Foto: Grama Bermuda ( <i>Cynodon dactylon</i> )	81
Figura 28. Foto: Grama Bahía ( <i>Paspalum notatum</i> )	82

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo I. Visita estadios de fútbol	102
Anexo II. Apiques suelo presente	103
Anexo III. Visitas canteras Departamento Sucre	104
Anexo IV. Grama en su hábitat natural	104
Anexo V. Valor promedio de la evapotranspiración	105
Anexo VI. Factor Chirstiansen por número salida	105
Anexo VII. Longitudes equivalentes en metro de tubería rectilínea para cálculo de pérdida	106
Anexo VIII. Carteras topográficas de planimetría	107
Anexo IX. Cartera y cálculos de nivelación cancha ovoide	117
Anexo X. Perfil estratigráfico del suelo presente	129
Anexo XI. Propiedades químicas del suelo presente	133
Anexo XII Analisis Granulometricos del nuevo perfil del terreno deportivo	134
Anexo XIII. Descripción del perfil del suelo nuevo para el terreno deportivo	138
Anexo XIV. Propiedades físicas de los suelos	140
Anexo XV. Tabla para determinar fertilidad de los suelos	141
Anexo XVI. Determinación de la lluvia crítica para el diseño de drenaje de la cancha “Arturo Cumplido Sierra”.	142
Anexo XVII. Necesidades nutricionales del gramado de acuerdo al uso	143
Anexo XVIII. Análisis de agua de riego	144
Anexo XIX. Longitudes equivalentes de los elementos que componen la impulsión y la succión	145
Anexo XX. Catalogo Barnes de Colombia curva característica de la bomba	146
Anexo XXI. Tabla presión vapor agua (pv).	146
Anexo XXII. Manual operacional para el mantenimiento del sistema de drenaje, riego y gramado de la cancha de fútbol “Arturo Cumplido Sierra” del municipio de Sincelejo.	147
Anexo XXIII. Presupuesto	

## **LISTA DE PLANOS**

Plano 1. Planta física estadio de fútbol "Arturo Cumplido Sierra".

Plano 2. Nivelación del terreno de juego.

Plano 3. Detalles corte longitudinal y transversal del terreno deportivo proyectado.

Plano 4. Sistema de drenaje.

Plano 5. Detalle de obras complementarias de drenaje.

Plano 6. Sistema de riego por aspersión semifijo.

Plano 7. Detalles de obras complementarias de riego.

## ABSTRACT

The Stage of Soccer "Fulfilled Arturo Mountain range", is located to the South West of the city of Sincelejo between 200 and 210 m.s.n.m, with annual average rainfall of 1202,43mm. One designed the system of Drainage, irrigation and gramado considering the international norms IT UNITES 41959: 2002 IN and documents of INDER Medellín, that deals with on the constructive processes and specifications apt materials that the sport land conforms. Taking care of the concepts previous, one settled down that the present ground in the field of soccer "Fulfilled Arturo Mountain range" is not apt like sport land, so that their physical and hydraulic properties are below the values recommended by the previous norms. It is thus, that the designs took control of base to a new ground of loan, selected of quarries of the region, as they conformed a new profile (vegetal ground and permeable subsoil) that guarantees the infiltration, the movement of the water in the subsoil towards you drain and the development of the gramado one.

The design of drainage of the soccer field, will be conformed by a compound system type spaced grid each six meters to you drain lateral of 2 ½ "to a depth 0.30m and slope 0,8%, this one will have the capacity to evacuate the rain of design (52mm) in a smaller time to the game day (three days). In addition, it will consist of a perimetral channel to the athletic track, that will evacuate superficial waters caught by the track.

The design of the gramado one, will be conformed by a turf combined type, that is a compatible mixture of species as it is it the Bermuda grass (*Cynodon dactilon*) and the Bahia grass (*Paspalum notatum*). These species adapt well to the climate of the region and to the selected ground, in addition, they tolerate the strong use, the cut under the pruning, to plagues and diseases, and offer to an aesthetic and

decorative aspect to the offered field security and comfort to the players. The sowing system will be by sexual seeds with a relation 3:2 and density of sowing of 5Lb by each 100m<sup>2</sup>.

In the design of Irrigation use the system by semi-portable aspersion that will operate with one electrobomba of 24Hp with capacity to move cincos sprinklers of 41,4 g.p.m, and 27m of humidification radio, the field will have three positions of irrigation; one in the longitudinal axis that will operate with lateral in hose type fireman of 1 ½ "of diameter with a time of irrigation of 30 minutes and two positions more than corresponds to the lateral lines of the Eastern and western field with a time of irrigation of 15 minutes for each one; the main pipe will be of 3"of diameter, the secondary one of tertiary 2" and of 1 ¼ ", which will go perimetralmente buried outside the game area. The water lamina to apply to the gramado one with a daily frequency is of 5.8 mm (60 m<sup>3</sup>/ha).

It was elaborated manual of operation and the maintenance of the drainage systems, irrigation and gramado, in which it includes, cleaning of the internal drainage of the field and the channel of the athletic track, operation and cleaning of the mechanical connections of the irrigation; and for the gramado one, you practice like the irrigation, fertilization, amendments, it prunes, control of weeds, plagues, puzonado, cleaning, and other activities that allow the vigorous growth and uniforms of the gramado one.

It developed quantification of the work based on the list price of the secretariat of development and public works of Sincelejo. The total direct cost of the work will amount to \$ 384'760 .384.28, Discriminados as follows: Fitting terrain sporting \$ 162'495 .479.56, Drainage \$ 123'442 .030.80; irrigation \$ 44'275 .787.58 and gramado \$ 54'547 .086.38

## RESUMEN

El Estadio de Fútbol “Arturo Cumplido Sierra”, se localiza al sur occidente de la ciudad de Sincelejo entre los 200 y 210 m.s.n.m, con pluviosidad media anual de 1202,43 mm. Se diseñó el sistema de Drenaje, riego y gramado teniendo en cuenta las normas internacionales UNE 41959: 2002 IN y los documentos de INDER Medellín, que trata sobre los procesos constructivos y especificaciones de materiales aptos que conforma el terreno deportivo. Atendiendo los conceptos anteriores, se estableció que el suelo presente en la cancha de fútbol “Arturo Cumplido Sierra” no es apto como terreno deportivo, porque sus propiedades físicas e hidráulicas están por debajo de los valores recomendados por las normas anteriores. Es así, que los diseños se hicieron con base a un nuevo suelo de préstamo, seleccionado de canteras de la región, los cuales conformaran un nuevo perfil (suelo vegetal y subsuelo permeable) que garantiza la infiltración, el movimiento del agua en el subsuelo hacia los drenes y el desarrollo del gramado.

El diseño de drenaje de la cancha de fútbol, estará conformado por un sistema compuesto tipo rejilla espaciado cada seis metros con drenes laterales de 2 ½” a una profundidad 0.30 m y pendiente 0.8 %, éste tendrá la capacidad de evacuar la lluvia de diseño (52 mm) en un tiempo menor a la jornada de juego (tres días). Además, constará de un canal perimetral a la pista atlética, que evacuará las aguas superficiales captadas por la pista.

El diseño del gramado, estará conformado por un césped tipo combinado, que es una mezcla de especies compatible, como lo es el pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*) y el pasto Bahia (*Paspalum notatum*). Estas especies se adaptan bien al clima de la región y al suelo seleccionado, además, toleran el uso fuerte, el corte bajo de la poda, a plagas y enfermedades, y brindan un aspecto estético y

decorativo a la cancha brindando seguridad y confort a los jugadores. El sistema de siembra será por semillas sexuales con una relación 3:2 y densidad de siembra de 5 Lb por cada 100 m<sup>2</sup>.

En el diseño de riego se empleó el sistema por aspersión semifijo que operará con una electrobomba de 24 Hp con capacidad para mover cinco aspersores de 41.4 g.p.m, y 27 m de radio de humedecimiento, la cancha tendrá tres posiciones de riego; una en el eje longitudinal que operará con laterales en manguera tipo bombero de 1 ½" de diámetro con un tiempo de riego de 30 minutos y dos posiciones más que corresponden a las líneas laterales de la cancha oriental y occidental con un tiempo de riego de 15 minutos para cada una; la tubería principal será de 3" de diámetro, la secundaria de 2" y terciarias de 1 ¼" , las cuales irán enterradas perimetralmente fuera del área de juego. La lámina de agua a aplicar al gramado con una frecuencia diaria es de 5,8 mm (60 m<sup>3</sup>/ha).

Se elaboró el manual de operación y mantenimiento de los sistemas de drenaje, riego y gramado, en el que incluye, limpieza del drenaje interno de la cancha y el canal de la pista atlética, operación y limpieza de las conexiones mecánicas del riego; y para el gramado, prácticas como: el riego, fertilización, enmiendas, poda, control de malezas, plagas, puzonado, limpieza, y otras actividades que permitan el crecimiento vigoroso y uniforme del gramado.

El presupuesto se elaboró con base en la lista de precios de la secretaría de desarrollo y obras públicas de Sincelejo. El costo total directo de la obra será de un monto de \$ 384'760.384.28, discriminados de la siguiente manera: Acondicionamiento del terreno deportivo \$162'495.479.56, Drenaje \$123'442.030.80; riego \$44'275.787.58 y gramado \$54'547.086.38

## INTRODUCCIÓN

Es evidente que la cancha de fútbol del estadio “Arturo Cumplido Sierra” del municipio de Sincelejo, es uno de los escenarios deportivos de mayor importancia en el departamento de Sucre, ya que en éste se ejecutan todos los partidos de fútbol oficiales en sus diferentes categorías a nivel Regional y Nacional. Tal es el caso, del Torneo de Ascenso en la Categoría Primera B del fútbol colombiano, con gran acogida entre la afición Sincelejana.

El mal estado físico de la cancha de fútbol afecta a la sociedad en general, como a los clubes Municipales y Nacionales que realizan sus encuentros en dicho escenario; ya que estos, deben adaptarse al pésimo estado del terreno de juego, a la ausencia de grama y a la suspensión de partidos por causa de lluvia. Todo esto desfavorece a la juventud deportista que desea mostrar sus cualidades técnicas a los espectadores. Lo anterior se debe a que la cancha de fútbol, carece de un sistema de drenaje que permita la rápida y eficiente evacuación de los excesos de agua lluvia dando origen a encharcamientos y al deterioro del terreno, que se agrava con el pisoteo de los jugadores. Toda esta problemática impide que el departamento de Sucre y en especial Sincelejo, su capital, muestre un escenario digno en el que se pueda adelantar competencias y justas deportivas de alto rendimiento.

La población afectada está constituida por unos 40.000 niños, jóvenes y adultos de ambos sexos, cuyas edades oscilan entre los 5 y 30 años, los cuales pertenecen a todos los estratos sociales del municipio, que están pendientes de formarse o practican para competiciones de tipo recreativo y/o de alto rendimiento, de estos aproximadamente unos 31.376 beneficiarios son practicantes del deporte del fútbol (IMDER Sincelejo, 2001.).

Lo planteado anteriormente, motivaron a que el Instituto Municipal para el Deporte y la Recreación (IMDER Sincelejo) en convenio con la Universidad de Sucre, sean las entidades encargadas de apoyar el proyecto de grado, titulado: ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE DRENAJE, RIEGO Y GRAMADO DE LA CANCHA DE FÚTBOL DEL ESTADIO “ARTURO CUMPLIDO SIERRA” DEL MUNICIPIO DE SINCELEJO; dando solución al problema, y así obtener un escenario digno que sea reconocido en todo el país por parte de los diferentes clubes futbolísticos, dejando en alto el nombre de la ciudad de Sincelejo y en especial el del estadio “Arturo Cumplido Sierra”.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 GENERAL**

Diseñar el sistema de drenaje, riego y gramado de la cancha de Fútbol del Estadio “Arturo Cumplido Sierra” del municipio de Sincelejo, con el fin de garantizar en cada jornada la funcionalidad y el confort del terreno de juego.

### **1.2 ESPECIFICOS**

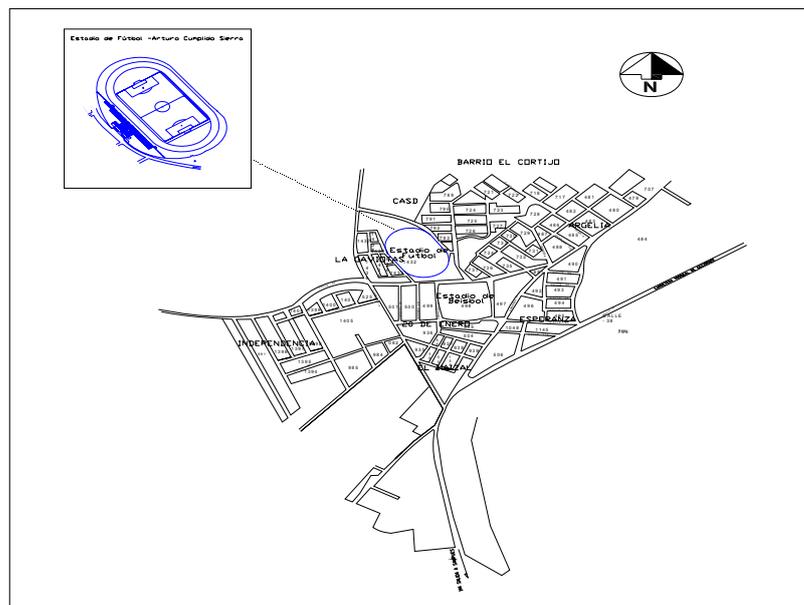
- ✓ Elaborar los planos del estadio (planialtimétrico), indispensable para el diseño de drenaje, riego y gramado.
- ✓ Determinar propiedades físicas e hidráulicas del suelo presente, a fin de comprobar si es apto o no como terreno deportivo.
- ✓ Diseñar un sistema de drenaje que garantice la evacuación rápida de los excesos de agua en la cancha de fútbol.
- ✓ Diseñar un sistema de riego que provea los requerimientos hídricos del gramado que cubrirá la cancha de fútbol.
- ✓ Seleccionar el tipo de grama que mejor se adapte al medio, brinde excelente cobertura, resistencia, seguridad y confort a los jugadores.
- ✓ Elaborar el manual de operación y mantenimiento para la conservación de los sistemas de drenaje, riego y gramado, prolongando su vida útil.
- ✓ Determinar los costos para la financiación de las obras diseñadas.

## 2. ESTADO DEL ARTE

### 2.1 GENERALIDADES SOBRE EL AREA DE ESTUDIO

**2.1.1 Localización.** El Estadio de Fútbol “Arturo Cumplido Sierra” se localiza geográficamente a  $9^{\circ} 16' 58''$  Latitud Norte y  $75^{\circ} 24' 49''$  Longitud Oeste respecto al Meridiano de Greenwich, la altura sobre el nivel del mar entre 200 – 210 m, con una superficie interna de 26.000 m<sup>2</sup> (Fig. 1).

Figura 1. Localización del estadio de fútbol “Arturo Cumplido Sierra” del municipio de Sincelejo.



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Sincelejo

**2.1.2 Características climáticas.** Esta zona se caracteriza por tener una precipitación media anual de 1202.43 mm, comprendida entre los meses de abril y principio de junio, y entre los meses de

agosto y mediados de noviembre. Presenta una temperatura promedio de 27.15°C, Humedad Relativa promedio de 80% y Velocidad del Viento promedio 2.95 m/s. Valores tomados de los registros climáticos de las estaciones meteorológicas 2502013 Sincelejo y 2502527 Universidad de Sucre (IDEAM, 1999).

**2.1.3 Fisiografía y Drenaje.** El relieve general es ligeramente inclinado con pendientes entre (4 y 6 %), excepto en la zona de deportes que es ligeramente plano producto de labores mecánicas de adecuación. El terreno de juego presenta problemas de drenaje interno y externo que son evidentes con cualquier lluvia (Fig. 2 a,b), a esta situación se le suma el aporte de agua que proviene de la zona tribuna y pista atlética, la cual es evacuada hacia el exterior a través de perforaciones en los muros de cerramiento.

Figura 2. Foto de las condiciones en las que queda la cancha del estadio “Arturo Cumplido Sierra” después de una lluvia.



a. Terreno Húmedo



b. Terreno Seco

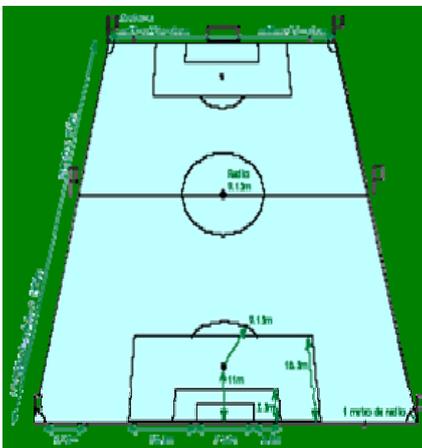
**2.1.4 Servicios Públicos e Infraestructura.** El Estadio “Arturo Cumplido Sierra”, cuenta con servicios de energía eléctrica, aseo, acueducto, alcantarillado, vías de acceso y cerramiento total en bloque 09. Posee una malla eslabonada que lo divide en dos zonas;

la primera, es la zona de deportes que cuenta con cancha de fútbol con medidas ajustadas al reglamento internacional, pista atlética y salto largo, y la segunda, es la zona de tribuna occidental con graderías en concreto con capacidad para 5.000 espectadores, cubierta metálica, camerinos y caseta de locución. Es de anotar, que el municipio tiene previsto inversiones futuras en dicho escenarios para la ampliación de graderías.

## 2.2 GENERALIDADES SOBRE CANCHAS DE FÚTBOL

La primera regla que establece la FIFA es el terreno de juego (Fig.3). En la actualidad, las Reglas de Juego no especifican absolutamente nada sobre la superficie de juego y queda al criterio de las Asociaciones y Ligas utilizar la superficie que deseen.

Figura 3. Cancha de fútbol para juegos internacionales.



Fuente: [www.FIFA.com](http://www.FIFA.com)

### UNIFICACION DE DIMENSIONES (FEDEFUTBOL)

- ✓ Dimensiones oro:  
Largo: 105 m  
Ancho: 68 m
- ✓ Dimensiones máximas:  
Largo: 110 m  
Ancho: 75 m

Fuente: [INDER Medellín \(2002\)](#)

Existen dos tipos de canchas, una de ellas es en arenilla de superficie descubierta, el cual recomienda un bombeo transversal de (0 – 0.5 %), y otra; con grama artificial o natural, el cual recomienda

un bombeo transversal de (0 – 1 %), dicho bombeo consiste en darle al terreno de juego una inclinación inapreciable para la visual tomada desde el centro de la cancha hacia las bandas laterales, con el fin de drenar superficialmente sin causar erosión (Documento INDER Medellín, 2001).

Las canchas en arenillas; estas poseen una buena distribución granular, cuya superficie debe ser humedecida después de haber sido utilizada con el fin de mantener su estabilidad, evitando que el viento la levante con facilidad cuando seca (Fig.4).

Figura 4. Foto: Cancha en arenilla.



Fuente: [www.elmeridianodesucre.com](http://www.elmeridianodesucre.com)

Las canchas con grama artificial; dispone de una serie de capas en proporciones adecuadas de piedra y arena mezclada con caucho, un sistema de drenaje, un sistema de riego que contribuirá a bajar la temperatura en el área de juego (zonas cálidas), un sistema de calefacción (zonas frías) ([www.fedefutbol.com/modules](http://www.fedefutbol.com/modules)). Estas canchas fueron avaladas el 28 de febrero de 2004, por la International Football Association Board (IFAB), entidad encargada de vigilar las Reglas de Juego del fútbol, medida que beneficia en particular a países con condiciones climáticas extremas, donde el calor, el frío (nieve), o la humedad excesiva dañan fácilmente el césped natural (Fig. 5) ([www.mexicoputtinggreens.com/futbol-soccer](http://www.mexicoputtinggreens.com/futbol-soccer)).

Figura 5. Foto: Cancha con grama artificial.



Fuente: [www.WorldStadiums.com](http://www.WorldStadiums.com)

Las canchas con grama natural; el terreno de juego deberá estar nivelado, que constará de un subsuelo permeable, una capa de suelo vegetal con suficiente porosidad para constituir el medio ideal para el desarrollo del sistema radicular del césped, resistente a cargas, el cual puede estar compuesta por arena pura, tierra vegetal, mezclas de arena-enmienda orgánica, arena-tierra, o en algunos casos por otros materiales, un sistema de drenaje y un sistema de riego eficiente que provea los requerimientos hídricos del gramado (Fig.6) ([www.aegreenkeepers.com/normativa\\_legislacion.aspx](http://www.aegreenkeepers.com/normativa_legislacion.aspx)). En regiones de clima frío deberá instalarse un sistema de calefacción subterránea debajo del terreno de juego para evitar que éste se congele cuando prevalezcan las condiciones invernales, ([www.todoarquitectura.com](http://www.todoarquitectura.com)).

Figura 6. Foto: Cancha con grama natural.



Fuente: Foto Metropolitano Barranquilla (Roberto Meléndez)

## 2.3 GENERALIDADES SOBRE DRENAJE

Grassi, C. (1981), el drenaje tiene como objetivo eliminar el exceso de agua del suelo, a fin de mantener las condiciones de aireación y la actividad biológica del mismo, indispensable para cumplir los procesos fisiológicos relativos al crecimiento radical. Así mismo, el drenaje tiene como objetivo la remoción de las sales del suelo y el mantenimiento de su balance salino.

Luthin, J. (1967), refiriéndose al drenaje superficial anota, que este se produce por la incapacidad del exceso de agua para moverse libremente sobre la superficie del terreno hasta un punto de salida en la misma superficie y al referirse al drenaje interno anota, que este se produce por la incapacidad de eliminar agua de exceso presente en el perfil del suelo hasta una salida subterránea satisfactoria.

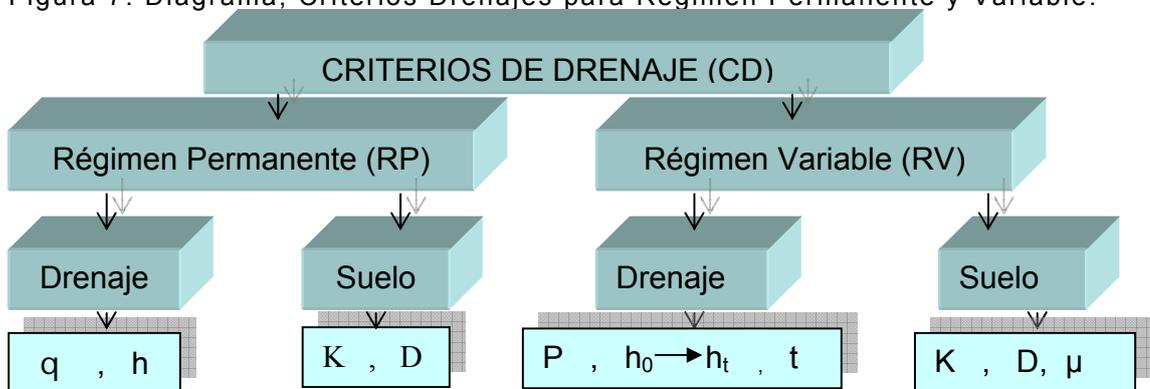
El drenaje en campos deportivos es empleado para mantenerlo libre de agua durante y después de una lluvia de gran cuantía evitando la suspensión del partido o el aumento en el tiempo de utilización del escenario (Manual Geodren PAVCO, 2000).

**2.3.1 Drenaje Interno o Subterráneo.** El drenaje interno, se fundamenta en la determinación del espaciamiento que permite el drenaje del subsuelo y en el dimensionamiento de la red a través de fórmulas y nomogramas que obedecen a dos clases de régimen; Permanente y Variable, que a su vez dependen de Normas de Drenaje (ND) y Criterios de Drenaje (CD), como: mínima profundidad permisible del nivel freático ( $p_{mnf}$ ) y la descarga ( $q$ ) o lluvia crítica ( $p$ ), el cual depende del cultivo y el tiempo permisible ( $t$ ) para

evacuar o estabilizar en una altura ( $h$ ) el agua gravitacional (ND).

Se debe considerar para el caso de Régimen Permanente (RP) datos del suelo como: conductividad hidráulica ( $K$ ) y profundidad de la capa impermeable (CI) o hidroapoyo. Para el caso de Régimen Variable (RV) se debe conocer adicionalmente el valor de la porosidad drenable ( $\mu$ ) (Fig. 7).

Figura 7. Diagrama, Criterios Drenajes para Régimen Permanente y Variable.

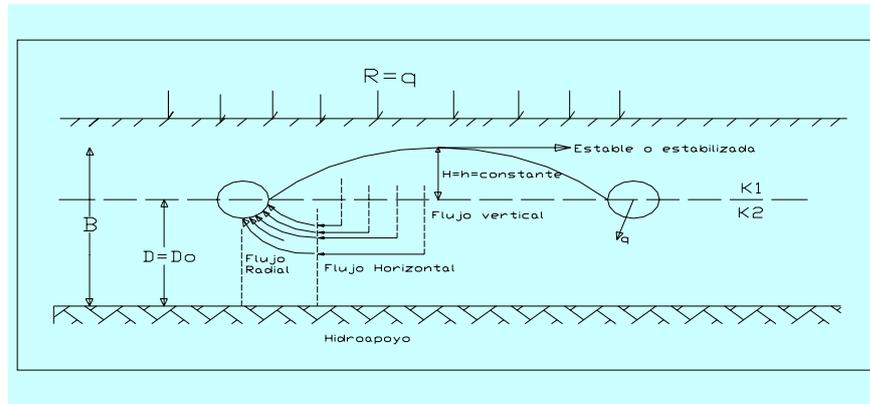


Fuente: ARIAS HERNANDEZ, Antonio. 1994

**2.3.1.1 Régimen permanente (RP).** Se deduce, basándose en la suposición de que la cantidad de agua que la alimenta “R” (Intensidad de recarga) es igual a la eliminada por los drenes “q” (caudal de descarga) y que consecuentemente la capa de agua permanece en la misma posición (estable), (Fig. 8).

La hipótesis anterior, es aplicada en zonas con régimen de lluvia constante durante un largo periodo de tiempo e intensidad baja lo que no permiten su aplicación a los casos de lluvias torrenciales, debido, a que las hipótesis establecidas están muy lejos de cumplirse, principalmente por falta de tiempo para alcanzar el equilibrio entre el agua aportada y la eliminada por los drenes (Pizarro, 1974).

Figura 8. Esquema del Régimen Permanente.



Fuente: ARIAS HERNÁNDEZ, Antonio.

Las ecuaciones más utilizadas para esta clase de régimen son las de Hooghoudt y la de Ernst:

Ecuación general

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Hooghoudt: } L^2 = \frac{8 K_2 d h}{q} + \frac{4 K_1 h^2}{q} \\ \text{Ernst: } h = \frac{R D v}{K_v} + \frac{R L^2}{8 \sum (K.) h} + \frac{R L}{\pi K r} L n a \frac{D r}{\mu} \end{array} \right.$$

Donde:

- L: Espaciamiento de drenes (m)
- K2: Conductividad hidráulica estrato debajo nivel de drenes (m/día)
- K1: Conductividad hidráulica de estrato encima nivel drenes (m/día)
- h: Carga hidráulica en punto medio de los drenes (m)
- D: distancia desde drenes a barrera (m)
- R: resistencia del medio poroso al flujo

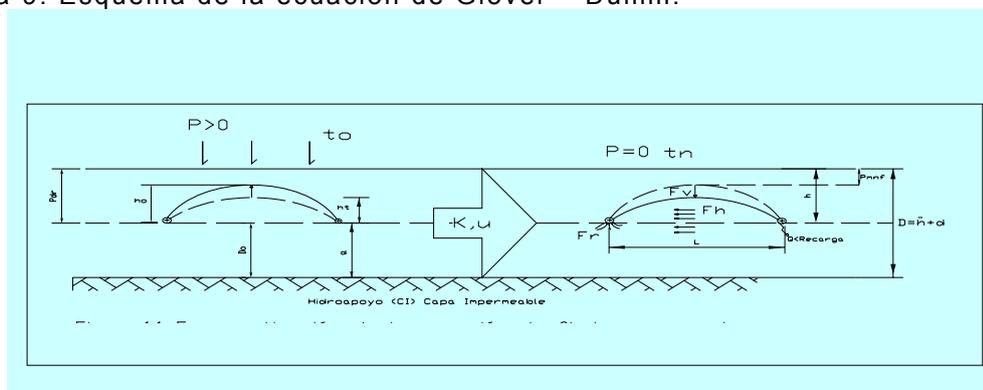
Su aplicación se resume de la siguiente manera:

Suelo:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Homogéneo: } \left\{ \begin{array}{l} \text{Drenes extremo superior, **no Hooghoudt**} \\ \text{Drenes en interfaces de estratos.} \end{array} \right. \\ \text{Heterogéneo: } \left\{ \begin{array}{l} \text{Drenes en estrato inferior: Si se aplica} \\ \text{Hooghoudt (no asegura su precisión)} \end{array} \right. \end{array} \right.$

**2.3.1.2 Régimen variable (RV).** Se basa en la suposición de que la cantidad de agua que la alimenta (lluvia crítica “p”) no es la misma eliminada por los drenes, debido a que la capa freática es fluctuante; tanto durante la carga como durante la descarga, hipótesis aplicable en zonas con lluvias torrenciales (intensidad alta y de corta duración). En este caso como consecuencia de la lluvia de diseño (p) la capa freática se eleva súbitamente hasta una profundidad  $h_0$ , que puede alcanzar la zona radicular, e incluso la superficie del terreno, lo que hace necesario descenderla a una profundidad tal ( $h_t$ ) que permita la aireación en la zona radicular del cultivo en un período de tiempo (t) acorde a las normas de drenaje. Las ecuaciones más utilizadas para este régimen son las de **Glover-Dumm** y Krainkehoff Van der Leur Mansland (carga continúa con percolación constante, duración de la lluvia  $\gg 6$  horas) destacándose las que se describe a continuación:

- ✓ **Fórmula de Glover – Dumm.** Se aplica cuando la carga es instantánea, es decir, cuando la lluvia tiene una duración menor o igual a 6 horas, además considera que la altura  $h_0$ , es alcanzada al finalizar la lluvia ( $t_0$ ) y un tiempo después ( $t_n$ ) esta empieza su descenso hasta una profundidad ( $h_t$ ) satisfactoria (Fig. 9).

Figura 9. Esquema de la ecuación de Glover – Dumm.



Fuente: ARIAS HERNÁNDEZ, Antonio.

La ecuación puede emplearse en suelos homogéneos y estratificados, ya sea para calcular:

✓ El espaciamiento: 
$$L^2 = \frac{\pi^2 K d \cdot t}{\mu L n (1.16 h_0 / h_t)}, \text{ (m}^2\text{)}$$

✓ La posición de la capa freática en un tiempo después de finalizada la lluvia.

$$h_t = 1.16 h_0 \sum_{n=1-3\dots}^{i=\infty} \frac{1}{n} e^{-(n^2 t / j)} \quad \text{Donde } h_0 = \frac{P}{\mu}$$

✓ El tiempo que demora los drenes en evacuar el perfil del suelo desde una altura  $h_0$  inicial hasta una altura  $h_t$  final.

$$t = j L n 1.16 \frac{h_0}{h_t} \quad \text{Donde } j = \frac{\mu L^2}{\pi^2 K \cdot D}$$

Donde:

L= Espaciamiento o separación entre drenes en m.

P= Lluvia crítica de diseño (aquella que es igualada o superada 5 veces en el año) en m.

$h_0$ = Altura máxima alcanzada por la capa freática al finalizar la lluvia en m.

$h_t$ = Posición final de la capa freática un tiempo después de finalizada la lluvia, no debe ser mayor a la permitida por las Normas de Drenaje en m.

t = Tiempo de evacuación del perfil del suelo después de finalizada la lluvia en días.

$\mu$  = Porosidad drenable en % o en fracción.

K = Conductividad hidráulica o permeabilidad en m/día.

D = Espesor de máxima resistencia al flujo del agua hacia los drenes en m.

j = Coeficiente de almacenamiento en día.

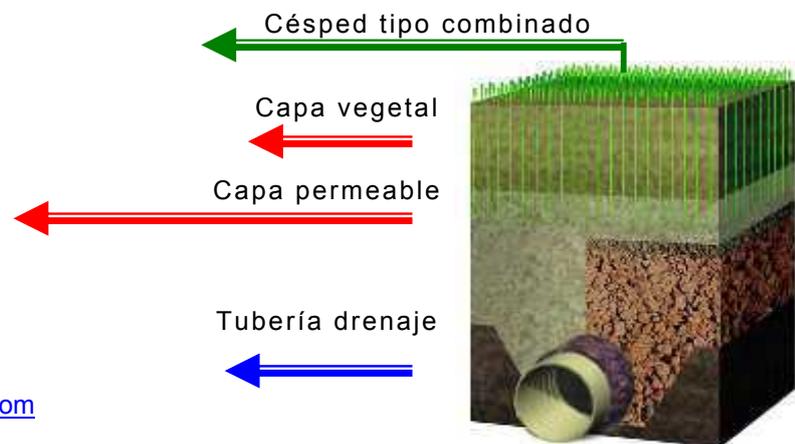
n =  $-1^{(N-1)}$ . (2N-1), serie.

Nota: Para suelos estratificados el problema se reduce al cálculo de "j" en función del estrato en que se encuentre el nivel freático para luego aplicar la ecuación

como si se tratase de un suelo homogéneo.

**2.3.2 Método y tipo de sistemas de drenajes para campos deportivos.** El método de drenaje empleado en campos deportivos especialmente en canchas de fútbol, es el subterráneo porque permite el aprovechamiento de toda el área de juego, la red estructural yace por debajo de la superficie del terreno sin afectar las actividades deportivas ni la integridad física de los jugadores (Fig. 10).

Figura 10. Esquema de drenaje subterráneo en campos deportivo.



Fuente: [www.rainbird.com](http://www.rainbird.com)

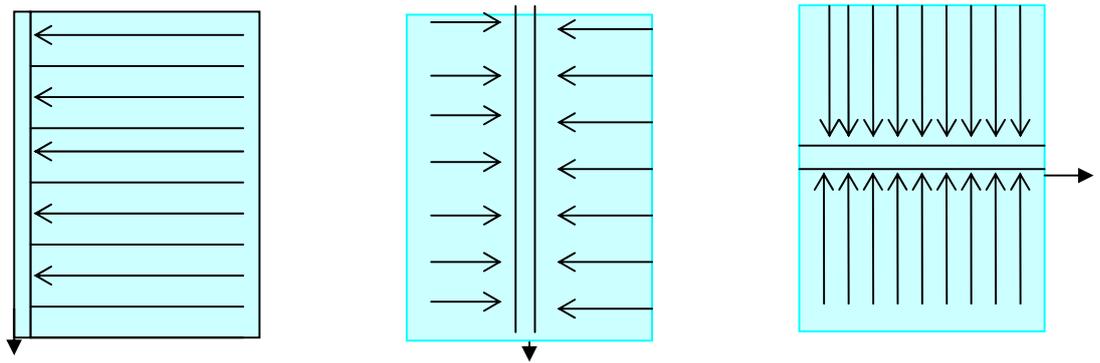
El sistema de drenaje utilizado en estos escenarios, es el compuesto, que consiste en una serie de líneas laterales de tubos perforados que descargan el agua captada en una línea de tubos colectores, que a su vez descargan en una tubería principal y esta conduce el agua hacia una salida satisfactoria. Los elementos que hacen parte de la red de drenaje compuesto son: laterales, colectores y principal que trabajan en conjunto con una serie de estructuras auxiliares como cámaras de inspección, manjoles y salidas (LUTHIN, James N., 1972).

La disposición de los tubos de un sistema compuesto depende de la topografía del terreno y de la conexión de los laterales con el colector, las cuales pueden ser de

los siguientes tipos:

**2.3.2.1 Tipo paralelo o rejilla.** Los laterales son dispuestos perpendicularmente al colector (Fig. 11).

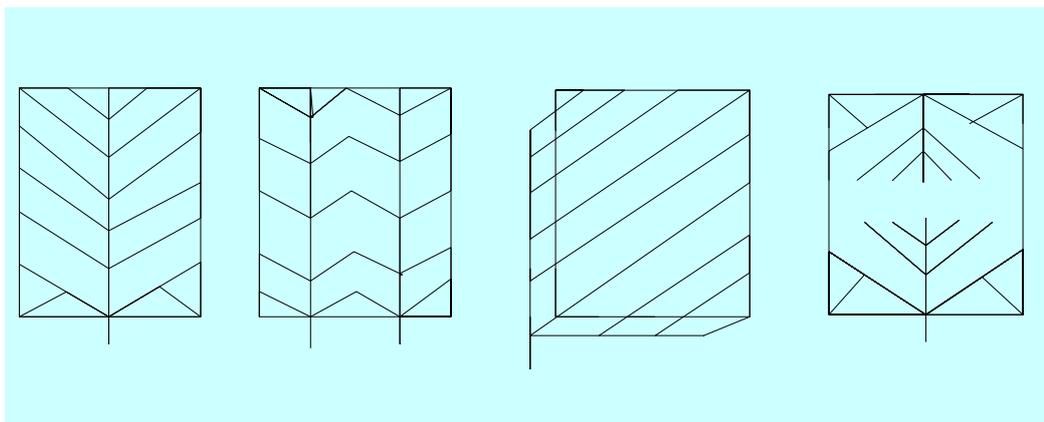
Figura 11. Drenaje tipo paralelo o rejilla.



Fuente: ARIAS HERNÁNDEZ, Antonio.

**2.3.2.2 Tipo espina de pescado.** Es uno de los más utilizados, cuya disposición de los drenes laterales, forman ángulos agudos con el dren colector principal (Fig. 12).

Figura 12. Drenaje tipo espina de pescado.



Fuente: Documento INDER Medellín. 2001

## 2.4 GENERALIDADES SOBRE GRAMA O CÉSPED NATURAL

Bornas, G. (1956), el césped o gramado es un conjunto de especies que por diferente desarrollo y sus características y más o menos adecuadas a las del suelo y clima, se complementan logrando la formación de un tapiz verde de carácter uniforme.

Se denomina césped, a las especies herbáceas conformadas generalmente por la familia de las gramíneas y que son capaces de reunir tres características fundamentales como son: soportar las siegas sistemáticas y frecuentes, resistir el pisoteo y arrancamiento, ser capaces de formar un tapiz verde continuo, compacto y uniforme. La importancia del césped en los estadios deportivos es inmensa si tenemos en cuenta que repercute en el desarrollo del espectáculo, y permite la actividad deportiva, influyendo enormemente en las tácticas y sistemas de juegos marcado por los entrenadores y cuerpo técnico de los clubes. Mediante la elección de especies y variedades se puede conseguir un campo lento o rápido, teniendo en cuenta la altura de la siega y la compactación, se pueden estudiar partidos altamente técnicos o de mayor resistencia. También el césped supone la mejor forma de evitar lesiones. El éxito de la conservación de un césped va depender esencialmente de su alimentación y sanidad, y es por ello que se conozca de las operaciones de mantenimiento como: siega, riego tratamientos fitosanitarios, aireado, resiembras y fertilización ([www.cade.es](http://www.cade.es), 2002)

Monje Jiménez, Rafael (2004), señala que a la hora de establecer un césped natural, éste generará no sólo una utilidad estética, recreativa y deportiva, y antierosiva, sino también, un gran número de acciones, todas ellas de algún modo positivas para el medio ambiente. Las partículas de polvo en suspensión se adhieren a la superficie de las hojas de los céspedes, llegando a reducir su presencia de tres a seis veces más que el cristal. Un Km<sup>2</sup> de césped absorbe

unos 120 Kg. de Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) cada día. Una hectárea de césped puede liberar más de 5 000 m<sup>3</sup> de oxígeno en un año. El césped suele dar origen a una gran cantidad de materia orgánica y microorganismos mejorando el suelo significativamente donde esté establecido. La reducción de ruidos que una superficie de césped proporciona es manifiesta, pudiendo establecerse en muchos lugares, como en las autopistas, donde proporciona el doble de reducción que se consigue con un revestimiento de piedra, generando una fuente de beneficios a las personas, fuente que genera belleza, calidad de vida, salud mental, y el deseo de practicar los deportes ([www.monje@canal21.com](http://www.monje@canal21.com), 2002).

Para establecer un césped, se debe seleccionar una mezcla de especies compatibles con el fin de proporcionar resistencia a enfermedades, tolerancia al corte, al uso fuerte y continuo y controlar la pérdida de suelo. Además, debe brindársele las mejores condiciones edafoclimáticas que permitan el anclaje de las raíces al suelo y el almacenamiento de agua a consumir por la evapotranspiración (Bornas, op.citp. 1956).

La grama exige cuidados especiales para conservar su color y su vegetación durante todo el año, ya que si se abandonan o se cuidan erróneamente, aparecen calvas, manchas y zonas amarillas que destruyen absolutamente su valor decorativo, que lleva incluso a desaparecer causando una impresión desagradable (Bornas, 1956).

**2.4.1 Especies de pastos utilizados como grama en campos deportivos.** La utilización de una especie de grama en un campo deportivo, va a depender principalmente de la adaptabilidad en el medio (clima), las exigencias físicas a la que va estar sometido y características edáficas del sitio ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)). Existe una diversidad de especies que varía de acuerdo a las condiciones

climáticas ([www.lowes.com](http://www.lowes.com)), en las que se destacan las siguientes:

- ✓ **Especies para clima medio y cálido.** Aquellas que se adaptan bien entre 0 y 1800 m.s.n.m. Estas especies cespitosas se caracterizan por soportar extraordinariamente las condiciones de aridez, llegando a tolerar la salinidad, lo que las hace idóneas para utilizarlas en las zonas costeras, entre estas tenemos:
  - **Pasto Bermuda** (*Cynodon dactylon*). Se reproduce vegetativamente por medio de estolones. Su sistema radicular es fuerte. Especie extremadamente rústica y agresiva, siendo capaz de colonizar cualquier tipo de suelo. Es resistente a la sequía pero no soporta bien las heladas, prefiere el calor excesivo. Prospera en terrenos pobres y arenosos.
  - **Hierba Bahía** (*Paspalum notatum*). Especie rizomatosa de textura grosera. Se adapta especialmente a climas cálidos y húmedos. Soporta todo tipo de suelos. Sus necesidades de riego y fertilización son muy bajas.
  - **Kikuyu** (*Pennisetum clandestinum*). Se reproduce vegetativamente por medio de rizomas y estolones. Especie muy agresiva. Forma un césped denso y tupido. Puede cultivarse en las zonas costeras.
  - **Zoysia japónica** (*Zoysia sp.*). Césped de zonas templadas que se instala con lentitud, pero cuando lo hace mediante estolones es de forma definitiva. Compite con las malas hierbas al colonizar completamente el terreno.
- ✓ **Especies para clima frío.** Aquellas que se adaptan bien de 1800 m.s.n.m en adelante, entre estas se destacan las siguientes:
  - **Pasto Azul** (*Poa pratensis*)

- Raigrases (*Lolium sp*)
- Festucas (*Festuca spp*)
- Agrostis (Bentagras) (*Agrostis stolonifera*)
- Pasto Azul anual (*Poa annua*)
- Triguillo (*Agropyron smithis*)
- Timothy (*Phleum pratense*)
- Pasto Buffalo (*Buchloc dactyloides*)
- Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*)

**2.4.2 Sistema de siembra para césped.** Hessayon, (1986), reporta tres formas de siembra de gramíneas para obtener un buen césped, las cuales son:

- ✓ **Por estolones.** Estos se obtienen desmenuzando un cespedón, se siembran en estolones a lo largo del surco, a distancias de 20cm entre sí, que luego se tapan. Con esta técnica llamada sistema inglés, se obtiene un tapizado rápido y uniforme sobre todo, si se siembra los estolones pregerminados, lo que se logra dejando en remojo durante 48 horas (Fig. 13).

Figura 13. Sistema de siembra por estolones.



Fuente: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)

- ✓ **Por colocación de tepes.** Hessayon, (1986), los tepes son porciones de césped obtenidos en sustratos especiales con lo que se logra un fácil desprendimiento y menos peso para un transporte. Estos tepes de acuerdo a las dimensiones que ofrecen los proveedores, se van colocando sobre el suelo ya preparado. La ventaja que tiene este sistema es que se obtiene un césped acabado y utilizable inmediatamente, mientras que se agarre en el terreno (Fig.14).

Figura 14. Sistema de siembra por tepes.



Fuente: [www.infojardin.com/cesped/tepes\\_como\\_plantarlos.htm](http://www.infojardin.com/cesped/tepes_como_plantarlos.htm)

- ✓ **Por semilla.** El césped se obtiene mediante la siembra por semilla sexual, las cuales se consiguen en especies individuales o en mezcla. La densidad de siembra depende de la especie y variedad de las semillas que fluctúan entre 30 – 150 gr por metro cuadrado. Se debe garantizar las condiciones de humedad adecuada en los primeros centímetros del suelo, ya que la profundidad de siembra oscila entre 0.5 y 1.0 cm (Fig. 15).

Hessayon, (1986), afirma que entre los 7 y 21 días deben aparecer las plántulas, cuando la grama alcance altura de cinco a ocho centímetros es conveniente pasarle un rodillo no muy pesado a fin de afirmar el suelo y estimular las plántulas a formar nuevos brotes.

Figura 15. Foto: Presentación semillas sexual.



Fuente: Semillas la Pradera. 2001

## 2.5 GENERALIDADES SOBRE RIEGO

Las canchas de fútbol en arenilla, con césped natural o artificial, requieren de un sistema de riego, es así, que cada una de ellas lo implementará para tal fin: las de arenilla (para mantener su superficie y evitar que levante el polvo), la artificial (evitar que se caliente la fibra sintética) y la natural (proporcionar los requerimientos hídricos del gramado en época de sequía con el objeto de mantener su estado vegetativo y el color verde que lo caracteriza).

**2.5.1 Sistema de Riego por Aspersión.** El sistema más empleado como riego complementario o suplementario en escenarios deportivos, en especial en canchas de fútbol es por aspersión (Splinker Irrigation Association, 1969). Con este método el agua se aplica al suelo en forma de lluvia a través de aspersores, dotada de presión y un mecanismo de tubería cuya complejidad depende de la dimensión y disposición del área a regar (Fig.16 a, b) (Ángel Álvarez, 2003).

Figura 16. Foto: Riego en cancha de fútbol.



(a) Riego: Atanasio Girardot (M/Ilín)



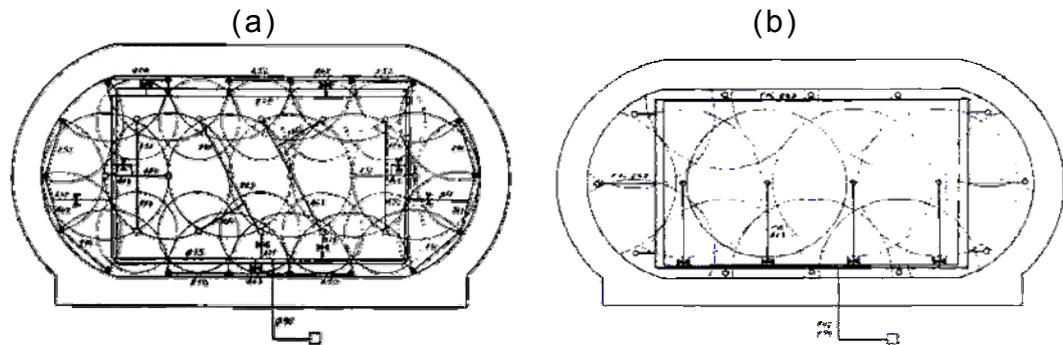
(b) Riego: Romelio Martínez (Bquilla)

En opinión de Barrera (1986), el uso del riego es una alternativa que proporciona el agua necesaria para los cultivos, cuando el contenido de humedad del suelo es bajo.

El diseño en general, comprende la interpretación de datos que van a mejorar en una forma eficiente el sistema de riego, como: estudios topográficos, tipo de cultivo, propiedades del suelo, disponibilidad y calidad del agua, y condiciones climáticas. Para efecto del dimensionamiento, existen una serie de fórmulas y nomogramas que permiten calcular la fricción en las tuberías, ella varía con el diámetro, la capacidad, longitud, viscosidad y los accesorios existentes en la red (Ángel Álvarez, 2003).

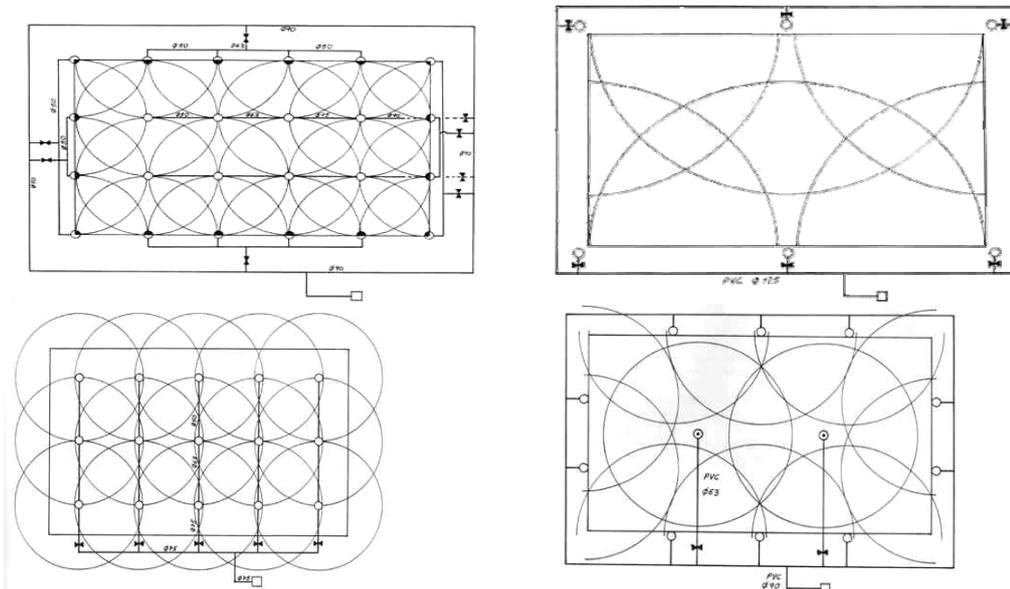
Para este tipo de instalaciones es fundamental que se tenga en cuenta la disposición de los elementos en la cancha, ya sea, de forma ovoide o rectangular, en la que garantice plenamente la seguridad de los jugadores y un mantenimiento fácil y económico (Fig.17 y Fig. 18) ([www.elriego.com](http://www.elriego.com)).

Figura 17. Disposición geométrica de red de riego en canchas de fútbol ovoide.



Fuente: [www.elriego.com](http://www.elriego.com)

Figura 18. Disposición geométrica de red de riego en canchas de fútbol rectangular.



Fuente: [www.elriego.com](http://www.elriego.com)

**2.5.2 Unidades que Componen el Sistema de Riego por Aspersión.** Está compuesto de tuberías principales (normalmente enterradas), tomas de agua (válvulas o hidrantes) para la conexión de tuberías secundarias, ramales de aspersión (laterales o alas de riego), aspersores y un sistema de bombeo. Los elementos en el campo pueden ser fijos, semifijos o móviles (Ángel Álvarez, 2003).

- ✓ Sistema fijo: Permite una cobertura total, con tuberías permanentes enterradas. Los aspersores pueden llenar todo el campo, los más utilizados en este sistema son los llamados emergentes (POP UP) que se elevan cuando riega (Fig. 19).

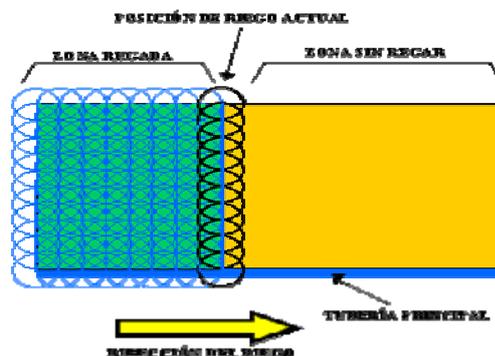
Figura 19. Foto: Aspersor emergente.



Fuente: [www.riegos.cl/aspersion.html](http://www.riegos.cl/aspersion.html)

- ✓ Sistema semifijo: En este sistema son fijos el grupo de bombeo y la red de tuberías principales, que normalmente se encuentran enterradas. De ella derivan los hidrantes en donde se conectan los ramales de distribución (fijos o móviles) a los que se conectan los ramales de riego, que son móviles. Estos ramales móviles deben ser fácilmente transportables por lo que suelen ser de materiales ligeros, bien sea mangueras o aluminio (Fig. 20).

Figura 20. Esquema, Riego por aspersion semifijo.



Fuente: [www.ausma.uncoma.edu.com](http://www.ausma.uncoma.edu.com)

### 3. METODOLOGIA

Para la elaboración de este proyecto, y lograr los objetivos propuestos, fue necesario realizar visitas técnicas a ciudades con estadios de fútbol que poseen instalaciones de drenaje, riego y gramado, ya que no existe información sobre la temática en nuestra zona. Las visitas se hicieron en los estadios: Romelio Martínez y Roberto Meléndez (Barranquilla), Jaime Morón (Cartagena), Armando Maestre Pavajeau (Valledupar), Eduardo Santos (Santa Marta) y Atanasio Girardot (Medellín), donde se obtuvo información técnica sobre canchas de fútbol (ANEXO I).

Para efecto de diseño se elaboraron los planos del estadio de fútbol "Arturo Cumplido Sierra"; uno de ellos es el planimétrico, en la que se empleó el método de la poligonal cerrada amarrada a una poligonal abierta en la que muestra la planta física; y el altimétrico, con el método de las cuadrículas trazadas en el terreno (10\*10) m estableciéndose cotas redondas cada 25 cm, la nivelación se hizo empleando el método del perfil de las líneas de cuadrículas planteado por el Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU,(1978), determinándose la línea base de diseño con respecto a la pista atlética (lado occidental), formando un bombeo a dos aguas de 0.5 % respecto al eje longitudinal de la cancha. Se calculó el volumen de suelo a cortar usando el método de los cuatro puntos planteado por Hernández E., (1978).

Se hicieron los ensayos de campo y laboratorio del suelo presente (TABLA 1), con el fin de determinar sus propiedades como terreno

deportivo. Para ello, se construyeron cuatro apiques con dimensiones de (0.50\*0.50\*0.80) m, describiéndose su perfil estratigráfico (ANEXO II); dos pozos de observación de 2.10 m de profundidad con el objeto de determinar la existencia, profundidad y fluctuación del nivel freático empleando el método del pozo barrenado, los cuales fueron leídos con una periodicidad semanal y/o después de presentarse una lluvia (ARIAS HERNANDEZ, 1990). Además, se obtuvo la tasa de infiltración básica del suelo presente por medio de los anillos Infiltrómetros y la ecuación de Kostiakov.

Tabla 1. Ensayos de laboratorio.

PROPIEDAD	MÉTODO
<b>ENSAYOS FÍSICO EDÁFICOS Y MECÁNICOS</b>	
Textura	Bouyucus (Hidrómetro)
Granulometría	Mecánica e hidrométrica
Clasificación de suelo según	AASHTO-USCS
Densidad aparente (Da)	Terrón parafinado
Densidad real (Dr)	Picnómetro
Contenido de humedad natural del suelo	Gravimétrico
Porosidad total	$P = (1-Da/Dr) \times 100$
Relación de Vacío (e)	$n/(1-n)$
Capacidad de campo (CC)	Gravimétrico
Porosidad drenable	Pizarro y Ecuación general
Infiltración	Anillos infiltrómetros
Permeabilidad	Cabeza constante y variable
Gravedad específica	Bomba de vacío
Límite líquido y plástico*	Atterberg
<b>ENSAYOS QUÍMICOS</b>	
pH	Electrométrico, relación 1:1 en volumen
Materia orgánica	Walkley – Black
CIC	Acetato de amonio normal y neutro
Ca y Mg	Complexométrico
Na y K	Bray II modificado por medio del fotocolorímetro

Fuente: Metodología planteada por el IGAC y el Manual de Laboratorio de Ingeniería Civil.

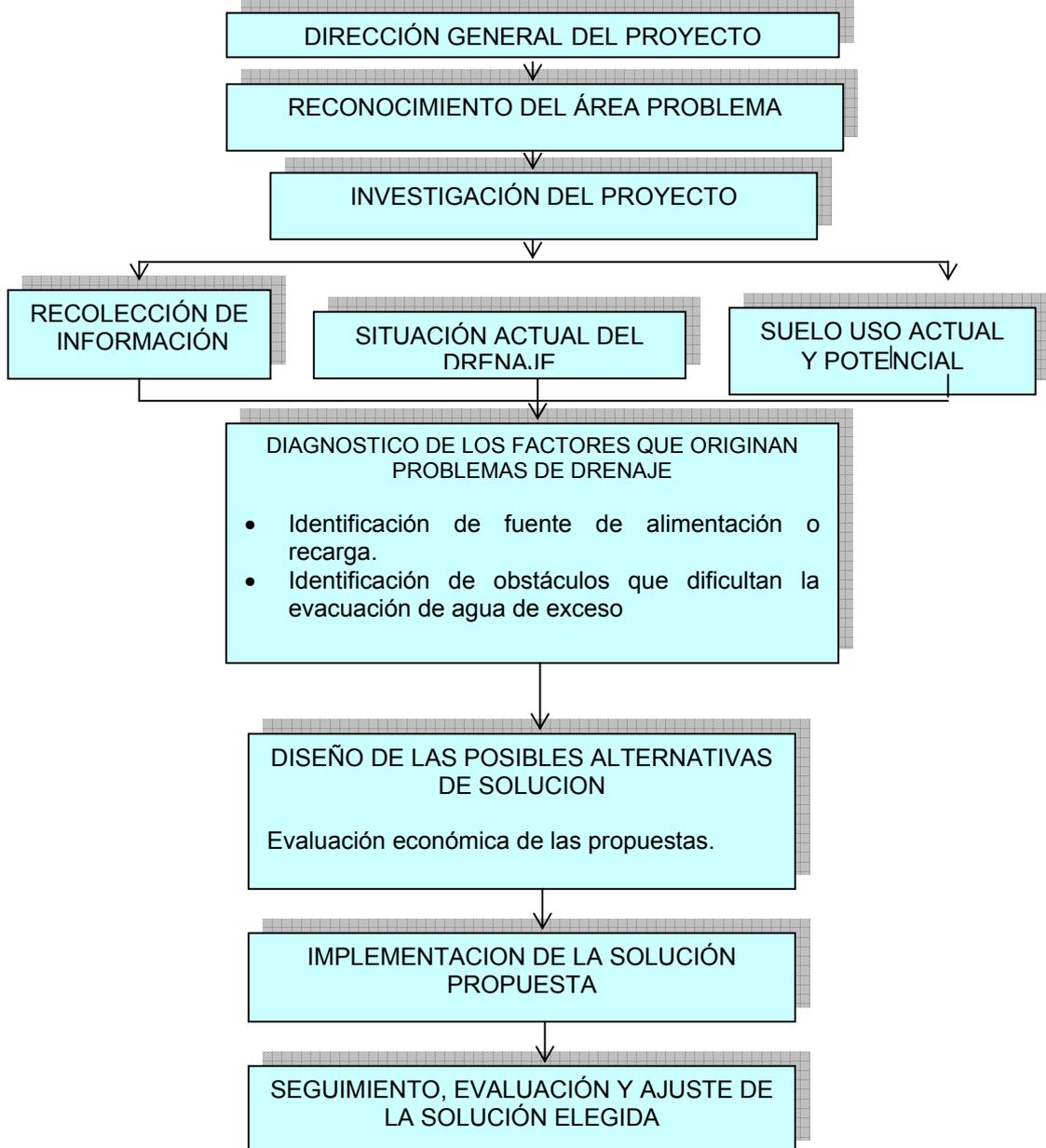
Con los resultados obtenidos se verificó si el suelo presente es adecuado o no como terreno deportivo, cuyo criterio cumpliera con las normas y especificaciones técnicas establecidas por la Federación, el concepto se fundamentó sobre la primera capa (suelo vegetal), que dice: la primera capa (suelo vegetal) debe tener la capacidad de absorber durante 90 minutos, 10.6 mm de lluvia caída y evacuarla durante 15 minutos, lo que equivale a 1.07 m/días o 120 lt/seg/ha (Documento INDER Medellín, 2001) y la Norma Internacional Europea UNE 41959 IN “Construcción de superficies deportivas de hierba natural para campos de fútbol” ([www.csd.mec.es/csd/instalaciones/3normasespecTec/1normasNIDE/03Nide2/nide-2-normas-reglamentarias-campos-grandes/01FUT,2002](http://www.csd.mec.es/csd/instalaciones/3normasespecTec/1normasNIDE/03Nide2/nide-2-normas-reglamentarias-campos-grandes/01FUT,2002))

De igual forma, se realizaron ensayos de laboratorio del suelo nuevo que servirá como terreno deportivo (TABLA 1), a través de muestras que fueron obtenidas de diferentes canteras del departamento Sucre como: 20 de julio y Medio Mundo en Galeras, Flecha sabanas vía a San Benito Abad, Sabanas de Cali en Corozal, Manizales en La Arena, La Mina en el kilómetro 5 vía Sampués, Arroyo el Púlpito en Los Palmitos, Arroyo Chinulito en Chinulito y Arroyo Aguacate en San Onofre, ver fotos (ANEXO III). El material seleccionado que conformará el nuevo perfil del terreno deportivo será el que permita el establecimiento del gramado en su primera capa (suelo vegetal) con ayuda de un plan de fertilización que garantice la nutrición del gramado (Fried - Broesshart, 1967 y Guerrero,1979); y un subsuelo permeable, que garantice la protección del suelo vegetal y el movimiento del agua hacia los drenes, para ello, se tuvo en cuenta el principio de diseño de un filtro natural por Terzaghi-Casagrande, Cors of Engineer, y el Ministerio de Obras Publicas y Transporte (MOPT).

### 3.1 DISEÑO DE DRENAJE

Para llevar a cabo el diseño de drenaje se tuvo en cuenta las etapas del diagrama planteado por González C (1990), (Fig. 21).

Figura 21. Etapas de un Estudio de Drenaje (González C, 1990).



Fuente: ARIAS HERNANDEZ. 1994

En efecto, para el cálculo del drenaje interno, se hizo un diseño hidrológico y un diseño hidráulico, estimándose la cuantía y caudales de agua que el sistema controlará, así:

- ✓ Diseño hidrológico. Se fundamentó en los criterios (CD) y normas de drenaje (ND); con el primero, se analizó la recarga teniendo en cuenta las características de la lluvia, como; cuantía, duración e intensidad en la zona, que define el régimen o modelo matemático para el diseño (Ecuación de Glover Dumm). La cuantía se determinó con el Análisis de Frecuencia de las distintas precipitaciones diarias, seleccionando la lluvia crítica aquella que es igualada o superada cinco veces en el año, ordenándose los valores de las frecuencias de lluvia para datos mayores a 10 años con fines de drenaje, este valor se comparó con el efecto acumulado de las precipitaciones de 2, 3, 4 y 5 días consecutivos que dieran lugar a elevaciones de la capa freática superiores a la considerada como crítica, Pizarro (1974). El valor de la duración de la lluvia crítica se obtuvo del análisis de las curvas de intensidad de la estación Universidad de Sucre por Castillo y Lara et al., (2001). La norma de drenaje (ND), se determinó teniendo en cuenta que el agua de exceso almacenada en el perfil del terreno deportivo, se evacue en un tiempo no mayor a la jornada de juego, establecida por la Federación Colombiana de Fútbol (FEDEFUTBOL). Obtenido el Criterio y la Norma de Drenaje, se procedió a determinar la profundidad y el espaciamiento de los drenes, como sigue:
  - Profundidad de los drenes laterales (Pdr). Su cálculo se hizo en función de la Norma de Drenaje (ND), la estratigrafía, la profundidad del hidroapoyo y la topografía (niveles de carga y descarga).

- Espaciamiento entre los drenes laterales (L). Se calculó con base en el tiempo de evacuación del perfil del terreno deportivo, seleccionando el espaciamiento entre drenes que permite la evacuación desde una altura inicial ( $h_0$ ) hasta una altura final ( $h_t$ ) en el tiempo establecido por la Norma de Drenaje empleando la ecuación de GLOVER DUMM para suelos estratificados, como sigue:

Inicialmente se calculó la posición inicial de la capa freática ( $h_0$ ), así:

$$h_0 = \Delta h + h_t$$

Donde:

$$\Delta h = e_1 + \frac{p - Lalm(e_1)}{\mu_2} \frac{1}{1000}; Lalm(e_1) = (e_1 * \mu_1) * 1000$$

$$h_t = Pdr - \Delta h$$

$Pdr$  = Profundidad de los drenes

$\Delta h$  = Profundidad de almacenamiento de lluvia crítica, en m.

$Lalm(e_1)$  = Lámina de agua que almacena el suelo vegetal, en mm.

$h_t$  = Posición final de la capa freática al evacuarse la lluvia crítica P.

Una vez obtenida la máxima altura freática ocasionada por la lluvia crítica en el nuevo perfil del terreno deportivo, se calculó el tiempo de evacuación de la lámina almacenada en función del espaciamiento (L), seleccionando aquel que permita la evacuación del perfil en el tiempo establecido por la Norma de Drenaje, a partir de la siguiente expresión:

$$t = j \ln 1.16 \frac{h_0}{h_t} \quad ; \quad \text{Donde} \quad j = \frac{\mu_1 L^2}{\pi^2 \sum K.D}$$

$$\sum K.D = K_1 D_1 + K_2 D_2; \quad D_1 = \frac{h_0 - h_t}{2}$$

- ✓ Diseño hidráulico. Obtenido el espaciamiento y la profundidad de los drenes,

se dio inicio al diseño de la distribución geométrica de la red del drenaje interno, empleando el sistema compuesto tipo rejilla, conformado por laterales paralelos al eje longitudinal de la cancha.

- La ecuación para el cálculo del caudal de los laterales ( $Ql$ ), es la siguiente:

$$Ql = \frac{2\pi \sum K \cdot D}{L} h_0 l \times \frac{1}{86400}; \text{ en } \left( \frac{M^3}{S} \right)$$

Donde:

$L$  = espaciamiento entre drenes en m

$l$  = longitud del lateral drenaje en m

Obtenido el valor del caudal que evacuará cada lateral de drenaje, se determinó el caudal que recibirá el colector, teniendo en cuenta que éste recibirá el 50% del agua aportada por la cancha a través de los laterales, así:

- El caudal captado por el colector ( $Qc$ ), es:

$$Qc = Ql * (50\% \text{ de los laterales en la cancha}); \text{ en M3/s.}$$

Para evacuar el exceso de agua en los segmentos circulares, se diseñó un dren interceptor, que captará el agua subsuperficial y superficial de la misma, a través de la expresión:

$$Qli = Qi + Ql / 2; \quad Qi = \frac{C * Es * A}{3600 * D}$$

Donde:

$Qli$  = Caudal del lateral interceptor M3/s.

$Qli$  = Caudal interceptado en segmento circular M3/s.

$Es = P - (\mu_1 * e_1 + \mu_2 * e_2)$ , es la escorrentía superficial del segmento Circular.

- Así mismo, se diseñó el colector interceptor; esta tubería recibirá al agua captada por el lateral interceptor, el colector y

la pista atlética, a través de la expresión:

$$Q_{ci} = Q_{li} + Q_c + Q_{p1} + Q_i$$

Donde:

$Q_{ci}$  = caudal del colector interceptor en M3/s.

$Q_{p1}$  = caudal captado por la pista atlética en su primer tramo.

La tubería principal de drenaje, se calculó con base en el caudal total captado por el ovoide y la pista atlética, que lo conducirá hasta una salida satisfactoria, así:

$$Q_{pr} = 2(Q_{ci} + Q_{p2})$$

Donde:

$Q_{pr}$  = caudal del principal en M3/s.

$Q_{p2}$  = caudal captado por la pista atlética en su segundo tramo en M3/s.

- Para calcular el diámetro de las tuberías de drenaje, se emplearon las ecuaciones de Wesseling (1978), en función de la pendiente (S), seleccionando el diámetro comercial inmediatamente superior al calculado.

La Tabla 2, muestra las ecuaciones empleadas en cada dren, así:

Tabla 2. Ecuaciones empleadas para el cálculo del diámetro (D) de tuberías de drenaje.

DREN	CLASE TUBERÍA	EC. DIAMETRO
Lateral	PAVCO Perforada	$Dl = 0,2557 Ql^{0,375} * Sl^{-0,187}$
Colector	NOVAFORT Lisa	$Dc = 0,1913 Qc^{0,368} * Sc^{-0,211}$
Lateral interceptor	PAVCO Perforada	$Dli = 0,2557 Qli^{0,375} * Sli^{-0,187}$
Colector interceptor	PAVCO Perforada	$Dci = 0,2557 Qci^{0,375} * Sci^{-0,187}$
Principal	NOVAFORT Lisa	$Dpr = 0,1913 Qpr^{0,368} * Spr^{-0,211}$

Nota: para evitar la reducción de la capacidad de la tubería, se corrigió el diámetro calculado aplicando la siguiente expresión:

$D' = D \sqrt{1/e}$ ; donde, D' y D es el diámetro corregido y el calculado respectivamente, en m. e = coeficiente de eficiencia (e=0,75 para  $\Phi$  grande) y (e=0,60 para  $\Phi$  chico).

✓ Drenaje superficial de la pista atlética. El diseño se hizo aplicando la ecuación de Darcy-Weisbach para cálculo del flujo por unidad de ancho de la pista atlética y la ecuación de Manning que determina el tirante y la sección del canal que evacuará el agua de exceso de la pista atlética (Ven Te Chaw, 1990), como sigue:

- Se determinó el caudal superficial por unidad de ancho ( $q_0$ ) de la pista atlética (Ec. continuidad), como sigue:

$$q_0 = (i-f) L_p \text{ COS } \emptyset$$

Donde:

i: Intensidad de la lluvia m/s

f: Rata de infiltración de la pista atlética en m/s

$L_p$ : Ancho de la pista atlética en m

$\emptyset$ : Angulo inclinación de la pista atlética, está en función de la pendiente = 1% (Neufert, Ernst, 1994).

- Obtenido el valor del caudal por unidad de ancho de la pista atlética, se determinó el tipo de flujo a través de la ecuación de Reynold (Re), así:

$$Re = \frac{4 q_0}{\nu}$$

Donde:

$\nu$ : viscosidad cinemática del agua lluvia a 20° C (1.003E-6 m<sup>2</sup>/s)

- Luego se calculó la profundidad del flujo ( $Y_p$ ) y la velocidad de escorrentía ( $V_p$ ) en el punto más bajo de la pista atlética, a partir de la expresión de Darcy-Weisbach, para flujo uniforme:

$$Y_p = \left[ \frac{F q_0^2}{8gS_p} \right]^{1/3} ; \text{ en m}$$

$$V_p = \frac{q_0}{Y_p} ; \text{ en m/s}$$

F: factor de fricción es = CL/Re

CL: Coeficiente de resistencia esta dado por la ec., de Chow y Yen, (1976), así:

$$CL = 96 + 108 i^{0.4}; i \text{ en in/h}$$

$S_p$ : pendiente transversal de la pista atlética

En efecto, para el diseño del canal de la pista atlética, se determinó el flujo evacuado por el canal ( $Q_c$ ), como sigue:

$$Q_c = q_0 * L_c ; \text{ en m}^3/\text{s}$$

Donde:

$L_c$ : Longitud del canal en m

Luego, se calculó iterativamente el valor de la profundidad máxima del tirante ( $Y_c$ ) y la velocidad máxima del flujo ( $V_c$ ), con la ecuación de Manning utilizando el método de Newton, así:

$$Y_{j+1} = Y_j - \frac{1 - Q_c/Q_j}{\left( \frac{5B_w + 6Y_j}{3Y_j(B_w + 2Y_j)} \right)} ; \quad Q_j = \frac{1}{n} (S_c)^{1/2} \frac{(B_w Y_j)^{5/3}}{(B_w + 2Y_j)^{2/3}} ; \quad V_c = Q_c / B_w * Y_j$$

Donde:

$j$ : Número de iteraciones

$B_w$ : Ancho del canal en m

$S_c$ : Pendiente del canal

El borde libre (BL) se calculó aplicando el 20% del  $Y_{máx.}$ , y la altura del canal ( $H_c$ ) a partir de la suma del  $Y_{máx.}$ , mas el BL.

- La tubería colectora que conducirá el agua proveniente del canal de la pista atlética, se diseñó a partir de las siguientes expresiones:

$$Q_R = Q_{R-1} + 2Q_C$$

Donde:

$Q_R$ : Caudal captado por el registro

$Q_{R-1}$ : Caudal captado por el registro anterior

- Para el cálculo del diámetro, se empleó la ecuación de Wesseling (1978): así:

$$\emptyset_t = 0.1913 (Q_R)^{0.368} S_t^{-0.211} ; \text{ Donde:}$$

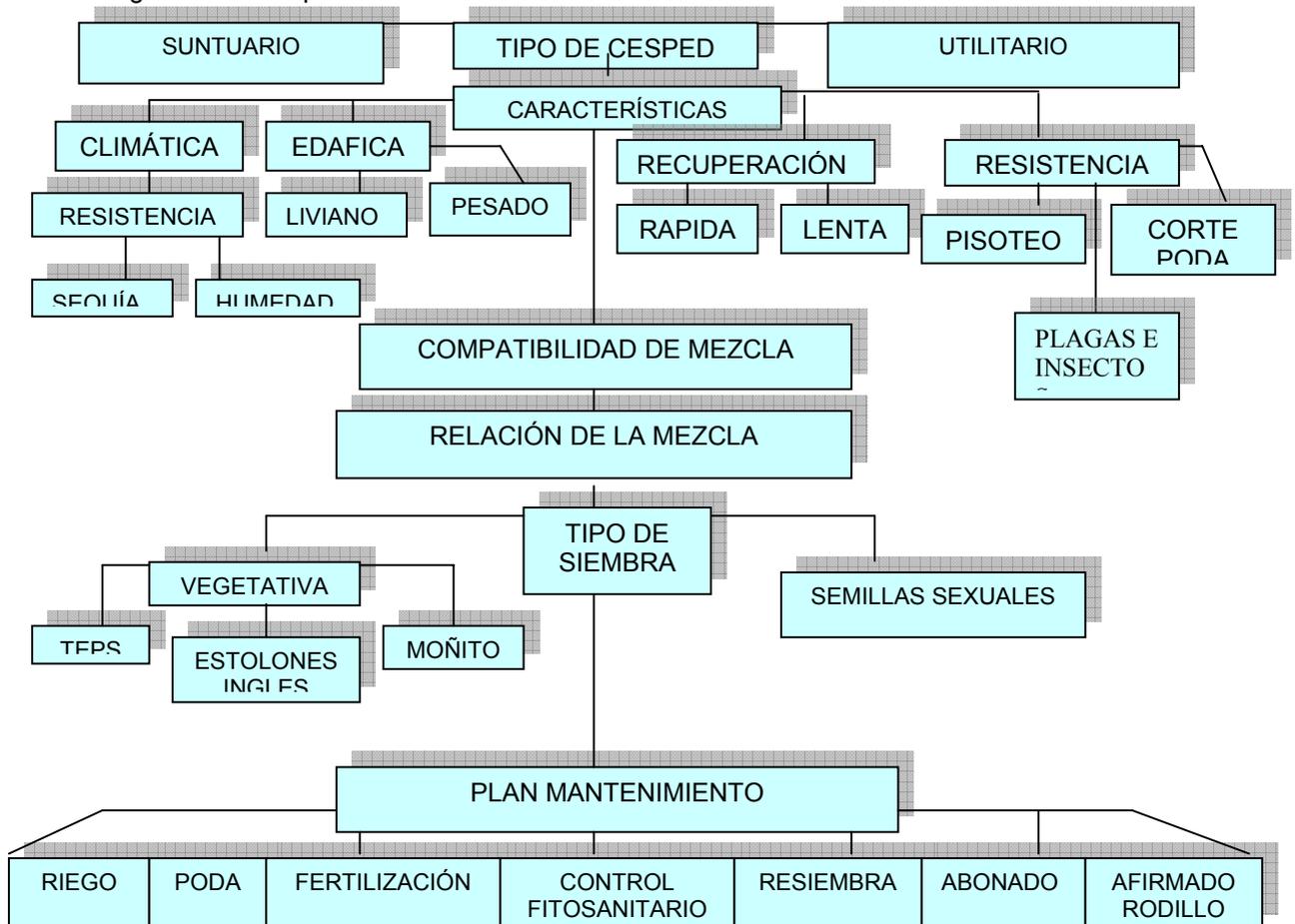
$\emptyset_t$ : diámetro de la tubería colectora del canal de la pista atlética en m.  
 $S_t$ : pendiente de la tubería colectora del canal de la pista atlética.

Es de anotar que los cálculos se realizaron para una superficie de pista atlética impermeable, proyecto que está previsto por el municipio en inversiones futuras (IMDER Sincelejo).

### 3.2 DISEÑO DEL GRAMADO

Se diseñó el gramado de la cancha de fútbol teniendo en cuenta el diagrama planteado por Hessayon, 1986. (Fig 22).

Figura 22. Etapas de un Estudio de Gramado.



Fuente: Hessayon, 1986.

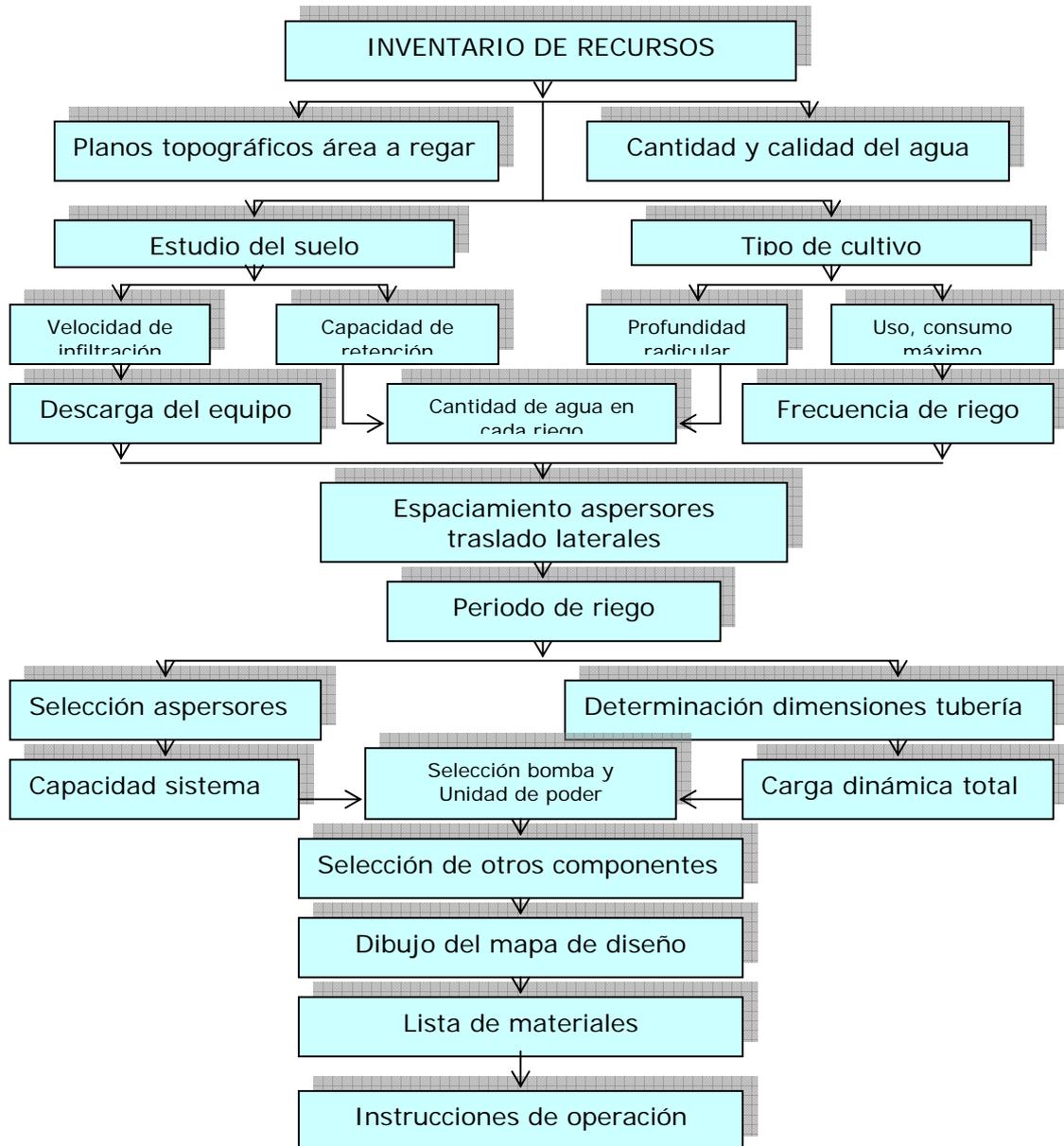
Con las visitas realizadas a los diferentes escenarios deportivos y los informes normativos obtenidos, se seleccionó el tipo de grama teniendo en cuenta que las características de las especies se ajustarán a las condiciones climáticas del lugar, a cualquier tipo de suelo y a las exigencias deportivas. Es así, que el gramado seleccionado es el tipo combinado, una mezcla de dos especies compatibles como lo es el Pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*) y el Pasto Bahia (*Paspalum notatum*), el sistema de siembra seleccionado es por semillas sexuales. Estas especies toleran las sequías prolongadas y resisten las inundaciones temporales, en efecto, se hizo un recorrido por la región para verificar las condiciones de adaptación y la formación fisiológica de estas especies en condiciones naturales (ANEXO IV).

En efecto, se elaboró una serie de recomendaciones que servirá como base para el establecimiento del gramado, esenciales para mantener en óptimas condiciones la superficie del terreno de juego y el desarrollo del gramado.

### **3.3 DISEÑO DE RIEGO**

Se diseñó el sistema de riego por aspersión semifijo en una forma eficiente, aplicando las etapas del diagrama planteado por Gurovich, (1999) (Fig.23). Los cálculos comprenden un diseño agronómico, que involucra ciertos parámetros como agua, suelo, clima y tipo de cultivo (grama) que determinan las necesidades del riego; y un diseño hidráulico, que consiste en determinar el diámetro de la tubería y los equipos de presión, como sigue:

Figura 23. Etapas de un Estudio de Riego.



Fuente: GUROVICH R. (1999)

- ✓ Diseño agronómico. Inicialmente se verificó la fuente de abastecimiento de agua que posee el estadio de fútbol, la cual es suministrada por la empresa de acueducto de Sincelejo, se tomaron tres muestras (una cada treinta días), las que fueron

analizadas en el laboratorio de la Universidad de Sucre aplicando la metodología planteada por el sistema USDA, que nos indicará la calidad del agua para riego definida por las sales que la contiene. La secuencia de cálculo para determinar la dosis o lámina de riego, se hizo aplicando la metodología planteada por el Centro de Estudios para la Conservación Integral de la Ladera CECIL-INAT-JICA (Javier, E., 1999), como sigue:

- Inicialmente, se determinó la capacidad de almacenamiento del suelo vegetal (LAM), que determina la cantidad de agua contenida entre los límites de capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP) a la profundidad radicular efectiva del gramado (Pre), así:

$$LAM = \frac{(CC - PMP) \% \times Da + Pre}{10 \times Dw}$$

Donde:

Dw = Densidad del agua 1gr/cm<sup>3</sup>

- Se determinó la lámina neta de agua aprovechable (Ln) en mm:

$$Ln = LAM * NR ; NR = \frac{(CC - Hr)}{(CC - PMP)}$$

Donde:

**NR** = Nivel de reposición del agua aprovechable (50 %).

**Hr** = Contenido humedad óptimo para riego (%)

Luego se calculó la lámina bruta (Lb) que aplicará el sistema de riego por aspersión con una eficiencia (Ef) del 75 %, así:

$$Lb = \frac{Ln \times 100}{Ef (\%)} ; (mm)$$

Finalmente, se determinó la Frecuencia de riego (Fr) como sigue:

$$Fr = \frac{Ln}{Etp} ; (Día)$$

Donde:

Etp = Evapotranspiración del gramado en función de la temperatura y humedad relativa promedio de la zona en mm (ANEXO V).

- ✓ Diseño hidráulico. El sistema de riego seleccionado, es el de aspersión semifijo, que tendrá disposición geométrica para cancha de fútbol ovoide (Ver figura 17b, p42), sin que la red interfiera en el terreno de juego, con una distribución de aspersores que repartirá uniformemente el agua en toda su superficie. La línea de conducción del recorrido del agua formará un circuito cerrado, calculándose las pérdidas de carga para el aparato más desfavorable. La idea fundamental del circuito es que al cerrar la red, el caudal se divida en Q/2. El mecanismo será de tres posiciones de riego trabajando con cinco aspersores en línea denominados, occidental (P1), central (P2) y oriental (P3). La parte móvil del sistema trabajará con mangueras en la posición central (P2) con igual número de aspersores en línea y uno en los segmentos circulares Norte y Sur. Se seleccionó el tipo de aspersor entre los modelos comerciales disponibles de tal forma que se ajuste en una longitud de arco de 360° sin que supere la velocidad de infiltración, como sigue:

- Intensidad de aplicación del aspersor (Ia)

$$Ia = \frac{\text{Caudal aspersor (M3/h)} \times 1000}{\text{Area .humedeci, (m2)}} ; \text{ en mm/h} \leftarrow \text{Infiltración básica suelo}$$

- Luego se calculó el tiempo de riego (Tr), así:

$$Tr = \frac{\text{Lámina bruta (Lb)}}{\text{Intensidad aspersor (Ia)}} ; \text{ en horas}$$

Para efecto del dimensionamiento, se calcularon las pérdidas de presión, garantizando que cada aspersor entregue el mismo caudal a lo largo del ramal teniendo en cuenta que la diferencia de presión entre dos aspersores cualesquiera del ramal no supere el 20% de la presión nominal de trabajo del aspersor. Además, se consideraron las pérdidas de carga por piezas especiales en un 10% de las pérdidas de carga totales de las tuberías. A cada ramal se le consideró el factor F de Christiansen que tiene en cuenta el número de salida en su longitud (ANEXO VI). Para el cálculo de las pérdidas de presión se usaron fórmulas que involucran el tipo de material, la longitud, el caudal y el diámetro de la tubería, de la siguiente manera:

Inicialmente, se determinó la presión de operación del aspersor ( $P_{OA}$ ), influenciada por la presión nominal del aspersor ( $P_O$ ), la altura de elevación ( $h_{elv}$ ) y las pérdidas ocasionadas por accesorios ( $hf$ ), con la expresión:

$$P_{OA} = P_O + h_{elv} + (hf + 10\%hf)$$

Donde,  $hf$  es calculado con la ec., de Darcy-Weisbach (diámetros menores 2”):

$$hf = f \frac{LQ^2}{D^5 (\pi/4)^2 2g}$$

Para el cálculo de  $f$ , se determinó el número de Reynolds ( $Re$ )

$$Re = \frac{4Q}{3.1416xDVc}$$

Donde:

Q = Caudal del aspersor, en m<sup>3</sup>/s

D = Diámetro del tubo elevador, en m

Vc = Viscosidad cinemática del agua, en m<sup>2</sup>/s

Luego se empleó la ecuación de Prandt, para  $Re$  comprendido entre 10 000 y

100.000 que corresponde al flujo considerado como turbulento, cuya expresión es la siguiente:

$$f = 0.0032 + \left( \frac{0.221}{Re^{0.237}} \right)$$

Obtenido el valor de la presión de operación del aspersor, se dio inicio al cálculo iterativo de las presiones disponibles en cada nodo y se determinó el diámetro comercial próximo al valor calculado de la tubería principal, secundaria y terciarias en los diferentes tramos, a través de las siguientes ecuaciones (Tabla 3):

Tabla 3. Ecuaciones para el dimensionamiento de la red de riego.

TRAMO	CLASE TUB.	ECUACION EMPLEADA
Principal	PVC-UZ	<b>EC. BRESSE</b> Para flujo continuo y constante <b>HAZEN-WILLIAMS</b> Fórmula simplificada - Manual PAVCO
		<b>HAZEN-WILLIAMS</b> Fórmula simplificada - Manual PAVCO
Secundario		
Terciario	PVC-Ext. Liso	<b>DARCY-WEISBACH</b> Para diámetros menores a 2"
	Manguera tipo bombero	<b>EC. MANNING</b> Para tubo interior de hule

En consecuencia, las ecuaciones son las siguientes:

- HAZEN-WILLIAMS (Fórmula simplificada - Manual PAVCO) "Para diámetros mayores a 2"

$$J = 0,0985 Q^{1,85} D^{-4,866}$$

$$HI = j * L * f$$

Donde:

HI: Pérdida admisible del tramo en m

L: Longitud del tramo, en m

J: Pérdida de presión, en m/100m

F: Factor por número de salidas

D = Diámetro interior del tubo, en Plg.

Q = Caudal, en g.p.m

- DARCY-WEISBACH “Para diámetros menores a 2”

$$hf = f \frac{LQ^2}{D^5 (\pi/4)^2 2g}$$

- EC. MANNING, Para manguera contra incendio, tubo interior de hule. Sergio Zepeda (2000).

$$H (m): 147E-6 Q^2$$

Q: Caudal en l/min

H: pérdidas en m

- EC. BRESSE, Para flujo continuo y constante

$$D = 1.3 X^{1/4} Q^{1/2}$$

X= número de horas operación de la bomba/24

Q= caudal, en m<sup>3</sup>/s

D= diámetro, en m

Se determinó la presión en los nodos de derivación a lo largo de cada tramo de tubería, como sigue:

$$P_o = P_n + 3/4HL + 10\%(HL)$$

Donde:

P<sub>o</sub>= Presión de operación en el origen o nodo del tramo, en m

P<sub>n</sub>= Presión de trabajo disponible, en m

HL= Pérdidas de carga en el tramo de tubería, en m

Los cálculos de las velocidades están basados en la ecuación de Hazen – William y Darcy-Weisbach, para tuberías mayores y menores de 2” respectivamente, las cuales oscilan entre 1.25 y 2.5 m/s, cuyas expresiones son las siguientes:

$$V = 0,355 CD^{0,63} j^{0,54}$$

Donde:

C= Coeficiente fricción del material para tubería PVC

D= Diámetro interior (m)

J = Pérdida de carga (m/m)

$$V = \sqrt{(H_f * D * 2g) / (F * L)}$$

Donde:

H<sub>f</sub>= Pérdidas, en m

F= Coeficiente fricción (adimensional)

L= Longitud de la tubería, en m

D= Diámetro interior del tubo, en m

g= Aceleración de la gravedad, en m/s<sup>2</sup>

Luego, se determinó la Altura Dinámica Total (ADT), es la suma de la altura dinámica de impulsión más la altura dinámica de succión (m):

**ADT= ADI + ADS**; cuyas expresiones son las siguientes:

$$ADI = P_o + H_p + (10\%H_p) + H_d + (Z_2 - Z_1)$$

Donde:

P<sub>o</sub> = Presión de operación de servicio a la entrada de la tubería, en m.

H<sub>p</sub> = Pérdidas en la tubería principal, en m.

(Z<sub>2</sub>-Z<sub>1</sub>) = Energía de posición entre el eje impulsor de la bomba y la entrega del agua del aparato más desfavorable, en m.

H<sub>d</sub> = Pérdidas por fricción en la tubería de descarga y los accesorios que la componen (en hierro galvanizado), en m.

$$ADS = h_{est} + h_s$$

Donde:

h<sub>est</sub> = altura estática de succión, en m

h<sub>s</sub> = Pérdidas por fricción en la tubería de succión y los accesorios

que la componen (en hierro galvanizado), en m.

En efecto, los valores de las longitudes equivalentes de los accesorios que componen la tubería de succión y descarga, fueron tomados de Instalaciones Hidráulicas Sanitarias por Rafael Pérez Carmona (1999), (ANEXO VII), cuyas pérdidas se calcularon con base en la ecuación de Hazen-William, con la expresión:

$$j = 0,2083(100/C)^{1,85}Q^{1,85}D^{-4,866}$$

Donde:

J= pérdida de presión en m/100 m

C= coeficiente de Hazen-Williams, para H.G (C=110)

Q= caudal en g.p.m

D= diámetro del tubo en plg

La selección de la bomba se hizo a través de catálogos comerciales, teniendo en cuenta la intersección de la curva característica entre el caudal y la altura dinámica total del sistema.

Se calculó la NPSH (Net Positive Suction Head), que representa la máxima altura que puede succionar el agua situada por abajo del eje del impulsor, está en función de la instalación y del lugar donde se sitúa la bomba, se calculó con la expresión:

$$\mathbf{NPSH= P_a - P_v - ADS}$$

Donde:

Pat = 10.33 – ((Vp/304.8)\*Altura sobre el nivel mar)

Pat = Presión atmosférica promedio, en m

Vp = variación de la presión atmosférica en función de la altura sobre el nivel del mar, en m.

Pv = Presión de vapor del agua a temperatura de trabajo, en m

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los estudios planimétricos del estadio de fútbol “Arturo Cumplido Sierra”, determinaron que éste posee una extensión de 26.000 m<sup>2</sup> distribuidos en cancha ovoide, pista atlética, zona de tribuna y semillero proyectado (Tabla 4). Este escenario de acuerdo a su instalación deportiva se considera como estadio tipo A, ya que en éste se pueden desarrollar juegos olímpicos, campeonatos nacionales e internacionales (Neufert, Ernest, 1994). La cancha de fútbol posee dimensiones de (105 x 68) m y la pista atlética de 400 m de largo con capacidad para siete carriles (Plano adjunto 1). En el ANEXO VIII, aparecen las carteras topográficas.

Tabla 4. Área interna del Estadio de Fútbol “Arturo Cumplido Sierra”.

AREA	CANTIDAD en m2
CANCHA OVOIDE	10.047,50
PISTA ATLETICA	4.236,11
SEMILLERO PROYECTADO	500,00
ZONA DE TRIBUNA	11.216,39
<b>TOTAL</b>	<b>26.000,00</b>

Los estudios altimétricos, determinaron el estado actual del relieve que presenta la cancha (Plano adjunto 2), en éste se aprecia la desuniformidad de su superficie; por lo que se hizo necesario diseñar su perfil topográfico, conservando un bombeo a dos aguas de 0.5% como lo establece la Norma (Documento INDER Medellín, 2001). La cancha al nivelarse presenta una diferencia de nivel de 20cm por debajo del nivel de la pista atlética, lo que implica adicionar suelo al ovoide. Es de anotar, que las características de este suelo deberán ajustarse a especificaciones técnicas. El plano 3, contiene los detalles de los cortes transversal y longitudinal del terreno de juego, donde se especifica los niveles de: suelo presente (relieve actual), configuración del ovoide (nivelación del hidroapoyo), y la conformación del perfil del suelo nuevo. Los cálculos del movimiento de tierra para la configuración

o nivelación del ovoide se muestran en el Anexo IX. La Tabla 5, muestra los volúmenes de tierra a remover en el ovoide.

Tabla 5. Movimiento de tierra para la configuración de la cancha ovoide (hidroapoyo).

<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	<b>OVOIDE</b>	<b>AREA JUEGO (Sector Rectangular)</b>	<b>BOMBEO HACIA LOS DRENES</b>	<b>PISTA ATLETICA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>VOL. CORTE (m3)</b>	601,29	756,00	231,12	0,33	<b>1.578,74</b>
<b>VOL. EXTENDIDO (m3)</b>	49,59	-	-	651,57	<b>701,26</b>
<b>VOL. RETIRO (m3)</b>	551,70	756,00	231,12		<b>1538,82</b>

#### Estudios del suelo presente

En cuanto a su morfología, se identificaron dos clases de suelo con base en la textura. El primero, es un suelo clase A de textura limosa, el cual presenta colores con matices que van de café oscuro a café oliva para el estrato N° 1 (7.5YR 3/2 y 2.5Y-4/3) y café pardo oscuro a café oscuro amarillento para el estrato N°2 (2.5Y 4/2 y 2.5Y 4/3), tonos que indican un drenaje deficiente a medida que se profundiza en el perfil (USC, 1981); estos suelos se clasifican, según la USC como suelo entre ML y CL correspondiente a los apiques 1 y 3 respectivamente (ANEXO II), que abarcan el 60 % de la superficie en la cancha, interpretándose como suelo pobre en materia orgánica y de baja permeabilidad en todo su perfil. El segundo, es un suelo clase B de textura arenosa que abarca el 40 %. Presenta colores con matices que van de café amarillento y gris oscuro a amarillo pálido (10YR 5/6 y 10YR 4/1 a 2.5Y1/4) tonos que indica anegamiento temporal del estrato N° 1 (USC, 1981); según la USC clasifica este suelo entre un SM y SC cuando suelto, pero en realidad según la gradación de Wentworth este suelo corresponde al de una roca consolidada denominada arenisca, de acuerdo a su distribución de

tamaño y el grado de cementación de los granos, interpretándose como suelos impermeables y pobres en materia orgánica, los cuales están representados por los apiques 2 y 4, (ANEXO II). El ANEXO X, contiene la descripción del perfil estratigráfico de los apiques. El Cuadro 1, contiene los valores de las propiedades físicas e hidráulicas del suelo presente, cuya apreciación es la siguiente:

Cuadro 1. Propiedades físicas e hidráulicas del suelo presente.

SUELO CLASE	E	ESP. (CM)	TEX	HUM. NAT. (%)	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )		GRAV. ESPEC.	POR. TOTAL (%)	INFIL. BÁSICA (mm/h)	PERM. K (m/día)
					Apar.	Real				
A	1	0-20	FA	21.75	1.51	2.15	2.46	38.62	0.118-0.197	0.128
	2	20-80	L	14.85	1.83	2.48	2.42	24.38	-	0.042
B	1	0-08	FA	10.20	1.57	2.73	2.73	42.49	0.320-0.890	0.164
	2	08-30	A*	7.75	1.93	2.68	2.68	29.10	-	0.110

Nota: La porosidad drenable fue estimada en base a la ecuación de

$$\text{Pizarro } \mu = \sqrt{K} \times 10; \text{ (K en m/día)}$$

\* Arenisca Consolidada

Haciendo una apreciación de las características físicas anotadas en el cuadro anterior, se tiene lo siguiente:

- ✓ Textura. El suelo denominado clase A; su primer estrato, se clasifica como Franco arenoso fino, con porcentajes de arena que varían entre 52 y 54%, los porcentajes de limo están dentro del rango 9 y 13%, la fracción arcilla entre 33 y 36%; el segundo estrato, se clasifica como limoso, con porcentajes de arena de 10%, limos un 87% y arcillas con un 3%. El suelo denominado clase B; el primer estrato, es Franco arenoso grueso con porcentajes de arena de 70.67%, porcentaje de limo de 25.33% y porcentaje de arcilla de 4%; en el segundo estrato, el porcentaje de arena es del 87.5%, de limo 7.5% y arcilla 5% definiéndose texturalmente como un suelo Arenoso fino.
- ✓ Densidad Aparente. El suelo clase A, presenta valores de densidad aparente alta que varía entre 1.51 y 1.83 gr/cm<sup>3</sup>, debido al alto grado de compactación

generado por la actividad deportiva; el suelo clase B, también presenta valores de densidad alta entre 1.57 y 1.93 gr/cm<sup>3</sup>, debido a que su origen mineralógico es una roca arenisca consolidada. Lo anterior repercute considerablemente en el drenaje interno.

- ✓ Densidad real y Gravedad específica. Para el suelo clase A, la densidad real osciló entre 2.15 y 2.48 gr/cm<sup>3</sup> y los valores de gravedad específica entre 2.49 y 2.54 gr/cm<sup>3</sup>, estos se encuentran por debajo del valor normal (2.65 gr/cm<sup>3</sup>), debido al alto contenido de carbonatos presente en el suelo. El suelo clase B, presenta densidad real entre 2.73 y 2.68 gr/cm<sup>3</sup> y gravedad específica entre 2.62 y 2.70, considerados valores normales en suelos arenosos.
- ✓ Humedad natural. Los valores disminuyen a medida que se profundiza en el perfil para ambas clases de suelo A y B con valores que oscilan entre 21.75 a 14.85% y de 10.20 a 7.77% respectivamente, esto se debe a la imposibilidad que tiene el suelo de permitir el movimiento del agua a los estratos inferiores debido al alto grado de compactación que presenta el suelo.
- ✓ Porosidad total. El suelo clase A, presenta valores que oscila entre 38.62 y 31.02%; y para el suelo clase B, entre 42.49 y 29.10%, lo cual indica que a medida que se profundiza en el perfil del suelo disminuye la porosidad total a causa del alto grado de compactación.
- ✓ Infiltración. La infiltración básica de los suelos A y B resultó muy lenta con valores entre (0.118 - 0.197) y (0.32 - 0.89)mm./h respectivamente. Los valores muy bajos de la infiltración básica para ambas clases de suelo, se relacionan al problema de compactación en toda la extensión del perfil presente en la cancha. Esta propiedad en estas condiciones repercute considerablemente en el drenaje interno del suelo, ocasionando la acumulación del agua en la superficie del terreno, lo que se agrava con la incapacidad del drenaje

superficial debido a la desuniformidad de su superficie, formando encharcamientos en la cancha y áreas anexas, lo que insta a la suspensión de partidos (Ver Figura 2, p24). Estos valores al compararse con los parámetros aceptables de velocidad de infiltración para canchas de fútbol por la norma internacional UNE 41959-1:2002, “Superficies deportivas de hierba natural”; cuyo valor mínimo es de 10mm/h se encuentra muy por debajo del valor recomendado.

- ✓ Permeabilidad. Para el suelo clase A y B los valores oscilaron entre (0.128 y 0.042 m/ día) y (0.164 a 0.110 m/día) interpretándose esta propiedad de moderadamente lenta a lenta, respectivamente. Estos valores, están muy lejos de cumplir la condición recomendada por la FIFA, por lo que se descarta su utilización, ya que el valor mínimo recomendado de la permeabilidad para terreno deportivo es de 1.07 m/día (Informe INDER Medellín, 2001).
- ✓ Estudio freaticometrico. La línea de pozos de observación no revela la existencia de nivel freático a una profundidad menor de 2m, ya que las lecturas tomadas fueron de valor cero (0). Además, no existe recargas de filtraciones procedentes de áreas vecinas a la cancha de fútbol.

El diagnóstico para el suelo presente en sus propiedades físicas e hidráulicas, determinan que estos suelos no son aptos como terrenos deportivos para canchas de fútbol, ya que no cumplen con las normas y especificaciones técnicas establecidas para canchas deportivas con césped natural, por lo tanto, estos suelos se descartan para el proceso de diseño del drenaje, riego y gramado de la cancha de fútbol “Arturo Cumplido Sierra”. Las propiedades químicas del suelo presente aparecen en el ANEXO XI. Es de anotar, que este suelo servirá como hidroapoyo; ya que sobre éste, reposará el suelo nuevo que conformará el terreno deportivo.

### Estudio del suelo nuevo

El perfil estratigráfico del nuevo suelo del terreno deportivo estará conformado por dos estratos, con la siguiente descripción morfológica: el primer estrato, es un suelo vegetal que proviene del Municipio de Galeras (cantera "20 de julio") de color café rojizo (5Y R- 5/3), textura Arenosa, no plástico no cohesivo, débil, no reacciona al Hcl (10%), pH=5,5, %Hn=5.20%, pasa el Tamiz No.4=98.85%, pasa el Tamiz No.40=54.90, pasa el Tamiz No.200=15.45%, Cu=15,48, Cc=2.43 clasificación según la USC: SM-SC bien gradado y según la AASHTO: A-2-4. El segundo estrato corresponde al subsuelo permeable, conformado por una Arena media cuarzosa que proviene de Chinulito, no plástica no cohesivo, pasa el Tamiz No.4=98.52%, pasa el Tamiz No.40=25.40%, pasa el Tamiz No.200=3.59%, Cu=2.63, Cc=1.10, clasificación según la USC un SP uniforme y la AASHTO un (A-1-b), y una Arena gravosa de Chinulito, pasa el Tamiz No.4=78.06%, pasa el Tamiz No.40=6.84%, pasa el Tamiz No.200=2.46%, Cu=5.52, Cc=1.38, clasificación según la USC es un SW bien gradada y según la AASHTO es (A-1-a). El material filtrante utilizado en las zanjas para la tubería perforada de drenaje, es una grava no plástica, no cohesivo, proviene del Municipio de Galeras (cantera medio mundo), pasa el Tamiz No.4=47.73%, pasa el Tamiz No.40=14.62%, pasa el Tamiz No.200=0.83%, Cu=20, Cc=1.95, clasificación según la USC un GW y la AASHTO un (A-1-a), este material será protegido de las paredes de la zanja por un geotextil no tejido negro NT1600-NT2000 que impedirá el paso de partículas de limo hacia el filtro (ANEXO XII y XIII). Las características de los materiales filtrantes según especificaciones granulométricas adoptadas por el Ministerio de Obras Publicas y Transporte (MOPT),

se observan en la Tabla 6, de igual forma estos materiales fueron analizados según los requisitos recomendados por Terzaghi-Casagrande y Cors of Engineer para comprobar sus características como material de filtro, como se muestra en la Tabla 7. La gradación del nuevo perfil del terreno deportivo (suelo vegetal y subsuelo permeable) se muestra en la figura 24, en ésta se evidencia la simetría entre las curvas superpuestas, garantizando la funcionalidad del filtro natural.

Tabla 6. Características de los materiales filtrantes según Especificaciones Granulométricas adoptadas por el MOPT.

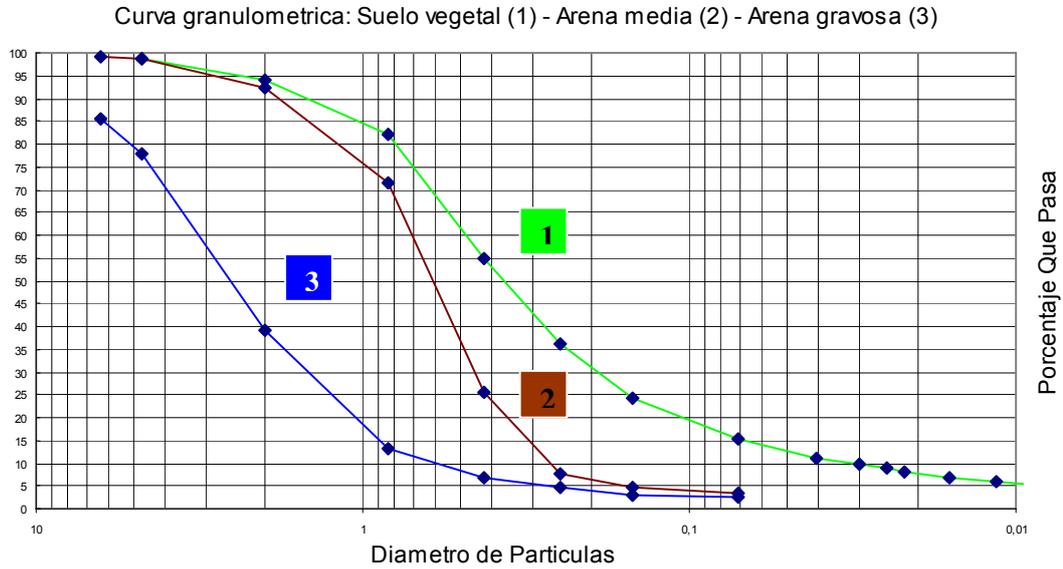
ESPECIFICACIONES MOPT MATERIALES	N° MALLA – PORCENTAJE QUE PASA EN PESO									
	1½” 100	1” 80a100	¾” 65a100	3/8” 40a80	4 20a55	10 0a35	20 0a20	40 0a12	100 0a7	200 0a5
Suelo vegetal	100	100	100	100	98.85	93.97	82.27	54.90	24.27	15.45
Arena media	100	100	100	99.22	98.52	92.40	71.50	25.40	4.59	3.59
Arena gravosa	100	100	100	85.70	78.06	39.10	13.16	6.84	3.04	2.46
Grava	100	97.54	89.89	71.96	47.73	29.90	20.56	14.62	4.37	0.83

Tabla 7. Características de los materiales filtrantes según Requisitos de Terzaghi-Casagrande y Cors of Engineer.

Requisito Filtro/suelo	$\frac{\text{Filtro D15}}{\text{Suelo D85}} \leq 5$	$\frac{\text{Filtro D50}}{\text{Suelo D50}} \leq 25$	$\frac{\text{Filtro D15}}{\text{Suelo D15}} \geq 5$
<u>Arena media</u> Suelo vegetal	0.3	1.64	4.85
<u>Arena gravosa</u> Suelo vegetal	0.85	6.93	13.69
<u>Grava</u> Suelo vegetal	0.41	13.33	6.615

Nota: Las dos primeras desigualdades impiden el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante. La tercera desigualdad garantiza que el agua alcance fácilmente el dren.

Figura 24. Curvas granulométricas del nuevo perfil del terreno deportivo.



Las propiedades físicas e hidráulicas que caracterizan al suelo nuevo del terreno deportivo (suelo vegetal y subsuelo permeable) de la cancha de fútbol “Arturo Cumplido Sierra del Municipio de Sincelejo se muestra en el Cuadro 2, estas cumplen con las normas y especificaciones técnicas internacionales, cuya descripción es la siguiente:

Cuadro 2. Propiedades físicas e hidráulicas del nuevo perfil del terreno deportivo de la cancha “Arturo Cumplido Sierra”.

E	Suelo	Prof. (cm)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )		C.C %	P.M.P %	n %	e Fra.	K m/día	μ %	lb mm/h
			Da	Dr							
1	Vegetal	0.0-10	1.65 1.55-1.70	2.59	11.06	4 2-6	36	0.56	1.69	13	13 8-20
2	Arena media	10-15	1.70 1.60-1.80	2.63	6.4	-	35	0.54	6	24	-
	Arena gravosa	15-33	1.80 1.60-1.90	2.70	4.57	-	33	0.49			

Nota: - Los valores de Da, PMP, e Infiltración básica (lb) se tomaron de la Tabla propiedades físicas de suelo para suelo arenoso, (ANEXO XVI).

- Los valores de (μ) se calcularon con base en la ecuación de Pizarro, (1974):

$$\mu = \sqrt{K(m/día) \times 10} \text{ (%) y verificada con la Ec.: } \mu = n - CC * Da/Dw \text{ (%)}$$

El primer estrato corresponde al suelo vegetal de textura Arenosa fina, cuyo espesor será de 10cm de profundidad, valor recomendado por la Norma UNE 41959-1 IN (2002), éste proviene de la cantera “20 de julio” (Galeras–Sucre), el valor de la densidad aparente es de 1.65 gr/cm<sup>3</sup> cilindrada con rodillo de 100Kg al momento de su conformación para conseguir su estabilidad (Neufert, Ernst 1994), el valor de la densidad real resultó normal con 2.59 gr/cm<sup>3</sup>, de igual forma, los valores de la porosidad total (n) y la relación de vacío (e) resultaron normales con 36% y 0.56 respectivamente, el valor de la permeabilidad (K) es de 1.69 m/días, al ser comparado con el valor recomendado por la norma (1.07 m/día) resulta satisfactorio para terreno deportivo, ya que garantiza la funcionalidad del drenaje interno, la capacidad de campo resultó de 11.06 % considerado valor normal para este tipo de suelo y el valor de la porosidad drenable ( $\mu$ ) es de 13 %, el valor promedio tomado de la Infiltración básica para esta clase de suelo es de 13 mm/h donde el mínimo recomendado por la Norma UNE 41959-1 IN (2002) es de 10 mm/h. El segundo estrato lo conforma el subsuelo permeable, compuesto por una capa de arena media de 5cm espesor que impide el paso de los materiales finos del suelo vegetal y otra capa de arena gravosa de 18cm espesor en promedio que impide la traslocación del material suprayacente; cuyas propiedades son las siguientes: el valor de la densidad aparente para la arena media es de 1.70 gr/cm<sup>3</sup> y para la arena gravosa de 1.80 gr/cm<sup>3</sup>, estas capas serán cilindradas al momento de su conformación con rodillo de 0.5 y 2 Ton de peso respectivamente (Neufert, Ernst, 1994), los valores de las densidades reales resultaron normales con 2.63 y 2.70 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, la porosidad total es de 35 y 33% respectivamente, la relación de vacío es de 0.54 y 0.49 respectivamente, el cual garantiza la permanencia de las partículas en el estrato, la permeabilidad del estrato es de 6 m/día garantizando el flujo de agua hacia los drenes, la porosidad drenable del estrato es de 24 % para una buena capacidad de almacenamiento de aguas de exceso .

En la caracterización química del suelo vegetal del terreno deportivo, se puede decir que es un suelo de reacción fuertemente ácida con pH de 5.5, deficiente en materia orgánica, Fósforo, Magnesio, Potasio y bajo en Calcio, el Sodio intercambiable resultó medio. La capacidad de intercambio catiónico es deficiente y la saturación básica del complejo de cambio es baja con 24.75 % (Cuadro 3). De acuerdo a la tabla de fertilidad de suelos (ANEXO XV) se puede decir, que las características químicas del suelo vegetal, alcanzan un puntaje de fertilidad de 0.923, apreciándose como un suelo de fertilidad muy baja.

Cuadro 3. Caracterización química del suelo vegetal del terreno deportivo y la disponibilidad de nutrientes.

**Análisis e interpretación química**

Unidades	%		meq.	p.p.m	meq.				
Determinación	pH	M.O	CIC	P	Ca	Mg	K	Na	Al
Valor	5,5	0.55	4,95	4,4	0,84	0,12	0,015	0,25	-
Interpretación	F.A	D	B	D	B	D	D	M	-

**Saturación de Bases (%SatB)**

Determinación	CICE	%SatB	%SatCa	%SatMg	%SatK	%SatNa	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
Valor	1,23	24,75	16,97	2,42	0,30	5,05	7,00	56,00	8,00	64,00
Interpretación	D	B	MB	MB	MB	MB	Amplia	D	D	D

**Continuación cuadro 3. Disponibilidad de Nitrógeno y %Carbono.**

Determinación	M.O	Nt(%)	Nd(%)	W(Kg/Ha)	Nd(Kg/Ha)	C (%)	C/Nt
Valor	0,55	0,0275	0,00055	1.650.000	9,075	0.319	11.6
Interpretación	D	D	D	-	D	D	M

**Disponibilidad de nutrientes (Kg/Ha/año)**

Nutrientes	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
Cantidad de nutriente	16,63	11,63	39,6	38.08

A: Alto pero No Excesivo

F.A: Fuertemente Acido

B: Bajo

D: Deficiente (Pobre)

M: Medio (Regular)

MB: Muy Bajo

E: Contenido Excesivo o Valor Muy Alto, puede ser perjudicial

Es normal que en suelos de textura arenosa, los niveles de fertilidad sean muy bajos, como se ve reflejado en el suelo vegetal estudiado, debido a la capacidad drenante que estos suelos poseen, por lo que requiere una aplicación de elementos y enmiendas químicas que permitan el desarrollo óptimo de las plantas, dependiendo de las necesidades nutricionales que estas demanden. Es por ello, que las Federaciones Deportivas recomiendan este tipo de suelo que garanticen en una forma eficiente la evacuación de las aguas de excesos, y que a través de un plan de fertilización se garantice el sostenimiento del gramado.

#### **4.1 DISEÑO DE DRENAJE**

- ✓ Diseño de drenaje interno. A través del criterio de drenaje (CD), se pudo establecer que la zona donde se ubica el estadio Arturo Cumplido Sierra, es una zona de lluvias torrenciales con duración menor a seis horas, característica propia del régimen variable con carga instantánea (Ec., de Glover-Dumm). El valor de la lluvia crítica (P) es de 52 mm (ANEXO XVI), ésta ocasiona un ascenso de la capa freática desde una altura ( $h_t$ ) ubicada en el subsuelo permeable hasta una altura ( $h_o$ ) localizada en la superficie del suelo vegetal, para luego ser evacuada del perfil del terreno deportivo por un espaciamiento entre drenes que garantice la funcionalidad de la cancha durante el evento hasta la próxima jornada de juego (tres días después).

Basado en lo anterior y en las características físicas e hidráulicas del nuevo perfil del terreno deportivo, se determinó el diseño hidrológico del drenaje de la cancha, cuyos resultados aparecen en el cuadro 4.

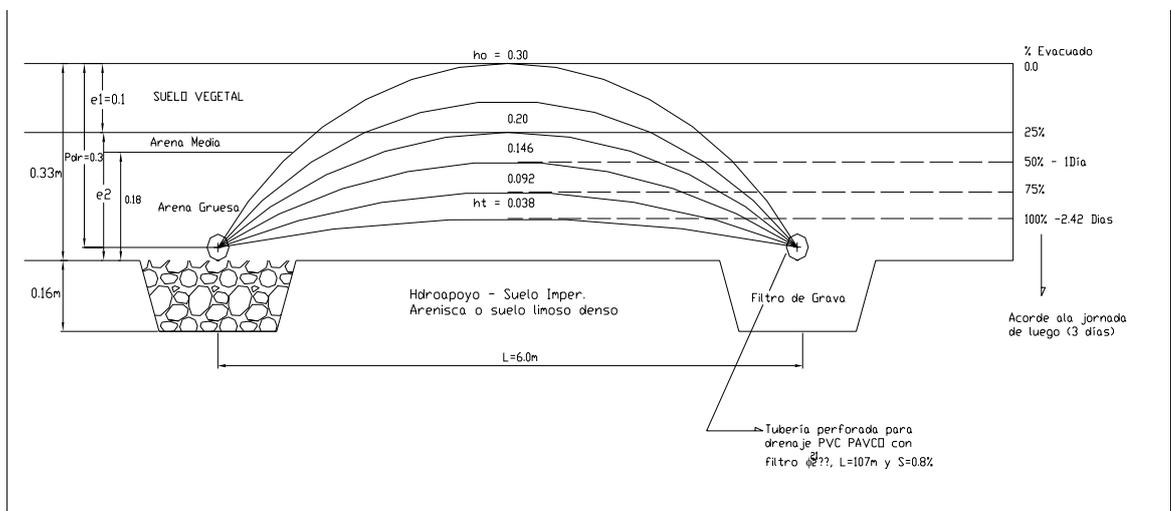
Cuadro 4. Espaciamiento entre drenes que permite la evacuación del nuevo perfil del terreno deportivo en el tiempo acorde a la jornada de juego (tres días).

(E)	LAM. EVACUADA (%)	LAM. ALMACE. (mm)	ALTURA FREAT. H (m)	PROF. FREATICA (m)	TIEMPO EVACUACION DEL PERFIL (días)			EC. SIMPLIFICADA PARA CADA ESTRATO (Días)
					ESPACIAMIENTO (m)			
					5	6	7	
1	0	52	0.30	0.00	0	0	0	$t_1 = 5.68 E^{-3} L^2$
Limite	25	39	0.20	0.10	0.142	<b>0.205</b>	0,278	
2	50	26	0.146	0.154	0.394	1.567	1.772	$t_2 = 0.034 L^2 \cdot \ln 1,16 \frac{0.2}{h_t}$
	75	13	0.092	0.208	1.786	1.132	1.541	
	100	0.0	0.038	0.262	2.538	<b>2.215</b>	3.014	
<b>TOTAL TIEMPO DE EVACUACIÓN DEL PERFIL EN DIAS</b>					1.68	<b>2.42</b>	3.30	

El cuadro anterior, muestra el espaciamiento entre Laterales de Drenaje que permite la evacuación del perfil del nuevo suelo desde una altura inicial ( $h_0$ ) hasta una altura final ( $h_t$ ) en el tiempo establecido por la Norma de Drenaje (Jornada de juego  $\leq$  tres días

El espaciamiento (L) que permite la evacuación del nuevo perfil del suelo en el tiempo acorde a la jornada de juego es de 6 m, a una profundidad de drenes (Pdr) de 30 cm. La figura 25, muestra el comportamiento del abatimiento del perfil del nuevo suelo al evacuarse la lluvia de diseño.

Figura 25. Evacuación del nuevo perfil de suelo para el espaciamiento (L) de 6 m y lluvia crítica de 52 mm.



El Plano adjunto 4, muestra la distribución geométrica del drenaje interno de la cancha ovoide. En éste se muestra la disposición de los drenes laterales en paralelos o tipo rejilla, con diámetros de 2½”, pendiente de 0.8 % y 107 m de longitud, el flujo del agua que conducirán será en el sentido Norte a Sur, a partir de la línea de meta, hasta intersectar la tubería colectora de 4” de diámetro ubicada paralelamente a la línea de meta sur, provistas con cámaras de inspección para cada dren, la profundidad de los laterales iniciarán a 30cm, el flujo de la tubería colectora parte a dos aguas desde el eje longitudinal de la cancha hasta llegar al majole secundario ubicado en cada esquina de las bandas laterales Sur, con una pendiente de 0.833 %, esta a su vez sigue su recorrido a través del colector intersector de 50m longitud con 6” de diámetro y 0.8 % de pendiente, finalizando en un manjole principal que recibe el total de las aguas captadas en la cancha ovoide, para luego conducirla por la tubería principal de 81 m longitud con 8” diámetro y 3.33 % de pendiente, a la cámara de salida ubicada en el puente del arroyo “El Cortijo.

Los diseños de las obras complementarias del drenaje interno se aprecian en el Plano adjunto 5, y los valores del diseño hidráulico se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Dimensionamiento de la red de drenaje interno.

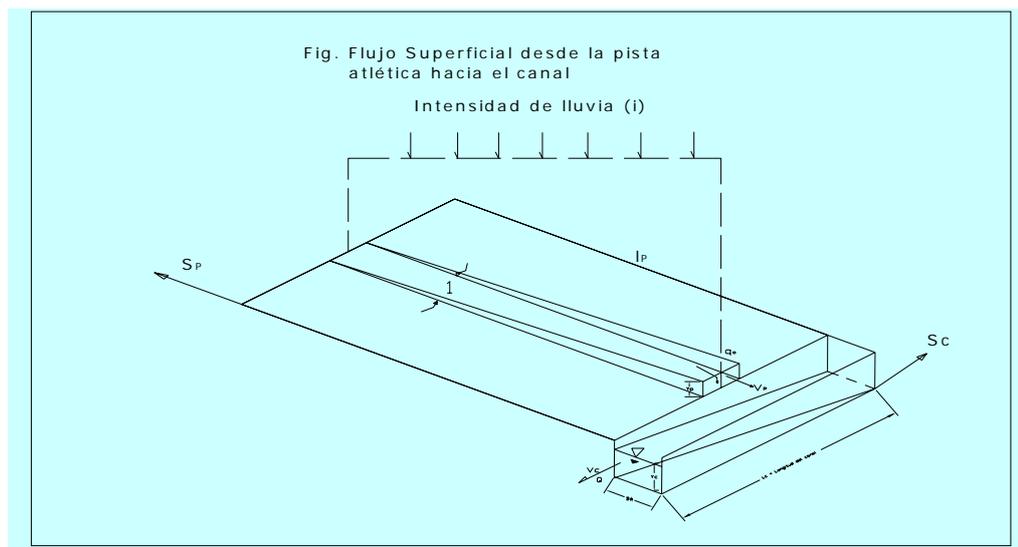
DREN	Caudal		Pendiente s %	Longitud m	Diámetro plg
	m <sup>3</sup> /s	Lt/s			
Lateral	5.326 E-4	0.5326	0.80	107	2 ½
Colector	2.930 E-3	2.93	0.833	36	4
Lateral Interceptor	1.506 E-3	1.506	0.8	151.5	4
Colector Interceptor	0.016	16	0.8	50	6
Principal	0.039	39	3.33	84	8

✓ Diseño de drenaje de la pista atlética. La pista atlética captará la lluvia crítica

de 52 mm caída en 2 horas (26 mm/h) (Castillo y Lara et al, 2001), concentrándola en un canal rectangular diseñado en tramos de 24 m de longitud a dos aguas con pendiente de 0.208 % ubicado perimetralmente en el borde interno de la pista atlética, éste verterá el agua captada en registros con rejillas que funcionarán como desarenadores, para luego conducirla por tuberías hacia los majoles del sistema de drenaje interno (Ver plano adjunto 4).

- ✓ La figura 26, esquematiza el movimiento del flujo del agua en la pista atlética y el canal perimetral y el cuadro 6, muestra el valor del caudal, tirante, pendiente y velocidad máxima que se genera en la superficie de la pista atlética.

Figura 26. Esquema, Flujo superficial desde la pista atlética hacia el canal.



Cuadro 6. Caudal, tirante, pendiente y velocidad en el punto más bajo de la pista atlética.

Caudal por unidad de ancho ( $q_0$ )	7.8 E-5 m <sup>2</sup> /s
Tirante máximo ( $Y_p$ )	1.72 mm
Pendiente ( $S_p$ )	1 %
Velocidad máxima ( $V_p$ )	0.045 m/s

El valor del tirante máximo en el canal rectangular resulto de  $0.059 \approx 6\text{cm}$  como producto de la iteración, que está en función de las variables que aparecen en el cuadro 7.

Cuadro 7. Valores de las variables del canal

Qc m <sup>3</sup> /s	Lc m	Bw m	Sc %	n
1.872E-3	24	0.10	0.208	0.013

n=rugosidad del canal en concreto

El cuadro 8, muestra el resultado del tirante máximo del canal, el cual fue obtenido en la tercera iteración.

Cuadro 8. Tirante máximo del canal rectangular de la pista atlética.

No. Iteraciones (j)	1	2	3
Y <sub>j</sub> (m)	0.1	0.06	0.059
Q <sub>j</sub> (m <sup>3</sup> /s)	3.634 E-3	1.907 E-3	1.866E-3
V <sub>j</sub> (m/s)	0.36	0.32	0.32

El borde libre (BL) del canal rectangular resultó de 0.012m, pero constructivamente se utilizará de 0.04m, para garantizar una altura de 0.10m aguas abajo quedando la sección de (0.10\*0.10) m; y en la sección aguas arriba, quedará de (0.10\*0.05) m. Ver plano 5.

El diámetro de la tubería colectora que conducirá el agua proveniente del canal de la pista atlética resultó de 4" diámetro, con pendiente de 0.8%. El sentido del flujo será de Norte a Sur vertiendo el agua en los manjoles del drenaje interno.

## 4.2 DISEÑO DEL GRAMADO

Con las visitas efectuadas a las diferentes ciudades de la Costa Atlántica y parte del interior del país entre los años 2000 y 2003 por nuestro grupo de trabajo, se encontró que la mayoría de los escenarios utilizan como grama el pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*). La Norma UNE 41959-1 IN (2002), recomienda que el gramado natural en canchas deportivas debe estar constituido por varias especies compatibles (grama tipo combinado), encontrándose que la única cancha que cumple con esta norma es la del estadio Roberto Meléndez (Barranquilla), que cuenta con un césped tipo combinado, mezcla de Bermuda-Bahía (*Cynodon dactylon-Paspalum notatum*) que permite una excelente cobertura y tupidez, de resistencia al uso fuerte y adaptación al medio. La Tabla 6, muestra el tipo de grama de algunos escenarios deportivos visitados en el país.

Tabla 8. Tipo de grama usada en algunos estadios del país.

ESTADIO	CIUDAD	TIPO GRAMA	ADAPTACION
Roberto Meléndez	Barranquilla	Pasto argentino-Bahía	Clima Cálido
Romelio Martínez	Barranquilla	Pasto argentino	Clima Cálido
Eduardo Santos	Santa Marta	Pasto argentino	Clima Cálido
Eduardo Maestre Pavajeau	Valledupar	Pasto argentino	Clima Cálido
Pedro de Heredia	Cartagena	Pasto argentino	Clima Cálido
Atanasio Girardot	Medellín	Bahía Macana	Clima frío

El gramado natural seleccionado para el terreno deportivo de la cancha de fútbol Arturo Cumplido Sierra es el tipo combinado, entre las especies Bermuda-Bahía (*Cynodon dactylon- Paspalum notatum*), ambas especies son compatibles entre sí, brindando un aspecto estético y decorativo a la cancha, protección al suelo, confort y

seguridad a los jugadores, resistencia al uso fuerte y al corte bajo, a plagas y enfermedades, a las sequías prolongadas, y a suelos con baja fertilidad. Las características fisiológicas de estas especies son las siguientes:

- ✓ La especie *Cynodon dactylon* conocida como Bermuda, pasto Argentino, grama común, grama fina, entre otras, (Fig., 27), es una planta perenne, que se dispersa por medio de estolones y rizomas. No tolera bien la sombra, ni el exceso de humedad y se aletarga y seca en invierno. Es bastante resistente a la sequía. El tipo común, que es el único del que existe semilla, da un césped basto, pero, en general, se adapta a terrenos arenosos y pobres. La altura de crecimiento es de 0,15 a 0.6 m, raíz fibrosa originada en estolones y rizomas, tallo recto y rastrero (<http://www.lowes.com>). Gómez A., (1987), afirma que no es exigente en suelos, crece en zonas con altitudes entre 0-1800 m.s.n.m tolera períodos prolongados de sequía. Además, es usado para la obtención de césped, ya que resiste el pisoteo fuerte; utilizándose en canchas deportivas como las de Fútbol, Golf, Fútbol americano, entre otros. Esta especie crece en casi todos los sitios donde la precipitación supera los 600mm al año y la temperatura media diaria sea de más de 24° C crece bien en suelo con pH entre (4-8), con fertilidad baja y alta. Responde bien a la aplicación de fertilizantes. Tolerancia a suelos salinos y una fuerte presión al pisoteo. Es una especie muy vigorosa agresiva de alta densidad de tallos y hojas, lo que hace que tenga un potencial de recuperación alto y tolera el corte bajo y continuo (<http://www.campo.cl/abono.com>)

Figura 27. Foto: Grama Bermuda (Cynodon dactilon)



Fuente: [www.infojardín.com/fichas/cynodon-dactilon.htm](http://www.infojardín.com/fichas/cynodon-dactilon.htm)

La especie (*Paspalum notatum*). También conocida como Hierba bahía, Bahía grass, Pasto bahía, Zacate bahía, Jenjibrillo, Horqueta, entre otros, (Fig. 28). Es una de las gramíneas más comunes en las regiones de praderas con clima cálido y medio; crece bien en suelos desde ácidos hasta ligeramente alcalinos. Las plantas se extienden mediante rizomas cortos y leñosos, los cuales producen raíces y nuevos retoños en los nudos. Los rizomas forman un césped denso. Los tallos erectos crecen hasta alturas de 15 a 60 cm. Las hojas numerosas y arregladas en corona alrededor de la base tienen de 5 a 25 cm de longitud y de 3 a 8 mm de ancho.

El pasto Bahía pertenece a la tribu Panacea. Su hábitat o medio natural se presenta en regiones de suelos bien drenados con lluvias de altas a medianas. Desde el nivel del mar, hasta los 1800 m de altura, su crecimiento es bajo, de cubierta densa y rígida, de rizomas cortos superficiales, con alta resistencia mecánica, BERNAL USSE, JAVIER (1994).

Figura 28. Foto: Grama Bahía (*Paspalum notatum*)



Fuente: [www.infojardín.com/fichas/paspalum-notatum.htm](http://www.infojardín.com/fichas/paspalum-notatum.htm)

Para el establecimiento del gramado natural tipo combinado en la cancha “Arturo Cumplido Sierra”, se requiere de una serie de trabajos esenciales para conseguir un gramado en óptimas condiciones, como sigue:

- ✓ Acabado de la superficie del terreno deportivo. Consiste en nivelar la superficie de la cancha, eliminar objetos como piedras, terrones y basuras existentes dejándola completamente limpia, facilitándose la siembra y posterior germinación de las semillas.
- ✓ Siembra. El sistema de siembra seleccionado será por semilla con una relación 3:2 que permite crear una mezcla uniforme entre las especies Bermuda-Bahía (*Cynodon dactylon*- *Paspalum notatum*) respectivamente, con una densidad de siembra a razón de 5Lb por cada 100 m<sup>2</sup> (Distribuidora, Semillas La Pradera, 2003), en efecto se requiere en total 600Lb distribuidas en cancha ovoide y semillero (10.500 m<sup>2</sup>). Para ello, es conveniente rastrillar ligeramente la superficie del terreno en línea recta de manera que forme surcos poco profundos, se divide el terreno en cuadrículas y según el área que se elija se va pasando la cantidad de semilla que se necesita distribuyéndose uniformemente, para luego cubrirlo parcialmente con el mismo rastrillo. Terminado el proceso

viene el riego de frecuencia diaria, cuya germinación aparece entre los 7 y 21 días y cuando la grama alcance una altura de 5 a 8 cm se debe pasar un rodillo de 100 kg, a fin de afirmar el suelo y estimular las plántulas a formar un nuevo brote, Hassayon (1986).

- ✓ Control de malezas. A fin de mantener al gramado libre de maleza, se debe inspeccionar con frecuencia el terreno de juego, eliminando manualmente las especies de hoja ancha y aquellas gramíneas consideradas como invasoras, ya que impiden el crecimiento normal de la grama, quitándole su aspecto estético y valor decorativo. Si el área afectada es de gran proporción con maleza de hoja ancha esparcir sobre esta un herbicida selectivo post-emergente, ya sea: Tordón -101, Kurón-M, Esterón, Anikil-4, Malezafín, entre otros.
- ✓ Control de plagas e insectos. Es una batalla que se debe librar el gramado, la más frecuente son las hormigas, los grillos topos, espodópteros y áfidos (trips, loritos y pulgón). Estas deben ser controladas a tiempo, ya que se alimentan de raíces, tallos, hojas y savia elaborada. El daño es irreversible llevando las partes afectadas a la muerte. Para evitar y resolver el problema, se debe detectar los hormigueros y depositar dentro de estos un polvo antihormigas como Lorsban-2.5%, el resto de plagas e insectos se controla usando un producto a base de Cypermitrina en forma esparcida sobre la grama con ayuda de una bomba de espalda.
- ✓ Fertilización. La poda periódica representa una disminución constante de las reservas nutritivas del suelo. Al hacer el balance entre las necesidades nutricionales del gramado y la disponibilidad de nutrientes que el suelo vegetal puede aportar, se tiene, que la deficiencia es muy próxima a las necesidades del gramado (Cuadro 9).

Cuadro 9. Necesidades nutritivas del gramado.

Fertilizantes (Kg/ha/año)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
<b>*Gramado para campo deportivo de utilización frecuente</b>	<b>325</b>	<b>135</b>	<b>200</b>	<b>50</b>
Aporte del suelo	9,075	16,63	11,63	39,6
Déficit	315,9	118,37	188,37	10,4

\*Necesidades nutricionales del gramado de acuerdo a su uso (**ANEXO XVI**)

El plan de fertilización y encalado que el gramado recibirá anualmente, será de 1.100 kg (22 Btos) de fertilizante compuesto (10-20-20) y 650 kg (13 Btos) de Urea-46 %, y deberá encalarse con una aplicación de 700 kg (14Btos) de cal dolomítica (70 % CaCO<sub>3</sub> + 25 % MgCO<sub>3</sub>) para efecto de aportar Magnesio, neutralizar el Sodio presente y mejorar el pH, las aplicaciones se harán en forma manual mediante el método al voleo. El Cuadro 10, muestra el plan fertilización que permitirá el desarrollo vigoroso del gramado para los doce meses del año.

Cuadro 10. Plan de fertilización anual del gramado de la cancha de fútbol "Arturo Cumplido Sierra".

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ACTIVIDAD	U	FC	U	CD	FC	U	-	FC	U	CD	FC	U
DOSIS (kg)	50	275	150	350	275	150	-	275	150	350	275	150

U: Urea

FC: Fertilizante compuesto (10-20-20)

CD: Cal Agrícola Dolomita (70% CaCO<sub>3</sub> y 25% MgCO<sub>3</sub>)

Como el contenido de materia orgánica en el suelo vegetal es deficiente(0.55 %), la Norma UNE 41959-1 IN (2002), recomienda que el contenido óptimo debe guardar una proporción no inferior al 1 %, sin que supere el 3 %, por razones de permeabilidad y de resistencia, es así, que para aumentar el contenido de la materia orgánica del suelo vegetal al 3 %, se requiere un volumen de 36 m<sup>3</sup> de abono orgánico, mejorando la capacidad de intercambio catiónico y la retención de humedad del terreno deportivo.

### 4.3 DISEÑO DEL RIEGO

- ✓ Diseño agronómico. Con relación a la calidad del agua para riego, considerando el contenido de carbonatos y bicarbonatos es mayor del 20% con respecto al total de los aniones, el índice para clasificar el agua acorde con el contenido de sodio es el porcentaje de sodio posible. Según esto, el agua es condicionada por el contenido de sodio. Igualmente, está condicionada por el contenido de sales y cloro (ANEXO XVII). De acuerdo a los análisis planteados anteriormente respecto a los condicionamientos, éstos no presentan restricciones en su uso hacía el tipo de grama, ya que estos toleran altas concentraciones de sales (<http://www.lowes.com>). Además, por la permeabilidad del terreno deportivo y el establecimiento de un drenaje eficiente, el lavado de sales es inminente en épocas de lluvia, manteniéndose el equilibrio del contenido de sales en el suelo vegetal.

El sistema de riego por aspersión semifijo suministrará al suelo vegetal una lámina de agua de 5.8 mm con una frecuencia diaria, para un nivel de reposición del 50 % y una eficiencia del 75 %, con el fin de suplir las necesidades hídricas del gramado en época de sequía y permitir la asimilación de nutrientes que conserven el color verde que la caracteriza. El cuadro 11, contiene los valores que determinan la dosis y frecuencia de riego.

Cuadro 11. Valores que determinan la dosis y frecuencia de riego.

Pr cm	Pre. cm	CC %	PMP %	LAM mm	Hr %	NR %	Ln mm	Lb mm	ETP mm/día	Fr día
10	7.5	11	4	8.66	7.5	50	4.33	5.8	4.5	1

- ✓ Diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión semifijo. El cuadro 12, muestra las características del aspersor seleccionado que proporciona un caudal de 41.40 g.p.m, una intensidad menor

que la infiltración básica del suelo 12.89 mm/h y un diámetro de humedecimiento de 54 m, cumpliendo con el criterio de diseño mostrado en el Cuadro 11.

Cuadro 12. Características del aspersor seleccionado.

ASPERSOR	MODELO	BOQUILLA	CAUDAL	PRESION	DIAMETRO HUM
Circulo variable	NAAN 255/31 ó similar	11,00*3,2mm	41.40 GPM	40 m.c.a	54 m

Es decir, que el módulo de riego que se manejará en la cancha de fútbol del estadio “Arturo Cumplido Sierra” será de tres posiciones; los aspersores que se ubican en el eje de la cancha trabajarán con giros de 360° con un tiempo de riego de 30 minutos, y los que trabajan en los sectores occidental y oriental trabajarán con giro de 180° con tiempo de riego para cada uno de 15 minutos respectivamente (Plano adjunto 6). Quiere decir, que el tiempo de riego total del sistema será de 60 minutos (una hora), (cuadro 13).

Cuadro 13. Tiempos de riego.

SECTOR	POSICIÓN	TIEMPO DE RIEGO(min)
Occidental	1	15
Eje longitudinal ancha	2	30
Oriental	3	15
<b>TOTAL TIEMPO DE RIEGO</b>		<b>60</b>

El cuadro 14, muestra los valores de los diámetros de tubería del sistema, las presiones requeridas en cada nodo y las pérdidas de presión para cada tramo de tubería. El aspersor más alejado es el que se encuentra en el nodo (H15P3), la tubería principal será de 3”, la secundaria de 2”, las terciarias de 1 ¼” localizadas en los segmentos circulares. Además, la parte móvil del sistema trabajará en la posición de riego dos con mangueras tipo incendio de 1 ½” y toma de agua en los hidrantes (H1, H4, H5 y H8). El Plano adjunto 6, muestra la distribución

geométrica y el dimensionamiento de la red de riego en el ovoide.

Cuadro 14. Características hidráulicas de la red de riego.

NODO	TRAMO	LONG. m	CAUDAL gpm	DIAM. plg	TUB. PVC RDE	J m/100m	Hf m/100m	V m/s	Presión de Servicio m	
<b>TUBERÍA SECUNDARIA (Subprincipal)</b>										
H15P3	(H15P3)-5	61	60.1	2	41UZ	3,91	1,53	1,52	42,43	
5	5-2	118	130.5	2	41UZ	10,00	11,87	2,52	43,73	
<b>TUBERÍA PRINCIPAL</b>										
2	2-1	71	207	3	41UZ	5,44	3,86	2,32	52,32	
<b>TUBERIA TERCIARIA EN SEGMENTOS CIRCULARES</b>										
NODO	SECCIÓN	LONG m	CAUDAL gpm	DIAM plg	TUB. PVC RDE	Re	F m/m	Hf m	V m/s	Pres. Servicio m
H11P3	H11P3-5	11	41.4	1 ¼	26 E.Liso	85085	0,0182	1,28	2.20	42.73
HgP2	H9P2 – 4	25	41.4	1 ¼	26 E.Liso	85085	0,0182	2,91	2.20	44.9
H7p1	H7P1 – 3	11	41.4	1 ¼	26 E.Liso	85085	0,0182	1.28	2.20	47.07
<b>MANGUERA TIPO BOMBERO EN LA POSICION MAS EXTRAMA</b>										
NODO	SECCION	LONG m	CAUDAL gpm	DIAMETRO plg	F m/m	Hf m	V m/s	Pres. Servicio m		
H5	H5-P2-5	36	41.4	1 ½	0.0627	4.25	1.28	48.9		

El cuadro 15, muestra que el sistema trabajará con una altura dinámica total de 64.75 m y un caudal total de 207 gpm; con estos valores, se eligió a través de catálogos comerciales la electrobomba con las características técnicas que se aprecian en la tabla 7. En el ANEXO XVIII, se muestran las longitudes equivalentes de los elementos que componen la succión y la descarga.

Cuadro 15. Altura dinámica total.

Pos m	HP m	Hi m	Energía posición	ADI m	hest m	Hs m	ADS m	ADT m	Caudal g.p.m
52.32	3.6	3.39	-1.74	<b>58.23</b>	2.56	3.96	6.52	<b>64.75</b>	<b>207</b>

Tabla 9. Características técnicas de la electrobomba.

<b>BOMBA:</b>		<b>MOTOR:</b>	
TIPO DE BOMBA:	CENTRIFUGA	TIPO:	ELECTRICO
TIPO DE ACOPLA:	MONOBLOQUE	POTENCIA:	24 HP
TIPO DE IMPULSOR:	CERRADO	VELOCIDAD:	3.530 RPM
CANTIDAD DE IMPULSORES:	1	VOLTAJE:	220/440
DIAMETRO DE SUCCION:	3"	FRCUENCIA:	60 CICLOS
DIAMETRO DE DESCARGA:	3"	N° DE FASES	3
T° MAX. DE OPERACION:	70°C	TIPO DE ARRANQ.	DIRECTO Y-Δ

Fuente: Catálogo Barnes de Colombia (ANEXO XIX)

La cabeza neta de succión positiva (NPSH), resultó de 3,22 m para una presión atmosférica de 10,07 m a la altura promedio del lugar 210 m.s.n.m (por cada 304,8 m que se asciende disminuye la presión atm., en 0,33 m) y presión de vapor del agua (Pv) de 0.327 m a 25°C (ANEXOXX). Los diseños de las obras complementarias del sistema riego por aspersión semifijo, se aprecian en el plano adjunto 7, en la que se muestra los detalles para el montaje de los aspersores y acoples, registros, distribución de bombas en la caseta, trazado de la acometida de agua para el riego y la acometida eléctrica para el funcionamiento de las bombas.

## 5. CONCLUSIONES

La cancha ovoide del estadio “Arturo Cumplido Sierra” presenta una diferencia de nivel de 20cm. con respecto al nivel de la pista atlética, por lo que requiere suelo préstamo con características técnicas especificadas por la Norma UNE 41959 IN (2002).

Las propiedades físicas e hidráulicas del suelo presente, no cumplen con las especificaciones de la Norma UNE 41959 IN (2002) y las recomendaciones del Documento INDER Medellín, 2001; ya que los valores de infiltración y permeabilidad están por debajo del valor recomendado.

El suelo vegetal para terreno deportivo deber ser de textura Franco arenosa a Arenosa que permita la infiltración y permeabilidad recomendadas por la Norma UNE 41959 IN (2002). Por lo general estos suelos son de muy baja fertilidad, por lo que se recomienda que se tenga un plan de fertilización y enmiendas adecuadas para el sostenimiento del gramado.

Todo terreno deportivo debe tener un subsuelo permeable que permita el movimiento rápido del agua hacia los drenes y proteja el suelo vegetal. El perfil del terreno deportivo debe diseñarse de tal forma, que almacene la lluvia crítica recomendada por drenaje agrícola.

Con la implementación del sistema drenaje compuesto tipo rejilla y el nuevo perfil del terreno deportivo de la cancha de fútbol “Arturo Cumplido Sierra” se garantizará la realización de partidos en épocas de lluvia, generando un aumento en el tiempo de utilización de éste, acabando con la tradicional suspensión de partidos al momento de ocurrir una lluvia.

Las canchas de fútbol con grama natural, por lo menos deben tener una mezcla de dos o más especies vegetales compatibles entre si, adaptadas a las condiciones climáticas de la zona, al suelo vegetal seleccionado y a las exigencias deportivas. El establecimiento del gramado natural en la cancha del estadio “Arturo Cumplido Sierra” como pulmón verde, contribuirá a la descontaminación ambiental, proporcionando oxígeno y evitando la generación de polvo.

El sistema de siembra por semillas sexual (Bermuda-Bahía) permite distribuir uniformemente las especies seleccionadas en el terreno deportivo, generando el desarrollo uniforme en su tupidez.

Con el gramado se mejora el nivel del fútbol para las escuelas en formación de la ciudad de Sincelejo y de los clubes a nivel profesional.

La distribución del sistema de riego por aspersión semifijo en la cancha del estadio “Arturo Cumplido Sierra” , permitirá una interacción continua entre el operador y la grama, facilitando la detección temprana de algunas anomalías dentro del sistema riego-grama, como son: fugas en la red, presencia de plagas e insectos en el gramado, baches, entre otras.

La condición edáfica del suelo vegetal permite una frecuencia de riego diaria.

Las canchas de fútbol; ya sean en arenillas, con grama artificial o con grama natural, deben estar provistas de un sistema de riego.

Con la materialización de las obras del proyecto, a grandes rasgos, se obtendrá un beneficio social y educativo de la población del departamento, disfrutando de un escenario digno de mostrar a nivel nacional.

## 6. RECOMENDACIONES

Para diseñar el sistema de drenaje en canchas de fútbol, se debe seleccionar un suelo vegetal que cumpla con una infiltración no inferior a 10mm/h y permeabilidad mayor que 1.07 m/día y un subsuelo permeable que permita evacuar el agua hacia los drenes.

Se debe tomar muestras del suelo vegetal cada dos años para programar el nuevo plan de fertilización.

Construir un tanque de almacenamiento de agua con capacidad para 120m<sup>3</sup>, suficiente para dos jornadas de riego.

Para establecer el gramado y mantenerlo atractivo y vigoroso, se debe tener en cuenta una serie de medidas, como son:

- ✓ La cancha de Fútbol no debe pisotearse hasta que el gramado este bien establecido, cuatro meses después de la germinación.
- ✓ Regar diariamente una lámina de 5,8mm de agua, ya sea en las horas de la mañana o bien caída por la tarde.
- ✓ La primera poda debe ser cuando la grama alcance una altura no mayor a los doce centímetros (uno a dos meses después de la germinación). Esta labor se hará dos veces por semana en épocas de lluvia y una vez por semana en época de sequía. Se podará cuando la grama tenga el follaje seco a una altura no mayor de 5 cm, con el fin de mantener a raya el crecimiento, disminuir la

amenaza de malas hierbas y conservar su aspecto estético y decorativo.

- ✓ Punzonado para la aireación del gramado. Se trata de crear agujeros o hendiduras, para que el aire y el agua puedan penetrar en el suelo cuando se presenten problemas de compactación que suele ocurrir de 3 a 5 cm por debajo de la superficie del terreno.
- ✓ Demarcación de la cancha de fútbol. La pintura a utilizar para esta labor será de tipo I Vinilo (color blanco). Las porterías serán pintadas cada seis meses.
- ✓ Utilización máxima de la cancha de fútbol. En época de lluvia es de dos partidos por semana y en época de sequía es de cuatro partidos por semana. Cabe destacar, que cuando el terreno de juego esté húmedo no se permitirá ningún entrenamiento.
- ✓ El gramado debe estar libre de basuras, piedras, objetos que causen deterioro y puedan ser causales de accidentes.
- ✓ Debido al fuerte pisoteo a que se ve sometido el campo de juego van apareciendo espacios desprovistos de vegetación, los cuales llamamos "calvas". Estos deben ser tratados inmediatamente, es decir una vez terminado el partido se debe hacer una revisión para detectarlos y cubrirlos con grama proveniente del semillero, la cual se instalará en bloques o teps de 0.30x0.30 m y 0.05 m de espesor colocándose en contacto con los adyacentes. Inmediatamente después de la colocación del teps debe apisonarse para mejorar el contacto y evitar bolsas de aire para así, obtener una superficie uniforme en donde la grama crezca fácilmente y contrarrestando que el material por debajo del teps sea arrastrado o erosionado con el agua lluvia. Al

terminar esta operación, deberán llenarse las grietas que queden entre los tejs con suelo vegetal proveniente del semillero, cuya proporción será de:

- Sesenta unidades ( Kg. ) o palas de suelo vegetal
  - Dos unidades de abono 1:30:10
  - Sobrante del pasto podado
  - Diez unidades de estolones de grama
  - Cien gramos de semilla tipo combinada (pasto argentina - bahía)
- ✓ Las labores para el control de plagas y enfermedades, estarán a cargo de especialistas en el área, en el momento en que estos casos se presenten.
- ✓ Se debe garantizar la permanencia por lo menos de dos operadores del gramado para que realicen las prácticas anotadas anteriormente.
- ✓ El sistema constructivo en canchas de fútbol con grama natural, debe realizarse de la siguiente manera:
- Limpieza y descapote
  - Nivelación del terreno.
  - Colocación de tuberías de drenaje y riego.
  - Aplicación de material estructural para mejorar la permeabilidad
  - Nivelación y compactación del subsuelo permeable.
  - Aplicación de suelo vegetal.
  - Nivelación y compactación final del suelo vegetal.
  - Siembra y establecimiento del césped.
  - Operación y Mantenimiento de los sistemas.

## BIBLIOGRAFÍA

ANGEL ÁLVAREZ, Mauricio. Diseño de Riego y Manejo de agua en el Campo. Colombia: Ángel AGRO, 2003. pp 25-125

ARIAS HERNÁNDEZ, Antonio. Programa de especialización en ingeniería de regadío. Instituto de Postgrado en vías e ingeniería civil. Popayán: universidad del Cauca. 1994. 233p.

ASOCIACION DE TECNICOS CONSTRUCTORES DE SUCRE. Lista de precios unitarios de mano de obra. Sincelejo. 2002. 14p

BORNAS, Gabriel. Jardinería. Madrid: salvat S.A., 1956. p170 – 210.

BOWLES, Joseph E. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. México: Mc Graw Hill, 1981.

Calefacción de canchas grama natural.2000.<http://www.todoarquitectura.com>

Canchas en arenilla.2002. <http://www.elmeridianodesucre.com>

Cancha grama artificial. 2001. [www.WorldStadiums.com](http://www.WorldStadiums.com)

Canchas grama natural.2001.[www.aegreenkeepers.com/normativa legislacion](http://www.aegreenkeepers.com/normativa_legislacion).

Canchas fútbol con grama natural.2001. [www.mexicoputtinggreens.com/futbol-soccer](http://www.mexicoputtinggreens.com/futbol-soccer).

Canchas con grama artificial. 2002. [www.fedefutbol.com/modules](http://www.fedefutbol.com/modules)

CASTILLO Y LARA, Estimación cuantitativa de las pérdidas potenciales del suelo ocurridas en la Granja el Perico y Ciudadela Universitaria. Sincelejo: et al. 2001. 118p

Disposición riego aspersión canchas.2001. <http://www.elriego.com>

E., JAVIER. Centro de Estudios para la Conservación Integral de la Ladera CECIL-INAT-JICA. 1999

Especies vegetales de acuerdo al clima. 2001.<http://www.lowes.com>

FRIED - BROESSHART y GUERRERO. Fertilización de suelos. 1967-1979

GARAVITO NEIRA, Fabio. Salinidad de suelos y calidad de aguas para riego. IGAC. Bogotá. 1979.

Generalidades grama natural. 2002. <http://www.monje@canal21.com>

Generalidades sobre grama natural. 2002. <http://www.cade.es/>

GOMEZ, A., Alvaro y RIBERA, p., Horacio. Descripción de malezas en poblaciones de café. Chinchiná: Cenicafè, 1987. p64 – 65.

GILES V, Ronal. Mecánica de fluidos e hidráulica, 2° edición. 1970. P296

GILLET, Michel. Las Gramineas Forrajeras. ACRIBIA. Zaragoza España. 1998.

GRASSI, C (1991) Drenaje de Tierras Agrícolas. Mérida, Venezuela: 1ª ed. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT). 1981 pp. 22–57.

GUROVICH R. Luís A. Riego Superficial Tecnificando. Chile: 4ª Edición Alfa Omega. 2001. 616p

HESSAYON, D.G. Césped: manual de cultivo y conservación. Barcelona: Blume. 1986. 104p

IRRIGATION BUSINESS AND TECHNOLOGY. Voice of Irrigation Association. Octubre 1998.

INSTITUTO DE DEPORTE Y RECREACIÓN DE ANTIOQUIA. Manual para construcción de Canchas de Fútbol con Grama y en Arenilla. Medellín. 2001. 18p

INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD Y MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 1995.

LISTA PRECIO SISTEMAS DE TUBERIA Y ACCESORIOS DE PRESION, SANITARIA Y DE DRENAJE, INSUMOS, MATERIALES y EQUIPOS ELÉCTRICOS. PAVCO. 2002.

LUTHIN, James N. Drenaje de Tierras Agrícolas, Teoría y Aplicaciones, México: LIMUSA, 1972. 276 p.

MANUAL TÉCNICO. GEODREN PAVCO. Santa fe de Bogotá D.C., Colombia. 2000. 6P

MANUAL TÉCNICO DE SISTEMAS DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE USO AGRÍCOLA PAVCO S.A. Colombia. 2000. 30p

MANUAL TÉCNICO. Sistema de Tuberías y Accesorios para Alcantarillado NOVAFORT PAVCO S.A. Santa fe de Bogotá. Julio 2000. Pág. 38.

MARQUEZ CARDENAS GABRIEL. Propiedades Ingenieriles de los Suelos, Centro de Publicaciones Universidad Nacional. Medellín, 1982. Pág. 243.

MARTÍNEZ ROMERO, Arnaldo, PATRÓN BENITEZ, Marcelo y ZAGRA GARAY, José. Estudio de Adecuación de la ciudadela Universitaria "Diseño de Obras en áreas con problemas de Drenaje". Sincelejo, Sucre. 1990, 236 Páginas. Trabajo de Grado (Ing. Agr.). Universidad de Sucre. Facultad de Ing. Departamento de Ingeniería Agrícola.

MONJE JIMENEZ, Rafael. Curso Céspedes Deportivos y ornamentales. Sevilla (España).2004

MONSALVE SAENZ, Germán. Hidrología en la Ingeniería. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santa fe de Bogotá, Colombia. 1995. 358 P.

NEUFERT ERNST. Arte de proyectar en Arquitectura. Editorial

Norma Internacional Europea UNE 41959 IN "Construcción de superficies deportivas de hierba natural para campos de fútbol" 2002. <http://www.csd.mec.es/csd/instalaciones/3normasespecTec/1normasNIDE/03Nide2/nide-2-normas-reglamentarias-campos-grandes/01FUT/>

ORSON, Israelsen. Principios y Aplicaciones del riego. Ed. Reverte. Barcelona. 1985.

PEREA ROBERO, Tucidides. Reglamento Oficial Ilustrado del Fútbol. Panamericana Editorial. Bogotá, 2002.

PEREZ CARMONA, Rafael. Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias. 1990.

PILI, Gustavo, S.A. Duodécima Edición. Barcelona.

PIZARRO CABELLO, F. Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Madrid. España: 1ª ed. Editora Agrícola Española S. A., 1974. 520p

REVISTAS: CONSTRUDATA, ALBERTO LAGUNA, Grama, Francia, 1998 (ANALISIS GRÁFICO PARA CANCHAS DE FÚTBOL)

RICO RODRIGUEZ, Alfonso. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. México: LIMUSA. 1999.

SCHMILTT, Heinrich y HEENE, Andrés. Tratado de Construcción, 7ª Edición. Gustavo Pili, S.A., Barcelona. 1998. 744 P.

SECRETARÍA DE DESARROLLO Y OBRAS PÚBLICAS MUNICIPAL. Lista de Precios máximos de contratación. Alcaldía mayor de Sincelejo, enero 2002.

TERZAGHI-CASAGRANDE Y EL U.S ARMY CORPS OF ENGINEERS. MECANICA. Mecánica de suelos.

Utilización especies como grama deportiva. 2000. <http://www.infoagro.com>.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA, Instituto de Postgrados en vías e Ingeniería Civil, Programa de Especialización en Ingeniería de Regadío. Popayán 1994.

VEN TE CHAW. Hidráulica de canales abiertos. México: Diana. 1993. pp159-167

VOICE OF THE IRRIGATION ASSOCIATION. Business Technology. Octubre, 1998. p20.

ZEPEDA, Sergio. Manual Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias, Gas, Aire, Comprimido y Vapor 2da Edición. México: LIMUSA. 2000. 675p.

## GLOSARIO

**Terreno deportivo:** Su estructura, de arriba hacia abajo, está integrada por la cubierta de hierba natural, la capa de enraizamiento, el subsuelo permeable y las tuberías que constituyen la red de drenaje o de riego.

**Gramado:** Es el conjunto de especies vegetales que forman la superficie de césped y que se pueden desarrollar a partir de semillas, esquejes o tepes.

**Suelo vegetal:** Es la capa de enraizamiento permeable, resistente a la carga y con suficiente porosidad para constituir el medio ideal para el desarrollo del sistema radicular del césped. Puede estar compuesta por arena pura, tierra vegetal, mezclas de arena-enmienda orgánica, arena-tierra, o en algunos casos por otros materiales.

**Subsuelo permeable:** Es una serie de capas permeables, situada por debajo del suelo vegetal. Su función es impedir que los materiales más finos del suelo vegetal se introduzcan en la capa de grava y tuberías de drenaje, facilitando el movimiento rápido del agua hacia los drenes.

**Sistema de drenaje:** Es el conjunto de tuberías y materiales necesarios para la captación y evacuación del agua que filtra de las capas superiores. Puede estar constituido por una capa de grava o por rendijas de drenaje con o sin tuberías.

**Bombeo:** Es la inclinación a dos aguas de la superficie del terreno deportivo.

**Semillero:** Área destinada como reserva vegetativa para la obtención de tepes, que se usan en los espacios desprovistos sin grama.

# **ANEXOS**

**Anexo I. Visita estadios de fútbol**



Metropolitano-Barranquilla



Romelio Martínez-Barranquilla



Armando Maestre-Valledupar



Jaime Morón-Cartagena



Atanasio Girardot-Medellín

**Anexo II. Apiques suelo presente**

SUELO CLASE A



Apique N° 1



Apique N° 3

SUELO CLASE B



Apique N° 2



Apique N° 4

### Anexo III. Visitas canteras Departamento Sucre



Flecha sabanas



20 de julio (Galeras)



Medio mundo



Sabanas de Cali

### Anexo IV. Grama en su hábitat natural



Playas de Tolú-Sucre (Pasto Bahía)



Plaza La Cruz (Bermuda)

### Anexo V. Valor promedio de la evapotranspiración

TABLA DE APROXIMACIÓN DE VALORES DE LA E.T.P.			
CLIMA	TEMPERATURA PROMEDIO EN °C	HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO	ETP mm/día
Fresco/húmedo	<20	>50%	2,5
Fresco/seco	<20	<50%	3,5
Moderado/seco	20-30	>50%	4,5
Moderado/húmedo	20-30	<50%	5,0
Cálido/húmedo	30-38	>50%	6,3
Cálido/seco	30-38	<50%	7,0
Muy cál./hum	>38	>50%	8,0
Muy cál./seco	>38	<50%	9,0

Fuente: [www.elriego.com/informa\\_te/abacos/coeficiente\\_cultivo.htm](http://www.elriego.com/informa_te/abacos/coeficiente_cultivo.htm)

### Anexo VI. Factor Chirstiansen por número salida

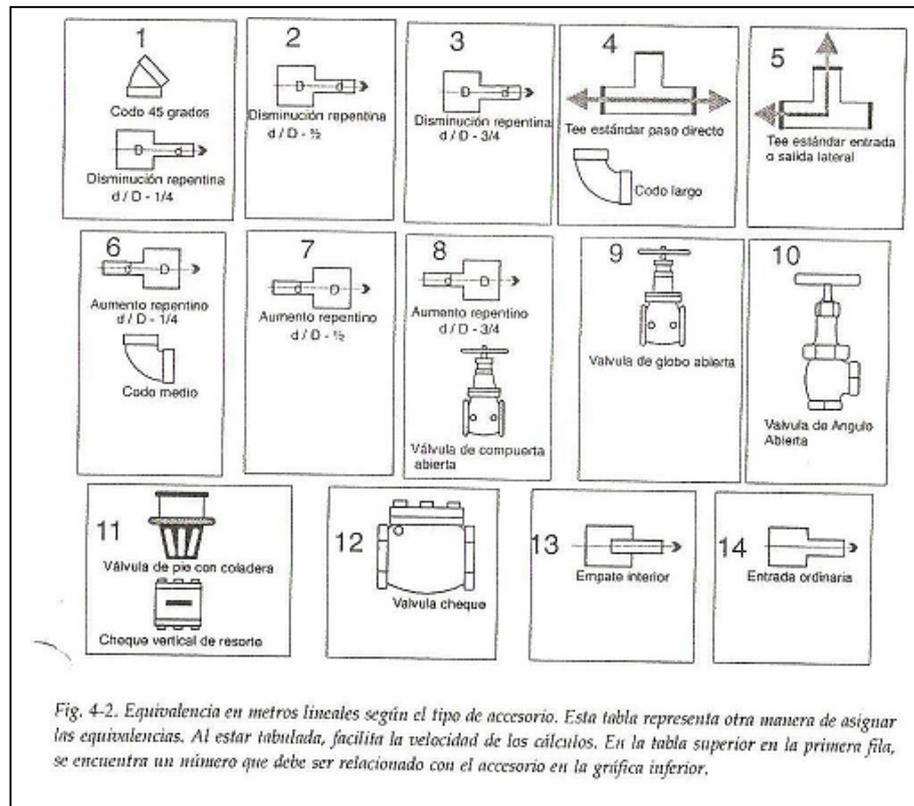
Nº de salidas	F	Nº de salidas	F	Nº de salidas	F
1	1,000	11	0,400	22	0,380
2	0,640	12	0,390	24	0,380
3	0,535	13	0,390	26	0,370
4	0,490	14	0,390	28	0,370
5	0,460	15	0,380	30	0,370
6	0,440	16	0,380	35	0,370
7	0,430	17	0,380	40	0,360
8	0,420	18	0,380	50	0,360
9	0,410	19	0,380	100	0,360
10	0,400	20	0,380	Más de 100	0,351

Fuente: ANGEL ALVAREZ, Mauricio. Ángel AGRO. 2003

### Anexo VII. Longitudes equivalentes en metro de tubería rectilínea para cálculo de pérdida

Diametro nominal														
mm	pulgadas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13	1/2	0.20	0.14	0.08	0.27	0.83	0.48	0.28	0.08	4.90	2.60	3.60	1.10	0.45
19	3/4	0.28	0.22	0.09	0.40	1.25	0.70	0.40	0.09	6.70	3.60	5.60	1.60	0.60
25	1	0.38	0.29	0.18	0.53	1.80	0.80	0.50	0.16	8.20	4.60	7.30	2.10	0.75
32	1-1/4	0.49	0.37	0.23	0.65	2.30	1.10	0.70	0.23	11.30	5.60	10.00	2.70	1.00
38	1-1/2	0.55	0.43	0.26	0.75	2.70	1.30	0.80	0.26	13.40	6.70	11.60	3.20	1.20
50	2	0.75	0.54	0.35	1.00	3.80	1.60	1.00	0.35	* 17.40	8.50	14.00	4.20	1.50
64	2-1/2	0.90	0.70	0.45	1.30	4.60	2.00	1.20	0.45	21.00	10.00	17.00	5.20	1.80
75	3	1.10	0.85	0.53	1.60	5.40	2.50	1.40	0.53	26.00	13.00	20.00	6.30	2.20
100	4	1.50	1.15	0.68	2.25	7.00	3.30	1.90	0.68	34.00	17.00	23.00	8.40	3.20
125	5	2.00	1.40	0.85	2.80	8.90	4.00	2.40	0.85	43.00	21.00	30.00	10.40	4.00
150	6	2.40	1.75	1.00	3.30	10.50	5.00	2.90	1.00	51.00	26.00	39.00	12.50	5.00
200	8	3.10	2.40	1.40	4.50	14.00	6.00	3.50	1.40	67.00	34.00	52.00	15.00	6.00
250	10	4.00	3.00	1.80	5.40	17.50	8.00	5.00	1.60	85.00	43.00	65.00	20.00	7.50
300	12	4.80	3.50	2.20	6.00	22.00	9.50	5.60	2.20	102.00	51.00	78.00	24.00	9.00

Tabla 4.2. Longitudes equivalentes en metros según accesorio.



Fuente: ANGEL ALVAREZ, Mauricio. 2003

### Anexo VIII. Carteras topográficas de planimetría

#### CARTERA DE CÁLCULO DE LA POLIGONAL

Δ	ANGULO	CORRECCION	ANGULO	AZIMUT	NS	RUMBO	EW	E-SENO-W	DISTANCIA	PROYECCIONES				COORDENADAS	
	OBSERVADO		CORREGIDO					E-COS-S		(m)	E(+)	W(-)	N(+)	S(-)	E
1				283° 23' 00"	N	76° 27' 00"	W	0,9721658 0,2342938	51,05		0,9 49,629	-0,7 11,96		300	100
2	228°59'	18,75"	228°59'18,75"	332° 22' 18,75"	N	27° 37' 41,25"	W	0,4637309 0,8859761	82,3		0,7 38,165	-4,3 72,916		250,3701	111,9593
3	197°45'	18,75"	197°45'18,75"	350° 0 7' 37,5"	N	9° 52' 22,50"	W	0,1714634 0,9851905	94,68		0,3 16,234	-5,5 93,277		212,2043	184,871
4	255°44'30"	18,75"	255°44'48,75"	65° 52' 26,25"	N	65° 52' 26,25"	E	0,9126485 0,4087453	105,1	-1,7 95,919		-2,5 42,959		195,9697	278,1425
5	256°34'	18,75"	256°34'18,75"	142° 26' 45"	S	37° 33' 15"	E	0,6095112 0,7927774	51,65	-0,6 31,481		2,4 40,946		291,887	321,099
6	199°51'	18,75"	199°51'18,75"	162° 18' 3,75"	S	17° 41' 56,25"	E	0,3040157 0,952667	133,4	-0,7 40,556		7,5 127,085		323,3686	280,1506
7	208°21'	18,75"	208°21'18,75"	190° 39' 22,55"	S	10° 39' 22,50"	W	0,1849163 0,9827543	31,42		0,1 5,81	1,8 30,878		363,9239	153,0581
8	238° 27'	18,75"	238° 27' 18,75"	249° 06' 41,25"	S	69° 06' 41,25"	W	0,9342758 0,3565512	62,2		1 58,112	1,3 22,177		358,1138	122,1783
1	214° 16'	18,75"	214° 16' 18,75"	283° 23' 00"										300	100
										0,003	0,003	-0,013	0,013		
	1799° 57' 30"	18,75"	180° 00' 00"						611,8	167,956	197,95	221,112	221,086		

No DE VERTICES (n) = 8

E = 167,956

N = 221,112

Longitud poligonal

SUMA TEORICA (180(N+2)) = 1800

W = 167,950

S = 221,086

Error EW + NS = 26,68 mm

SUMA OBTENIDA 1799° 57' 30"

EW = 0,006

NS = 0,026

Cierre obtenido = 23.368,98 m

ERROR DEL ANGULO = 0° 02' 30"

E + W = 335,906

N + S = 442,198

Cierre especificado = 10.000

ERROR MAXIMO PERMISIBLE = 1' 8" = 2° 49' 42"

Corrección EW

Corrección NS

## CARTERA DE DETALLES EXTERNOS POLIGONAL CERRADA

ESTACION $\Delta$	PUNTO DE OBSERVACION	DISTANCIA (m)	ANGULO
1			
	a	28,8	229° 08' 00"
	b	7,42	277° 40' 00"
	b'	7,42	306° 01' 00"
	c	22,61	350° 00' 00"
	d	2,9	143° 00' 00"
	d'	7,9	143° 00' 00"
	e	7,98	321° 10' 00"
2			
	a	5	291° 51' 00"
	a'	9	291° 51' 00"
3			
	a	27,45	8° 41' 00"
	b	2,13	164° 01' 00"
	c	4	251° 00' 00"
	c'	6	262° 28' 00"
	d	9	329° 18' 00"
	e	16,42	341° 05' 00"
	f	15,8	347° 05' 00"
	g	23,5	354° 01' 00"
	h	23,3	357° 16' 00"
	i	12,1	206° 20' 00"
6			
	a	33,4	3° 21' 00"
	a'	34,25	9° 58' 00"
	b	6,3	229° 01' 00"
	c	6,8	309° 02' 00"



## CARTERA DE DETALLES INTERNOS POR RADIACION

Δ	O	DIST. m	AZIMUT	Δ	O	DIST. m	AZIMUT
g'					s	57,60	286°10'00"
	a	39,23	46°01'00"		t	16,08	331°02'00"
	b	39,69	57°53'00"		t'	16,70	357°01'00"
	b'	49,28	60°46'08"		u	36,21	263°48'00"
	c	57,00	55°38'30"		u'	45,80	260°52'00"
	c'	62,70	56°43'00"		v	42,30	344°06'00"
	d	75,50	77°53'00"		v'	52,00	344°06'00"
	d'	73,17	78°48'00"	10'			
	f	74,52	84°20'10"		i		64°31'00"
	f'	64,15	86°58'09"		i'		66°02'00"
	e	71,00	82°59'30"		j		71°40'00"
	g	67,63	93°01'00"		j'		73°74'00"
	g'	70,91	92°01'00"		k		88°40'00"
	h	69,91	96°02'00"		l		105°01'00"
	h'	73,00	94°59'00"		n	38,90	102°31'00"
	i	75,86	104°10'00"		n'	48,60	99°57'00"
	i'	78,78	103°01'00"		o	38,78	116°21'00"
	j	83,11	107°05'00"		o'	37,39	241°57'00"
	j'	88,99	104°39'00"		p	17,78	167°30'00"
	k	91,13	121°01'00"		p'	17,80	191°48'00"
	l	102,72	127°31'10"		r	36,85	259°02'00"
	m	60,51	97°58'00"		r'	46,65	261°01'00"
	m'	61,48	98°57'00"		x	48,80	177°10'00"
	10'	72,40	159°10'00"		x'	53	177°10'00"
	a'	35,88	276°40'00"				

CARTERA DE NIVELACION DEL SUELO PRESENTE  
CUADRICULA (10X10)m

O	A (+)	I (-)	Altura del equipo	Cota (m)
BM	0,51		200,51	200,000
→ A				
1		1,500		199,010
2		1,570		198,940
3		1,543		198,967
4		1,568		198,942
5		1,530		198,980
6		1,494		199,016
7		1,479		199,031
8		1,470		199,040
9		1,490		199,020
10		1,508		199,002
11		1,527		198,983
12		1,543		198,967
13		1,541		198,969
14		1,586		198,924
15		1,650		198,860
16		1,684		198,826
← B				
1		1,644		198,886
2		1,690		198,820
3		1,578		198,932
4		1,522		198,938
5		1,510		199,000
6		1,504		199,008
7		1,507		199,003
8		1,489		199,021
9		1,503		199,007
10		1,518		198,992
11		1,518		198,992
12		1,524		198,986
13		1,548		198,962
14		1,575		198,350
15		1,585		198,925
16		1,685		198,825
17		1,465		199,045

CARTERA DE NIVELACION DEL SUELO PRESENTE  
CUADRICULA (10X10)m

C ▶			
1		2,080	198,430
2		1,720	198,790
3		1,610	198,900
4		1,573	198,937
5		1,550	198,960
6		1,596	198,914
7		1,521	198,989
8		1,540	198,970
9		1,528	198,982
10		1,520	198,990
11		1,530	198,980
12		1,500	199,010
13		1,486	199,024
14		1,518	198,992
15		1,511	198,999
16		1,518	198,992
17		1,655	198,855
18		1,725	198,785
19		1,950	198,560

CARTERA DE NIVELACION DEL SUELO PRESENTE  
CUADRICULA (10X10)m

O	A (+)	I (-)	ltura del equip	Cota (m)
← D				
1		1,790		198,720
2		1,824		198,686
3		1,512		198,998
4		1,510		199,000
5		1,515		198,995
6		1,510		199,000
7		1,500		199,001
8		1,490		199,020
9		1,510		199,000
10		1,522		198,988
11		1,548		198,962
12		1,546		198,964
13		1,560		198,950
14		1,565		198,945
15		1,559		198,951
16		1,600		198,910
17		1,629		198,881
18		1,742		198,768
19		1,823		198,687
→ E				
1		1,800		198,710
2		1,755		198,755
3		1,640		198,870
4		1,660		198,850
5		1,634		198,876
6		1,630		198,880
7		1,590		198,920
8		1,580		198,930
9		1,538		198,972
10		1,525		198,985
11		1,500		199,010
12		1,460		199,050
13		1,470		199,040
14		1,490		199,020
15		1,504		199,006
16		1,500		199,010
17		1,559		198,951
18		1,820		198,690
19		1,625		198,885

CARTERA DE NIVELACION DEL SUELO PRESENTE  
CUADRICULA (10X10)m

← F				
1		1,564		198,946
2		1,850		198,660
3		1,500		199,010
4		1,470		199,040
5		1,494		199,016
6		1,500		199,010
7		1,520		198,990
8		1,521		198,989
9		1,546		198,964
10		1,573		198,937
11		1,612		198,898
12		1,645		198,865
13		1,666		198,844
14		1,662		198,848
15		1,664		198,846
16		1,680		198,830
17		1,660		198,850
18		1,780		198,730

CARTERA DE NIVELACION DEL SUELO PRESENTE  
CUADRICULA (10X10)m

O	A (+)	I (-)	ltura del equip	Cota (m)
19		1,9		
BM	0,509		200,509	200
→ G				
1		1,964		198,545
2		1,785		198,724
3		1,790		198,719
4		1,713		198,796
5		1,738		198,771
6		1,747		198,762
7		1,718		198,761
8		1,681		198,828
9		1,649		198,860
10		1,607		198,902
11		1,576		198,933
12		1,545		198,964
13		1,548		198,961
14		1,539		198,970
15		1,518		198,990
16		1,449		199,060
17		1,500		199,009
18		1,702		198,807
19		1,505		199,004
← H	5 (m)			
1		1,567		198,942
2		1,507		199,002
3		1,680		198,829
4		1,460		199,049
5		1,456		198,963
6		1,578		198,931
7		1,594		198,915
8		1,623		198,886
9		1,648		198,861
10		1,664		198,845
11		1,700		198,809
12		1,727		198,782
13		1,773		198,736
14		1,790		198,719
15		1,780		198,729
16		1,740		198,769
17		1,772		198,737
18		1,890		198,619

CARTERA DE NIVELACION DEL SUELO PRESENTE  
CUADRICULA (10X10)m

→	I	5 (m)		
	1		1,920	198,589
	2		1,749	198,760
	3		1,752	198,757
	4		1,808	198,701
	5		1,860	198,649
	6		1,870	1968,639
	7		1,820	198,689
	8		1,824	198,685
	9		1,780	198,729
	10		1,748	198,761
	11		1,730	198,779
	12		1,728	198,781
	13		1,742	198,767
	14		1,716	198,793
	15		1,655	198,854
	16		1,490	199,019

O	A (+)	I (-)	Altura del equipo	Cota (m)
17	(5m)	1,510		198,999
←	J			
	1	1,492		199,017
	2	1,535		198,974
	3	1,680		198,829
	4	1,660		198,849
	5	1,675		198,834
	6	1,688		198,821
	7	1,700		198,809
	8	1,712		198,797
	9	1,770		198,739
	10	1,830		198,679
	11	1,828		198,681
	12	1,878		198,631
	13	1,818		198,691
	14	1,705		198,801
	15	1,884		198,625

## Anexo IX. Cartera y cálculos de nivelación cancha ovoide

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO  
 CALCULO DE CORTES Y RELLENO (Nivelación con Bombeo de 0,5%)  
 Área de Juego (Sección Rectangular)

PERFIL - LADO	ESTACA	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA DISEÑO	CORTE	RELLENO
4'- Occidental	4'-E (eje)	Ko+00	198,870	198,980		0,110
	4'- D	(+) 10	198,943	198,930	-0,013	
	4'- C	(+)20	198,956	198,880	-0,076	
	4'-B	(+)30	198,933	198,83	-0,103	
	4'-bordillo	(+)34,6	198,947	198,800	-0,147	
Oriental	4'-E (eje)	Ko+00				
	4'-F	(+) 10	198,842	198,930		0,088
	4'-G	(+)20	198,778	198,880		0,102
	4'-H	(+)30	198,740	198,83		0,090
	4'-bordillo	(+)34,6	198,730	198,800		0,070
5-Occidental	5-E (eje)	Ko+00	198,876	198,980		0,104
	5-D	(+) 10	198,951	198,930	-0,021	
	5-C	(+)20	198,960	198,880	-0,080	
	5-B	(+)30	198,935	198,83	-0,105	
	5-bordillo	(+)35	198,952	198,800	-0,152	
Oriental	5-E(eje)	Ko+00				
	5-F	(+) 10	198,846	198,930		0,084
	5-G	(+)20	198,771	198,880		0,109
	5-H	(+)30	198,729	198,83		0,101
	5-bordillo	(+)35,3	198,714	198,800		0,086
6-Occidental	6-E(eje)	Ko+00	198,880	198,980		0,100
	6-D	(+)10	198,945	198,930	-0,015	
	6-C	(+)20	198,914	198,880	-0,034	
	6-B	(+)30	198,962	198,83	-0,132	
	6-bordillo	(+)36	198,950	198,800	-0,150	
Oriental	6-E(eje)	Ko+00				
	6-F	(+)10	198,848	198,930		0,082
	6-G	(+)20	198,762	198,880		0,118
	6-H	(+)30	198,719	198,83		0,111
	6-bordillo	(+)36	198,676	198,800		0,124
7-Occidental	7- E(eje)	Ko+00	198,92	198,980		0,060
	7-D	(+)10	198,950	198,930	-0,020	
	7-C	(+)20	198,989	198,880	-0,109	
	7-B	(+)30	198,986	198,83	-0,156	
	7-bordillo	(+)36	198,982	198,800	-0,182	
Oriental	7-E(eje)	Ko+00				
	7-F	(+)10	198,844	198,930		0,086
	7-G	(+)20	198,791	198,880		0,089
	7-H	(+)30	198,736	198,83		0,094
	7-bordillo	(+)36	198,675	198,800		0,125
8-Occidental	8-E(eje)	Ko+00	198,930	198,980		0,050
	8-D	(+)10	198,964	198,930	-0,034	
	8-C	(+)20	198,970	198,880	-0,090	
	8-B	(+)30	198,992	198,83	-0,162	
	8-bordillo	(+)36	199,006	198,800	-0,206	
<b>SUBTOTAL <math>\Sigma</math> CORTES Y RELLENOS Área de Juego</b>					<b>-1,987</b>	<b>1,983</b>

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO  
 CALCULO DE CORTES Y RELLENO (Nivelación con Bombeo de 0,5%)  
 Área de Juego (Sección Rectangular)

PERFIL - LADO	ESTACA	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA DISEÑO	CORTE	RELLENO
13-Occidental	13-E(eje)	Ko+00	199,04	198,980	-0,060	
	13-D	(+)10	199,010	198,930	-0,080	
	13-C	(+)20	199,024	198,880	-0,144	
	13-B	(+)30	199,008	198,83	-0,178	
	13-bordillo	(+)36	198,994	198,800	-0,194	
Oriental	13-E(eje)	Ko+00				
	13-F	(+)10	198,990	198,930	-0,060	
	13-G	(+)20	198,961	198,880	-0,081	
	13-H	(+)30	198,915	198,83	-0,085	
	13-bordillo	(+)36	198,813	198,800	-0,013	
14-Occidental	14 -E(eje)	Ko+00	199,020	198,980	-0,040	
	14-D	(+)10	199,000	198,930	-0,070	
	14-C	(+)20	198,992	198,880	-0,112	
	14-B	(+)30	199,000	198,83	-0,170	
	14-bordillo	(+)36	198,98	198,800	-0,180	
Oriental	14 -E(eje)	Ko+00				
	14-F	(+)10	199,010	198,930	-0,080	
	14-G	(+)20	198,970	198,880	-0,090	
	14-H	(+)30	198,931	198,83	-0,101	
	14-bordillo	(+)36	198,801	198,800	-0,001	
15-Occidental	15 -E(eje)	Ko+00	199,006	198,980	-0,026	
	15-D	(+)10	198,995	198,930	-0,065	
	15-C	(+)20	198,999	198,880	-0,119	
	15-B	(+)30	198,988	198,83	-0,158	
	15-bordillo	(+)36	198,981	198,800	-0,181	
Oriental	15 -E(eje)	Ko+00				
	15-F	(+)10	199,016	198,930	-0,086	
	15-G	(+)20	198,990	198,880	-0,110	
	15-H	(+)30	198,963	198,83	-0,133	
	15-bordillo	(+)36	198,837	198,800	-0,037	
15'-Occidental	15'-E(eje)	Ko+00	199,007	198,980	-0,027	
	15'-D	(+)10	198,997	198,930	-0,067	
	15'-C	(+)20	198,997	198,880	-0,117	
	15'-B	(+)30	198,967	198,83	-0,137	
	15'-bordillo	(+)36	198,964	198,800	-0,164	
Oriental	15'-E(eje)	Ko+00				
	15'-F	(+)10	199,023	198,930	-0,093	
	15'-G	(+)20	199,010	198,880	-0,130	
	15'-H	(+)30	198,985	198,83	-0,155	
	15'-bordillo	(+)36	198,864	198,800	-0,064	
<b>SUBTOTAL <math>\Sigma</math> CORTES Y RELLENOS Area de Juego</b>					<b>-3,608</b>	<b>0,000</b>

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO  
 CALCULO DE CORTES Y RELLENO (Nivelación con Bombeo de 0,5%)  
 Área de Juego (Sección Rectangular)

PERFIL - LADO	ESTACA	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA DISEÑO	CORTE
13-Occidental	13-E(eje)	Ko+00	199,04	198,980	-0,060
	13-D	(+)10	199,010	198,930	-0,080
	13-C	(+)20	199,024	198,880	-0,144
	13-B	(+)30	199,008	198,83	-0,178
	13-bordillo	(+)36	198,994	198,800	-0,194
Oriental	13-E(eje)	Ko+00			
	13-F	(+)10	198,990	198,930	-0,060
	13-G	(+)20	198,961	198,880	-0,081
	13-H	(+)30	198,915	198,83	-0,085
	13-bordillo	(+)36	198,813	198,800	-0,013
14-Occidental	14 -E(eje)	Ko+00	199,020	198,980	-0,040
	14-D	(+)10	199,000	198,930	-0,070
	14-C	(+)20	198,992	198,880	-0,112
	14-B	(+)30	199,000	198,83	-0,170
	14-bordillo	(+)36	198,98	198,800	-0,180
Oriental	14 -E(eje)	Ko+00			
	14-F	(+)10	199,010	198,930	-0,080
	14-G	(+)20	198,970	198,880	-0,090
	14-H	(+)30	198,931	198,83	-0,101
	14-bordillo	(+)36	198,801	198,800	-0,001
15-Occidental	15 -E(eje)	Ko+00	199,006	198,980	-0,026
	15-D	(+)10	198,995	198,930	-0,065
	15-C	(+)20	198,999	198,880	-0,119
	15-B	(+)30	198,988	198,83	-0,158
	15-bordillo	(+)36	198,981	198,800	-0,181
Oriental	15 -E(eje)	Ko+00			
	15-F	(+)10	199,016	198,930	-0,086
	15-G	(+)20	198,990	198,880	-0,110
	15-H	(+)30	198,963	198,83	-0,133
	15-bordillo	(+)36	198,837	198,800	-0,037
15'-Occidental	15'-E(eje)	Ko+00	199,007	198,980	-0,027
	15'-D	(+)10	198,997	198,930	-0,067
	15'-C	(+)20	198,997	198,880	-0,117
	15'-B	(+)30	198,967	198,83	-0,137
	15'-bordillo	(+)36	198,964	198,800	-0,164
Oriental	15'-E(eje)	Ko+00			
	15'-F	(+)10	199,023	198,930	-0,093
	15'-G	(+)20	199,010	198,880	-0,130
	15'-H	(+)30	198,985	198,83	-0,155
	15'-bordillo	(+)36	198,864	198,800	-0,064
<b>SUBTOTAL <math>\Sigma</math> CORTES Y RELLENOS Área de Juego</b>					<b>-3,608</b>

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO  
CALCULO DE CORTES Y RELLENO  
Sección Segmento Circular (Sur)

PERFIL	ESTACA	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA DISEÑO	CORTE	RELLENO
B	B-4'	Ko+00	198,933	198,830	-0,103	
	B-4	(+)7,5	198,925	198,808	-0,117	
	B-bordillo	(+)10,5	198,909	198,800	-0,109	
C	C-4'	Ko+00	198,956	198,88	-0,076	
	C-4	(+)7,5	198,937	198,851	-0,086	
	C-3	(+)17,5	198,900	198,812	-0,088	
	C-bordillo	(+) 20,5	198,887	198,800	-0,087	
D	D-4'	Ko+00	198,943	198,93	-0,013	
	D-4	(+) 7,5	198,910	198,891	-0,019	
	D-3	(+)17,5	198,881	198,84	-0,041	
	D-bordillo	(+)25,2	198,815	198,800	-0,015	
E (eje)	E-4'	Ko+00	198,870	198,980		0,110
	E-4	(+)7,5	198,850	198,929		0,079
	E-3	(+) 17,5	198,870	198,861	-0,009	
	E-bordillo	(+) 26,5	198,786	198,800		0,014
F	F-4'	Ko+00	198,842	198,93		0,088
	F-4	(+) 7,5	198,830	198,891		0,061
	F-3	(+)17,5	198,850	198,84	-0,01	
	F-bordillo	(+)25,2	198,778	198,800		0,022
G	G-4'	Ko+00	198,778	198,88		0,102
	G-4	(+)7,5	198,796	198,851		0,055
	G-3	(+)17,5	198,719	198,812		0,093
	G-bordillo	(+) 20,5	198,720	198,800		0,080
H	H-4'	Ko+00	198,740	198,830		0,090
	H-4	(+)7,5	198,769	198,808		0,039
	H-bordillo	(+)10,5	198,764	198,800		0,036
<b>SUBTOTAL <math>\Sigma</math> CORTES Y RELLENOS Segmento Circular (Sur)</b>					<b>-0,773</b>	<b>0,869</b>

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO  
CALCULO DE CORTES Y RELLENO  
Sección Segmento Circular (Norte)

PERFIL	ESTACA	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA DISEÑO	CORTE	RELLENO
B	B-15'	Ko+00	198,967	198,830	-0,137	
	B-16	(+)7,5	198,932	198,808	-0,124	
	B-bordillo	(+)10,5	198,898	198,800	-0,098	
C	C-15'	Ko+00	198,997	198,88	-0,117	
	C-16	(+)7,5	198,992	198,851	-0,141	
	C-17	(+)17,5	198,855	198,812	-0,043	
	C-bordillo	(+) 20,5	198,847	198,800	-0,047	
D	D-15'	Ko+00	198,997	198,93	-0,067	
	D-16	(+) 7,5	199,000	198,891	-0,109	
	D-17	(+)17,5	198,998	198,84	-0,158	
	D-bordillo	(+)25,2	198,797	198,800		0,003
E	E-15'	Ko+00	199,007	198,980	-0,027	
	E-16	(+)7,5	199,010	198,929	-0,081	
	E-17	(+) 17,5	198,951	198,861	-0,090	
	E-bordillo	(+) 26,5	198,732	198,800		0,068
F	F-15'	Ko+00	199,023	198,93	-0,093	
	F-16	(+) 7,5	199,040	198,891	-0,149	
	F-17	(+)17,5	199,010	198,84	-0,170	
	F-bordillo	(+)25,2	198,744	198,800		0,056
G	G-15'	Ko+00	199,010	198,88	-0,130	
	G-16	(+)7,5	199,060	198,851	-0,209	
	G-17	(+)17,5	199,009	198,812	-0,197	
	G-bordillo	(+) 20,5	198,935	198,800	-0,135	
H	H-15'	Ko+00	198,985	198,830	-0,155	
	H-16	(+)7,5	199,049	198,808	-0,241	
	H-bordillo	(+)10,5	198,939	198,800	-0,139	
<b>SUBTOTAL <math>\Sigma</math> CORTES Y RELLENOS Segmento Circular (Norte)</b>					<b>-2,857</b>	<b>0,127</b>
<b>TOTAL <math>\Sigma</math> CORTES Y RELLENOS EN EL OVOIDE</b>					<b>-11,940</b>	<b>3,429</b>

Volumen corte en el ovoide =  $\text{Area}/N (Hc^2/Hc+Hr)$

Volumen corte en el ovoide=  $10\ 047,5\ \text{m}^2/155 (11,94^2/11,94\ \text{m}+3,429\ \text{m})$

**Volumen de corte en la nivelación del ovoide= 601,29 m<sup>3</sup>**

Volumen de relleno en el ovoide=  $\text{Area}/N (Hr^2/Hc+Hr)$

Volumen de relleno en el ovoide=  $10\ 047,5\ \text{m}^2/155 (3,429^2/11,94\ \text{m}+3,429\ \text{m})$

**Volumen de relleno en el ovoide = 49,59m<sup>3</sup>**

**Volumen de retiro en la nivelación del ovoide = 551,70 m<sup>3</sup> (Material sobrante)\***

Establecidos los niveles de diseño de la cancha ovoide, vemos que se requiere un nivel de material de préstamo seleccionado de 0,20 m en toda el área.

**ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**  
 Corte adicional en el Área de juego (sección rectangular) de 0.10 m para completar la  
 profundidad del nuevo suelo.  
 Área de Juego (Sección Rectangular)

PERFIL	ESTACA	ABSCISA	COTA TERRENO NIVELADO	COTA DISEÑO	CORTE
4'- Occidental	4'-E (eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,10
	4'- D	(+) 10	198,930	198,830	-0,10
	4'- C	(+)20	198,880	198,780	-0,10
	4'-B	(+)30	198,83	198,730	-0,10
	4'-bordillo	(+)34,6	198,800	198,700	-0,10
Oriental	4'-E (eje)	Ko+00			
	4'-F	(+) 10	198,930	198,830	-0,10
	4'-G	(+)20	198,880	198,780	-0,10
	4'-H	(+)30	198,83	198,730	-0,10
	4'-bordillo	(+)34,6	198,800	198,700	-0,10
5-Occidental	5-E (eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,10
	5-D	(+) 10	198,930	198,830	-0,10
	5-C	(+)20	198,880	198,780	-0,10
	5-B	(+)30	198,83	198,730	-0,10
	5-bordillo	(+)35	198,800	198,700	-0,10
Oriental	5-E(eje)	Ko+00			
	5-F	(+) 10	198,930	198,830	-0,10
	5-G	(+)20	198,880	198,780	-0,10
	5-H	(+)30	198,83	198,730	-0,10
	5-bordillo	(+)35	198,800	198,700	-0,10
6-Occidental	6-E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,10
	6-D	(+)10	198,930	198,830	-0,10
	6-C	(+)20	198,880	198,780	-0,10
	6-B	(+)30	198,83	198,730	-0,10
	6-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,10
Oriental	6-E(eje)	Ko+00			
	6-F	(+)10	198,930	198,830	-0,10
	6-G	(+)20	198,880	198,780	-0,10
	6-H	(+)30	198,83	198,730	-0,10
	6-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,10
7-Occidental	7- E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,10
	7-D	(+)10	198,930	198,830	-0,10
	7-C	(+)20	198,880	198,780	-0,10
	7-B	(+)30	198,83	198,730	-0,10
	7-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,10
Oriental	7-E(eje)	Ko+00			
	7-F	(+)10	198,930	198,830	-0,10
	7-G	(+)20	198,880	198,780	-0,10
	7-H	(+)30	198,83	198,730	-0,10
	7-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,10
8-Occidental	8-E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,10
	8-D	(+)10	198,930	198,830	-0,10
	8-C	(+)20	198,880	198,780	-0,10
<b>SUBTOTAL <math>\Sigma</math> CORTES ADICIONAL Area de Juego</b>					<b>-3,90</b>

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO  
Corte adicional en el Área de juego (sección rectangular) de 0.10 m para completar la  
profundidad del nuevo suelo.  
Área de Juego (Sección Rectangular)

PERFIL - LADO	ESTACA	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA DISEÑO	CORTE
	8-B	(+)30	198,83	198,730	-0,10
	8-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,10
8-Oriental	8-E(eje)	Ko+00			
	8-F	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	8-G	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	8-H	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	8-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
9-Occidental	9-E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,100
	9-D	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	9-C	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	9-B	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	9-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
Oriental	9-E(eje)	Ko+00			
	9-F	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	9-G	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	9-H	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	9-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
10-Occidental	10-E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,100
	10-D	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	10-C	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	10-B	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	10-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
Oriental	10-E(eje)	Ko+00			
	10-F	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	10-G	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	10-H	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	10-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
11-Occidental	11-E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,100
	11-D	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	11-C	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	11-B	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	11-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
Oriental	11-E(eje)	Ko+00			
	11-F	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	11-G	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	11-H	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	11-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
12-Occidental	12-E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,100
	12-D	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	12-C	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	12-B	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	12-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
Oriental	12-E(eje)	Ko+00			
	12-F	(+)10	198,930	198,830	-0,100
<b>SUBTOTAL <math>\Sigma</math> CORTES ADICIONAL Area de Juego</b>					<b>-3,900</b>

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO  
Corte adicional en el Área de juego (sección rectangular) de 0.10 m para completar la  
profundidad del nuevo suelo.  
Área de Juego (Sección Rectangular)

PERFIL - LADO	ESTACA	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA DISEÑO	CORTE
	12-G	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	12-H	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	12-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
13-Occidental	13-E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,100
	13-D	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	13-C	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	13-B	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	13-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
Oriental	13-E(eje)	Ko+00			
	13-F	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	13-G	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	13-H	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	13-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
14-Occidental	14 -E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,100
	14-D	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	14-C	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	14-B	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	14-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
Oriental	14 -E(eje)	Ko+00			
	14-F	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	14-G	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	14-H	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	14-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
15-Occidental	15 -E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,100
	15-D	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	15-C	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	15-B	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	15-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
Oriental	15 -E(eje)	Ko+00			
	15-F	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	15-G	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	15-H	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	15-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
15'-Occidental	15'-E(eje)	Ko+00	198,980	198,880	-0,100
	15'-D	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	15'-C	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	15'-B	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	15'-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
Oriental	15'-E(eje)	Ko+00			
	15'-F	(+)10	198,930	198,830	-0,100
	15'-G	(+)20	198,880	198,780	-0,100
	15'-H	(+)30	198,83	198,730	-0,100
	15'-bordillo	(+)36	198,800	198,700	-0,100
<b>SUBTOTAL <math>\Sigma</math> CORTES ADICIONAL Area de Juego</b>					<b>-3,900</b>
<b>TOTAL <math>\Sigma</math> CORTES ADICIONAL Area de Juego</b>					<b>-11,700</b>

Área de Juego (Sección Rectangular)

Volumen de Corte adicional en el Área de Juego = Área/N ( $H_c^2/H_c+H_r$ )

Volumen de Corte adicional en el Área de Juego= 7 560 m<sup>2</sup>/117

(11,70<sup>2</sup>/11,70m+0)

Volumen de retiro adicional en el Área de Juego = 756 m<sup>3</sup> (Material sobrante)\*

#### ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO (AREA DE JUEGO)

Corte para el bombeo a dos aguas al 2% entre las líneas de drenaje proyectadas

LADO	LINEA DRENAJE	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA DISEÑO HIDROAPOYO	CORTE
Occidental	a(eje)	Ko+00	198,880	198,820	-0,060
	Parte aguas	(+)3	198,865	198,865	0,0
	b	(+)6	198,850	198,790	-0,060
	Parte aguas	(+)9	198,835	198,835	0,0
	c	(+)12	198,820	198,760	-0,060
	Parte aguas	(+)15	198,805	198,805	0,0
	d	(+)18	198,79	198,730	-0,060
	Parte aguas	(+)21	198,775	198,775	0,0
	e	(+)24	198,760	198,700	-0,060
	Parte aguas	(+)27	198,745	198,745	0,0
	f	(+)30	198,730	198,670	-0,060
	Parte aguas	(+)33	1978,715	1978,715	0,0
	g	(+)36	198,700	198,640	-0,060
	Oriental	a(eje)	Ko+00		
Parte aguas		(+)3	198,865	198,865	0,0
b'		(+)6	198,850	198,790	-0,060
Parte aguas		(+)9	198,835	198,835	0,0
c'		(+)12	198,820	198,760	-0,060
Parte aguas		(+)15	198,805	198,805	0,0
d'		(+)18	198,79	198,730	-0,060
Parte aguas		(+)21	198,775	198,775	0,0
e'		(+)24	198,760	198,700	-0,060
Parte aguas		(+)27	198,745	198,745	0,0
f'		(+)30	198,730	198,670	-0,060
Parte aguas		(+)33	1978,715	1978,715	0,0
g'		(+)36	198,700	198,640	-0,060

Volumen a cortar en el área de juego producto del bombeo a dos aguas entre las líneas de drenaje proyectadas

Volumen de corte adicional por bombeo de zanja= Área juego \* altura promedio de corte

Volumen de corte adicional por bombeo de zanja =(107\*72) m<sup>2</sup>x(0,06+0,0)m/2

**Volumen de corte adicional por bombeo de zanja = 231,12m<sup>3</sup>**

**Volumen de retiro adicional por bombeo de zanja = 231,12m<sup>3</sup> (material sobrante)\***

CALCULO CORTES Y RELLENO  
Nivelación Pista atlética (Área = 4 236 m<sup>2</sup>)

LINEA	COTA TERRENO	COTA DISEÑO	CORTE	RELLENO
Bordillo interno	198,786	198,970		0,184
	198,815	198,970		0,155
	198,887	198,970		0,083
	198,885	198,970		0,085
	198,909	198,970		0,061
	198,840	198,970		0,130
	198,952	198,970		0,018
	198,950	198,970		0,020
	198,982	198,970	-0,012	
	199,006	198,970	-0,036	
	199,015	198,970	-0,045	
	199,027	198,970	-0,057	
	199,020	198,970	-0,050	
	199,000	198,970	-0,030	
	198,940	198,970		0,030
	198,980	198,970	-0,010	
	198,981	198,970	-0,011	
	198,968	198,970		0,002
	198,934	198,970		0,036
	198,850	198,970		0,120
	198,847	198,970		0,123
	198,797	198,970		0,173
	198,732	198,970		0,238
	198,744	198,970		0,226
	198,735	198,970		0,235
	198,996	198,970	-0,026	
	198,939	198,970		0,031
	198,978	198,970	-0,008	
	198,837	198,970		0,133
	198,861	198,970		0,109
	198,801	198,970		0,169
	198,813	198,970		0,157
	198,799	198,970		0,171
	198,789	198,970		0,181
	198,764	198,970		0,206
	198,724	198,970		0,246
	198,720	198,970		0,250
	198,675	198,970		0,295
	198,676	198,970		0,294
	198,714	198,970		0,256
	198,768	198,970		0,202
	198,764	198,970		0,206
	198,723	198,970		0,247
	198,720	198,970		0,250
	198,778	198,970		0,192
<b>SUBTOTAL Σ CORTES Y RELLENOS</b>			<b>-0,285</b>	<b>5,514</b>

CALCULO CORTES Y RELLENO  
Nivelación Pista atlética (Área = 4 236 m<sup>2</sup>)

LINEA	COTA TERRENO	COTA DISEÑO	CORTE	RELLENO
Bordillo externo	198,717	199,020		0,303
	198,700	199,020		0,320
	198,670	199,020		0,350
	198,948	199,020		0,072
	198,990	199,020		0,030
	198,940	199,020		0,080
	198,670	199,020		0,350
	198,420	199,020		0,600
	198,980	199,020		0,040
	199,016	199,020		0,004
	199,031	199,020	-0,011	
	199,040	199,020	-0,020	
	199,020	199,020		0,000
	199,000	199,020		0,020
	198,985	199,020		0,035
	198,957	199,020		0,063
	198,969	199,020		0,051
	198,924	199,020		0,096
	198,850	199,020		0,170
	198,850	199,020		0,170
	198,710	199,020		0,310
	198,711	199,020		0,309
	198,885	199,020		0,135
	198,946	199,020		0,074
	198,905	199,020		0,115
	199,002	199,020		0,018
	199,010	199,020		0,010
	198,774	199,020		0,246
	198,829	199,020		0,191
	198,849	199,020		0,171
	198,834	199,020		0,186
	198,821	199,020		0,199
	198,809	199,020		0,211
	198,797	199,020		0,223
	198,739	199,020		0,281
	198,679	199,020		0,341
	198,681	199,020		0,339
	198,631	199,020		0,389
	198,691	199,020		0,329
	198,779	199,020		0,241
	198,750	199,020		0,270
	198,653	199,020		0,367
	198,652	199,020		0,368
	198,610	199,020		0,410
<b>SUBTOTAL <math>\Sigma</math> CORTES Y RELLENOS</b>			<b>-0,031</b>	<b>8,487</b>
<b>TOTAL <math>\Sigma</math> CORTES Y RELLENOS</b>			<b>-0,316</b>	<b>14,001</b>

## CALCULO CORTES Y RELLENO

Nivelación Pista atlética (Área = 4 236 m<sup>2</sup>)

Volumen de corte Pista atlética=  $L^2/N (Hc^2/Hc+Hr)$

Volumen de corte Pista atlética=  $4236M^2/89 (0,316^2/0,316m+14,001m)$

Volumen de corte Pista atlética= 0.33 m<sup>3</sup>

Volumen de relleno Pista atlética=  $L^2/N (Hr^2/Hc+Hr)$

Volumen de relleno Pista atlética=  $4 236 m^2/89 (14,001^2/0,316m+14,001m)$

**Volumen de relleno Pista atlética= 651,67 m<sup>3</sup>**

**Volumen requerido para relleno y extendido en la pista atlética= 651,54 m<sup>3</sup>**

\*Esta actividad se realizará con el material sobrante producto de los cortes

### TOTAL CORTES:

Ovoide =	601,29 m <sup>3</sup>
Área de juego (sección rectangular) =	756,00 m <sup>3</sup>
Bombeo hacia los drenes =	231,12 m <sup>3</sup>
Pista atlética =	0,33 m <sup>3</sup>
<b>Total Corte de Terreno =</b>	<b>1578,74 m<sup>3</sup></b>

### TOTAL RELLENO O EXTENDIDO DE MATERIAL DE CORTE:

Ovoide =	49,59 m <sup>3</sup>
Pista atlética =	651,67 m <sup>3</sup>
<b>Total Extendido =</b>	<b>701,26 m<sup>3</sup></b>

### TOTAL RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE:

Ovoide =	551,70 m <sup>3</sup>
Area de juego (sección rectangular) =	756,00 m <sup>3</sup>
Bombeo hacia los drenes =	231,12 m <sup>3</sup>
<b>Total Retiro =</b>	<b>1538,82 m<sup>3</sup> (factor exp. 20%)</b>

## Anexo X. Perfil estratigráfico del suelo presente

### UNIVERSIDAD DE SUCRE FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS RESULTADO DE PERFIL ESTRATIFICADO

PROYECTO: ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE DRENAJE, RIEGO Y GRAMADO DE LA CANCHA DE FÚTBOL "ARTURO CUMPLIDO SIERRA" DE LA CIUDAD DE SINCELEJO.

Localización: ESTADIO DE FUTBOL DE SINCELEJO

Propietario: MUNICIPIO DE SINCELEJO

Fecha: Enero de 2001

### SUELO CLASE A

APIQUE N° 1 (A1)

Ubicación: Construido en la esquina Nor-occidental a 6 m de la línea de banda y 6 m de la línea de meta, con coordenadas geográficas 9° 16' 59.3" Latitud Norte y 75° 24' 50.4" Longitud Oeste.

ESTRATO	PERF.	PROF. (m)	OBSERVACIONES Y CARACTERISTICAS
E1		0.00	Franco arenoso, café oscuro (7.5 YR- 3/2), baja plasticidad y cohesivo, débil, alta reacción al Hcl (10%), pH=7.2, Hn=21.75%, LL=33.29%, Lp=23.63%, IP=9.66%, pasa la malla número 200=67.93%, clasificación según la USC: ML y según la AASHTO: A-4 con un IG=6.6%
		0.10	
E2		0.10	Limoso fino, café oliva (22.5 Y-4/3), medianamente plástico y cohesivo, duro, ligera reacción al Hcl (10%), pH=6.8, %Hn=17.77%, LL=42.31%, Lp=29.45%, Ip=12.86%, pasa la malla número 200= 97.24%; clasificación según la USC: ML y según la AASHTO: A-7-6 con un IG= 9.6
		X	

Suelo 0.80...Fin de la excavación  
Limoso 2.00...Profundidad de verificación de nivel freático  
Denso 2.20...Fin de la perforación

Perfil muy escasamente drenado.

Trabajo grado de Julio Corrales y Yimis Loaiza

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS**

**RESULTADO DE PERFIL ESTRATIFICADO**

PROYECTO: ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE DRENAJE, RIEGO Y GRAMADO DE LA CANCHA DE FÚTBOL "ARTURO CUMPLIDO SIERRA" DE LA CIUDAD DE SINCELEJO.

Localización: ESTADIO DE FUTBOL DE SINCELEJO

Propietario: MUNICIPIO DE SINCELEJO

Fecha: Enero de 2001

**SUELO CLASE B**

APIQUE N° 2 (A2)

Ubicación: Construido a unos 13 metros hacia el sur del centro de la cancha y a unos 7 metros del lado occidental a partir del eje longitudinal de la cancha, con coordenadas 9° 16' 57.8" Latitud Norte y 75° 24' 49" Longitud Oeste.

ESTRATO	PERF.	PROF. (m)	OBSERVACIONES Y CARACTERISTICAS
E1		0.00  X	Arenoso, café amarillento (10YR-5/6), arena fina limosa no plástico, no cohesivo, débil, no reacciona al Hcl (10%), pH= 5.5, Hn = 7.77%, la malla número 200=14.96%, clasificación según la USC: SL y según la AASHTO: A-2-4

Roca	0.30...Fin de la excavación
Arenisca	2.00...Profundidad de verificación de nivel freático
Densa	2.20...Fin de la perforación

Perfil muy escasamente drenado.

Trabajo grado de Julio Corrales y Yimis Loiza

**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS**

**RESULTADO DE PERFIL ESTRATIFICADO**

PROYECTO: ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE DRENAJE, RIEGO Y GRAMADO DE LA CANCHA DE FÚTBOL "ARTURO CUMPLIDO SIERRA" DE LA CIUDAD DE SINCELEJO.

Localización: ESTADIO DE FUTBOL DE SINCELEJO

Propietario: MUNICIPIO DE SINCELEJO

Fecha: Enero de 2001

**SUELO CLASE A**

APIQUE N° 3 (A3)

Ubicación: Construido en la esquina sur-oriental a 6m de la línea de banda y 6m de la línea de meta, con coordenadas 9° 16' 57.5" Latitud Norte y 75° 24' 47.7" Longitud Oeste.

ESTRATO	PERF.	PROF. (m)	OBSERVACIONES Y CARACTERISTICAS
E1		0.00	Franco arenoso, café pardo oscuro (25Y- 4/2) medianamente plástico y cohesivo, débil, ligera reacción al Hcl (10%), pH= 6.8, Hn=15.50%, LL=34.19%, Lp=22.66%, IP=11.53%, pasa la malla número 200=52.99%, clasificación según la USC: CL y según la AASHTO: A-6 con un IG= 4.18
		0.20	
E2		0.20	Limoso grueso, café oscuro amarillento (22.5Y-4/3), con baja plasticidad, cohesivo, suelto, alta reacción al Hcl (10%), pH=7.5, %Hn=14.83%, LL=30%, Lp=21.21%, Ip=8.79%, pasa la malla número 200= 51.56%; clasificación según la USC: CL y según la AASHTO: A-4 con un IG= 3.3
		X	

Suelo	0.80...Fin de la excavación
Limoso	2.00...Profundidad de verificación de nivel freático
Denso	2.20...Fin de la perforación

Perfil muy escasamente drenado.

Trabajo grado de Julio Corrales y Yimis Loaiza

**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS**

**RESULTADO DE PERFIL ESTRATIFICADO**

PROYECTO: ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE DRENAJE, RIEGO Y GRAMADO DE LA CANCHA DE FÚTBOL "ARTURO CUMPLIDO SIERRA" DE LA CIUDAD DE SINCELEJO.

Localización: ESTADIO DE FUTBOL DE SINCELEJO

Propietario: MUNICIPIO DE SINCELEJO

Fecha: Agosto de 1999

**SUELO CLASE B**

APIQUE N° 4 (A4)

Ubicación: Construido en la esquina sur-occidental a 6m de la línea de banda y 6m de la línea de meta, con coordenadas 9° 16' 56.4" Latitud Norte y 75° 24' 49".

ESTRATO	PERF.	PROF. (m)	OBSERVACIONES Y CARACTERISTICAS
E1		0.00	Franco arenoso, gris oscuro (10YR- 4/1), poco o ligeramente plástico y parcialmente cohesivo, débil, mediana reacción al Hcl (10%), pH= 7, %Hn=13.52%, LL=20.26%, Lp=18.53%, IP=1.73%, pasa la malla número 200=34.85%, clasificación según la USC: CL y según la AASHTO: A-2-4 con un IG=0
		0.08	
E2		X	Arenoso, amarillo pálido (2.5Y-1/4), arena fina limosa de poca plasticidad y parcialmente cohesiva, débil, no reacciona al Hcl al 10%, pH=6.5%, %Hn= 9.82%, LL=25.92%, %Lp=18.16%, lp=7.76%, pasa la malla número 200= 46.85%; clasificación según la USC: ML y según la AASHTO: A-4 con un IG= 2.37

Roca	0.30...Fin de la excavación
Arenisca	2.00...Profundidad de verificación de nivel freático
Consolidada	2.20...Fin de la perforación

Perfil muy escasamente drenado.

Trabajo grado de Julio Corrales y Yimis Loaiza

## Anexo XI. Propiedades químicas del suelo presente

### Caracterización Química

Suelo Clase	Identificación	pH	M.O.	P	Ca	Mg	K	Na	Al	CIC	Textura			
	Muestra	l:l	%	p.p.m	meq/100 g de suelo						%A	%L	%Ar	Nombre
A	A1 E1	8,1	0,82	32,64	12,18	7,37	0,04	1,59	.	21,18	52,5	33,7	13,76	FA Fino
		FAL	MB	A	A	MA	MB	MA	.	A				
	A3 E1	8,5	0,79	33,5	13,48	8,09	0,03	1,47	.	23,07	54,62	36,15	9,23	FA
		FAL	MB	A	A	MA	MB	A	.	A				
B	A2 E1	8,91	0,5	6,53	5,63	1,25	0,006	1,07	.	11,25	87,5	7,5	5	A
		MFAL	MB	B	M	MB	MB	A	.	M				
	A4 E1	9,15	0,7	69,69	10,31	2,85	0,02	2,24	.	15,42	70,67	25,33	4	FA Grueso
		MFAL	MB	MA	A	MB	MB	MA	.	M				

FAL: Fuertemente alcalino

MFAL: Muy fuertemente alcalino

### Porcentaje de Saturación de Base

Suelo Clase	Identificación	CICE	Sat.Ca	Sat.Mg	Sat.K	Sat.Na	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	Muestra	meq	%							
A	A1 E1	21,18	57,51	34,8	0,19	7,51	1,65	304,5	184,3	488,75
		A	A	MA	MB	M	Estrecha	D	D	D
	A3 E1	23,07	58,43	35,07	0,13	6,37	1,67	449,3	269,7	719
		A	A	MA	MB	M	Estrecha	D	D	D
B	A2 E1	7,96	50,04	11,11	0,053	9,51	2	938,3	208,3	1146,67
		B	A	M	MB	M	Normal	D	D	D
	A4 E1	15,42	66,86	18,48	0,13	14,53	3,62	515,5	142,5	658
		M	A	M	MB	A	Normal	D	D	D

#### INTERPRETACION DE RESULTADOS

MA: Muy Alto

A: Alto

M: Medio

B: Bajo

MB: Muy Bajo

## Anexo XII Análisis Granulométricos del nuevo perfil del terreno deportivo

**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS**

### ANÁLISIS GRANULOMETRICO -METODO MECANICO

PROYECTO: Estudio para el diseño de drenaje, riego y gramado de la cancha de fútbol "Arturo cumplido sierra".

LOCALIZACION DEL PROYECTO Estadio de fútbol de Sincelejo. Perforación N° A1

DESCRIPCION DEL SUELO: Arenoso café rojizo de Galera Muestra N° E1

PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA 0.0- X cm                      Fecha: Mayo de 2001

PROPIETARIO:

Peso de la muestra seca + recipiente, gr	800
Peso del recipiente. gr	400
Peso de la muestra seca, Ws, (gr)	400
Peso de la muestra lavada, gr	346
Peso del lavado, gr	54

#### Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso retenido (gr)	% retenido	% que pasa
4	4.75	4.60	1.150	98.850
10	2.00	19.50	4.875	93.975
20	0.84	46.80	11.70	82.275
40	0.425	109.50	27.375	54.90
60	0.25	75.30	18.825	36.075
100	0.15	47.20	11.80	24.275
200	0.071	35.30	8.825	15.45
Fondo		6.70		
		$\Sigma = 344.90$		

% que pasa = 100 - suma % retenido

Trabajó de grado: Julio Corrales y Yimis Loaiza

**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS**

ANALISIS GRANULOMETRICO - METODO DEL HIDROMETRO

PROYECTO: Estudio para el diseño drenaje, riego y gramado de la cancha de Fútbol "Arturo cumplido sierra".

LOCALIZACION DEL PROYECTO: Estadio de fútbol de Sincelejo. Muestra suelo E1

DESCRIPCION DEL SUELO: Arenoso café rojizo de Galera. Profundidad de la muestra 0-X cm

REALIZADO POR JULIO CORRALES Y YIMIS LOAIZA\_ Fecha de la práctica Mayo de 2001

ANALISIS DE HIDROMETRO

HIDROMETRO N° 152H Gs de los sólidos = 2.59 a = 1.01.

AGENTE DISPERSANTE Na Po3 (Calgón) cantidad 4% en 125ml Peso de suelo Ws 50.0gr

CORRECCION DE CERO +4.00 Corrección de menisco 1.00

Fecha	Hora de la lectura	Tiempo transcurrido, min	Temp °C	Lectura real de hidrómetro o Ra	Lectura corregida del hidrómetro Rc	% mas fino	Hidrómetro o corregido solo por menisco	L de la tabla 6-5	L/t	K de la tabla 6-4	D, mm	%que pasa
5-6	10:00 AM	1	27	38	36	72.72	39	9.90	9.90	01.0130	0.041	11.24
	10:02	2	27	33	31	62.62	34	10.70	5.35	01.0130	0.030	9.67
	10:03	3	27	30.50	28.50	57.57	31.50	11.15	3.717	01.0130	0.025	8.89
	10:04	4	27	28	26	52.52	29	11.50	2.875	01.0130	0.022	8.11
	10:08	8	27	24	22	44.44	25	12.20	1.525	01.0130	0.016	6.87
	10:16	16	27	21.50	19.50	39.39	22.50	12.60	0.787	01.0130	0.0115	6.09
	10:30	30	27	19.	17	34.34	20	13.00	0.433	01.0130	0.0085	5.31
	11:30	90	27	15.50	13.50	27.27	16.50	13.60	0.151	01.0130	0.0050	4.21
	12:10 PM	130	28	15	13.50	27.27	16.50	13.60	0.1046	0.0128	0.0042	4.21
	3:30 PM	330	28	14	12.50	25.25	15	13.80	0.0418	0.0128	0.0026	3.90
5-7	3:40 PM	1.780	27	12.50	10.50	21.21	13.50	14.10	0.0079	0.0130	0.0011	3.28

$Rc = R \text{ real} - \text{Corrección De Cero} + Cr$        $\% \text{ mas fino} = Rc (a) / Ws D = K \sqrt{L/t}$

Trabajo de grado: Julio Corrales M. y Yimis Loaiza M.

**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS**

ANÁLISIS GRANULOMETRICO -METODO MECANICO

PROYECTO: Estudio para el diseño de drenaje, riego y gramado de la cancha de fútbol "Arturo cumplido sierra".

LOCALIZACION DEL PROYECTO Estadio de fútbol de Sincelejo. Perforación N° A1

DESCRIPCION DEL SUELO: Arena media de Chinulito, Muestra N° E2 superior

PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA 0.0- X cm      fecha: Julio de 2000

PROPIETARIO:

Peso de la muestra seca + recipiente, gr	900
Peso del recipiente. gr	400
Peso de la muestra seca, Ws, (gr)	500
Peso de la muestra lavada, gr	485.05
Peso del lavado, gr	14.95

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso retenido (gr)	% retenido	% que pasa
3	6.38	3.88	0.78	99.22
4	4.75	3.50	0.70	98.52
10	2.00	30.62	6.12	92.40
20	0.84	104.60	20.90	71.50
40	0.425	230.50	26.10	25.40
60	0.25	88.50	17.70	7.70
100	0.15	15.55	3.11	4.59
200	0.071	5.00	1.00	3.59
Fondo		2.50		
		$\Sigma = 484.65$		

% que pasa = 100 - suma % retenido

Trabajo de grado: Julio Corrales y Yimis Loaiza

**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS**

ANÁLISIS GRANULOMETRICO -METODO MECANICO

PROYECTO: Estudio para el diseño de drenaje, riego y gramado de la cancha de fútbol "Arturo cumplido sierra".

LOCALIZACION DEL PROYECTO Estadio de fútbol de Sincelejo. Perforación N° A1

DESCRIPCION DEL SUELO: Arena gravosa de Chinulito, Muestra N° E2 inferior

PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA 0.0- X cm      fecha: Julio de 2000

PROPIETARIO:

Peso de la muestra seca + recipiente, gr	900
Peso del recipiente. gr	400
Peso de la muestra seca, Ws, (gr)	500
Peso de la muestra lavada, gr	490.10
Peso del lavado, gr	9.90

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso retenido (gr)	% retenido	% que pasa
3	6.38	71.50	14.30	85.70
4	4.75	38.20	7.64	78.06
10	2.00	194.80	38.96	39.10
20	0.84	129.70	25.94	13.16
40	0.425	31.62	6.32	6.84
60	0.25	11.00	2.20	4.64
100	0.15	8.00	1.60	3.04
200	0.071	2.90	0.58	2.46
Fondo		2.30		
		$\Sigma = 490.02$		

% que pasa = 100 - suma % retenido

Trabajo de grado: Julio Corrales y Yimis Loaiza

**UNIVERSIDAD DE SUCRE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CENTRO DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS**

ANÁLISIS GRANULOMETRICO -METODO MECANICO

PROYECTO: Estudio para el diseño de drenaje, riego y gramado de la cancha de fútbol "Arturo cumplido sierra".

LOCALIZACION DEL PROYECTO Estadio de fútbol de Sincelejo. Perforación N° A1

DESCRIPCION DEL SUELO: Grava de Galera, Muestra: material para zanjas

PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA 0.0- X cm      fecha: Julio de 2000

PROPIETARIO:

ANALISIS POR LAVADO Y TAMIZADO	
Peso de la muestra seca, gr	1400
Peso de la muestra lavada, gr	1395
Peso del lavado, gr	5

Análisis por tamizado y forma de granos

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso retenido (gr)	% retenido	% que pasa
1"	25.40	34.40	2.46	97.54
¾"	19.10	107.10	7.65	89.89
½"	12.20	121.90	8.71	81.18
3/8"	9.55	129.10	9.22	71.96
¼"	6.38	166.20	11.87	60.09
4	4.75	173.10	12.36	47.73
10	2.00	249.60	17.83	29.90
20	0.84	130.80	9.34	20.56
40	0.425	83.10	5.94	14.62
60	0.25	114.00	8.14	6.48
100	0.15	29.60	2.11	4.37
200	0.071	49.50	3.54	0.83
Fondo		6		
		$\Sigma = 1394.40$		

% que pasa = 100 - suma % retenido

Trabajo de grado: Julio Corrales y Yimis Loaiza

### Anexo XIII. Descripción del perfil del suelo nuevo para el terreno deportivo

#### UNIVERSIDAD DE SUCRE FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

##### RESULTADO DE PERFIL ESTRATIFICADO

PROYECTO: ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE DRENAJE, RIEGO Y GRAMADO DE LA CANCHA DE FÚTBOL "ARTURO CUMPLIDO SIERRA" DE LA CIUDAD DE SINCELEJO.

Localización: SUELO PRESTAMO (CANTERAS)

Propietario: MUNICIPIO DE SINCELEJO

Fecha: Marzo de 2001

##### NUEVO PERFIL DE LA CANCHA

ESTRATO	PROF. m	CARACTERISTICAS
E1	0.00 0.10	Suelo Arenoso (A) de Galeras, café rojizo (5Y R- 5/3), no plástico no cohesivo, débil, no reacciona al Hcl (10%), pH= 5,5 %Hn=5.20%, pasa la malla N°.4=98.85%, N°.40=54.90%, pasa la malla número 200=15.45%, clasificación según la USC: SM- SC y según la AASHTO: A-2-4
E2	0.10	Arena media cuarzosa de Chinulito, no plástica no cohesivo, pasa la malla numero 4 = 98.52%, pasa la malla numero 40 = 25.40%, pasa la malla número 200=3.59%; clasificación según la USC: SP y según la AASHTO: A-1-b
	0.15	Arena gruesa gravosa de Chinulito, pasa la malla numero 4=78.06%, pasa la malla número 40= 39.10%, pasa la malla número 200=2.46% clasificación según la USC: SW y según la AASHTO: A-1- a
	0.33	
Suelo presente	0.33 X	Hidroapoyo o capa impermeable (CI), Roca arenisca y suelo limoso fino.

Trabajo grado de Julio Corrales y Yimis Loiza

### Anexo XIV. Propiedades físicas de los suelos

Tabla 7.4. TABLA RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Textura del suelo	Filtración <sup>1</sup> y permeabilidad cm/hora $I_f$	Total espacio poroso % $W$	Peso es- pecífico aparente $A_s$	Capacidad del campo % $FC$	Marchitez permanente % $PW$	Humedad total utilizable <sup>2</sup>		
						Peso seco % $P_s = FC - PW$	Volumen % $P_v = P_s A_s$	cm/m $d = \frac{P_s}{100} A_s D$
Arenosa	5 (2.5-25.5)	38 (32-42)	1.65 (1.55-1.80)	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	8 (6-10)	8 (7-10)
Franco-arenoso	2.5 (1.5-7.5)	43 (40-47)	1.50 (1.40-1.60)	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	12 (9-15)	12 (9-15)
Franco	1.5 (0.8-2.0)	47 (43-49)	1.40 (1.35-1.50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	17 (14-20)	17 (14-19)
Franco-arcilloso	0.8 (0.25-1.5)	49 (47-51)	1.35 (1.30-1.40)	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	19 (16-22)	19 (17-22)
Arcillo-arenoso	0.25 (0.03-0.5)	51 (49-53)	1.30 (1.25-1.35)	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	21 (18-23)	23 (18-23)
Arcilloso	0.5 (0.01-0.1)	53 (51-55)	1.25 (1.20-1.30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	23 (20-25)	23 (20-25)

Nota: Los intervalos normales son consignados entre paréntesis.

1. Los intervalos filtración real varían mucho con la estructura del suelo y su estabilidad estructural, incluso más aún de lo indicado en esta columna.

2. La humedad fácilmente utilizable representa un 75 % de la totalmente utilizable.

### Anexo XV. Tabla para determinar fertilidad de los suelos

ANEXO 6. Tabla de fertilidad de los suelos						
pH 1:1	Determinación	4,0 - 5,0	5,0 - 5,5	5,5-6,5	6,5 - 7,5	+7,5
	Apreciación	Muy ácido	Acido	Lig. ácido	Casi neutro	alcalino
	Puntos	- 5 a 1	1 a 5	5 a 15	15	15 a -5
Capacidad de cambio m.e/100 g	Determinación	0 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 30	+30
	Apreciación	Muy baja	Baja	Mediana	Alta	muy alta
	Puntos	- 5 a 1	1 a 5	5 a 10	10 a 20	+20
Bases Totales m.e/100 g	Determinación	0 - 1	1 - 5	5 - 10	10 - 30	+30
	Apreciación	Muy pobre	Pobre	Regular	Alta	muy alta
	Puntos	- 5 a 1	1 a 5	5 a 10	10 a 20	20
Saturación de bases %	Determinación	0 - 5	5 - 10	10 - 30	30 - 60	+60
	Apreciación	Muy pobre	Baja	Mediana	Alta	muy alta
	Puntos	- 5 a 1	1 a 5	5 a 10	10 a 20	20
Carbón Orgánico C %	Determinación	0 - 1	1,0 - 1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 4,0	+4
	Apreciación	Muy pobre	Pobre	Normal	Alto	muy alto
	Puntos	- 3 a 1	1 a 3	3 a 5	5	5 a 1
Nitrógeno total N%	Determinación	0 - 0,10	0,10 - 0,15	0,15 - 0,25	0,25 - 0,30	+0,30
	Apreciación	Muy pobre	Pobre	Normal	Alto	muy alto
	Puntos	- 3 a 1	1 a 3	3 a 15	5	5 a 3
Fósforo BRAY II P205 Kg/Ha	Determinación	0 - 45	45 - 90	90 a 185	+185	+185
	Apreciación	Muy pobre	Pobre	Regular	Alto	alto
	Puntos	- 5 a 1	1 a 5	5 a 15	15	15
Fertilidad	Puntaje	- 5 a 2	3 a 5	6 a 8	9 - 10	+10
	Suma punto /10	0,8				
	Apreciación	Muy baja	Baja	Moderada	Moder. alta	Alta

Fuente: CORTES L., Y MALAGON. 1984

### Anexo XVI. Determinación de la lluvia crítica para el diseño de drenaje de la cancha “Arturo Cumplido Sierra”.

Análisis de frecuencias y períodos de retorno de lluvias con fines de drenaje, con datos mayores a 11 años, desde 1959 a 1999) con un total de 14.281 datos.

(1) i	(2) a <sub>i</sub> <pi<b <sub>i</sub>	(3) N <sub>i</sub>	(4) F <sub>i</sub>	(5) F <sub>i</sub> '	(6) T <sub>i</sub> (día)	(7) T <sub>i</sub> (Año)	(8) 365/(6)
1	0	11.377	0.7966	1.0000	1.0000	2,74 E-3	365
2	0-10	1.278	0.0895	0.2034	4,9164	0,0135	74.240
3	10-20	719	0.0504	0.1139	8,7796	0,0241	41.574
4	20-30	396	0.0277	0.0635	15,7480	0,0431	23.178
5	30-40	227	0.0159	0.0358	27,9330	0,0765	13.067
6	40-50	138	9.66E-3	0.099	50,2513	0,1377	7.263
7	50-60	55	3.85 E-3	0.0102	98,0392	0,2686	3.723
8	60-70	41	2.87E-3	6.39E -3	156,4945	0,4287	2.332
9	70-80	26	1.82E-3	3.52 E-3	284,0909	0,7783	1.285
10	80-90	14	2.80 E-3	1.7E-3	588,2353	1,6116	0.62
11	90-100	5	3.5E-4	7.2E-4	1388,8889	3,8052	0.263
12	100-110	3	2.1E-4	3.7E-4	2702,7027	7,4046	0.135
13	110-120	1	7.0E-5	1.6E-4	6250,000	17.123	0.058
14	120-130	0	0.0000	9E-5	11111.1111	30.441	0.033
15	130-140	1	7 E-5	9E-5	11111.1111	30.441	0.033

(1): Número de orden

(2): Intervalo de precipitación en mm

(3): Número de observaciones

(4): Frecuencia de la precipitación,  $F_i = N_i / \sum N_i$

(5): Frecuencia con que es igualada o superada la precipitación,  $F_i' = (M_i / \sum N_i) - 1$

(6): Período de retorno en Días,  $T_i = 1 / F_i'$

(7): Período de retorno en Año = (6)/365

(8): Número de veces por año en que la lluvia supera a P<sub>i</sub>

M<sub>i</sub>: Suma del número de observaciones (3) de las precipitaciones de orden igual o superior a i.

$\sum N_i$ : 3.650

## Anexo XVII. Necesidades nutricionales del gramado de acuerdo al uso

NECESIDADES NUTRITIVAS MEDIAS DE DISTINTOS TIPOS DE CÉSPED (PUEYO, A. 1990)				
Tipo de césped	Necesidades nutritivas (Kg/Ha/año)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
Greens de golf, campos deportivos de utilización muy frecuente	250-400	120-150	150-250	40-50
Ante-greens, tees, campos deportivos de utilización poco frecuente	180-260	100-120	120-200	30-50
Calles de golf (fairways), céspedes ornamentales (parques y jardines) intensivos: siega frecuente	120-200	60-80	100-150	20-40
Céspedes ornamentales (parques y jardines) extensivos: siega poco frecuente	90-150	50-70	80-120	10-30

Fuente: [www.http://necesidades\\_nutricionales\\_para\\_césped.htm](http://necesidades_nutricionales_para_césped.htm)

## Anexo XVIII. Análisis de agua de riego

### UNIVERSIDAD DE SUCRE FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

MUESTRA N° : FECHA DE MUESTREO: Abril de 2000  
 NOMBRE DEL SITIO MUESTREADO: Alberca del Estadio de Fútbol "Arturo Cumplido Sierra"  
 LUGAR: Sucre – Sincelejo.  
 (Departamento – Municipio – Corregimiento)

#### DATOS DE LA ZONA DE RIEGO

CARACTERIZACIÓN DE LOS CULTIVOS Y DEL SUELO (TEXTURA, ETC):  
 Suelos Francos, Cultivo de pastos ornamentales.

REGISTRO N°:	305			FECHA DEL ANALISIS:	Abril de 2000				
CE X 10 <sup>6</sup> A 25°C (micromohos/cms)				770	pH:	7.75			
BORO:	p.p.m			SÓLIDOS DISUELTOS:	p.p.m				
<b>ANIONES EN meq./L</b>					<b>CATIONES EN meq./L</b>				
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	SUMA	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SUMA
0.00	4.20	3.30	0.20	7.70	1.90	0.90	5.00	0.10	7.90

$$\text{CO}_3 + \text{HCO}_3 = 4.20 \text{ meq/L}$$

$$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 2.80 \text{ meq/L}$$

SALINIDAD EFECTIVA meq/L	SALINIDAD POTENCIAL meq/L	PSP %	Na CaCo <sub>3</sub> RESIDUAL meq/L
5.1	3.40	98	1.40

#### DATOS DE LABORATORIO

Trabajo de grado de Julio Corrales y Yimis Loaiza. Ingeniería Agrícola.

#### INTERPRETACION Y OBSERVACIONES:

El agua es altamente salina no puede usarse en suelos con drenaje restringido, hay que realizar un control de la salinidad y seleccionar plantas con alta tolerancia a las sales y está condicionada por su salinidad efectiva, potencial y porcentaje de sodio posible sobre el suelo, ya que puede causar un aumento del sodio en el complejo de intercambio de este.

**ANTONIO S. TOVAR ORTEGA**  
**Ingeniero Analista**

### Anexo XIX. Longitudes equivalentes de los elementos que componen la impulsión y la succión

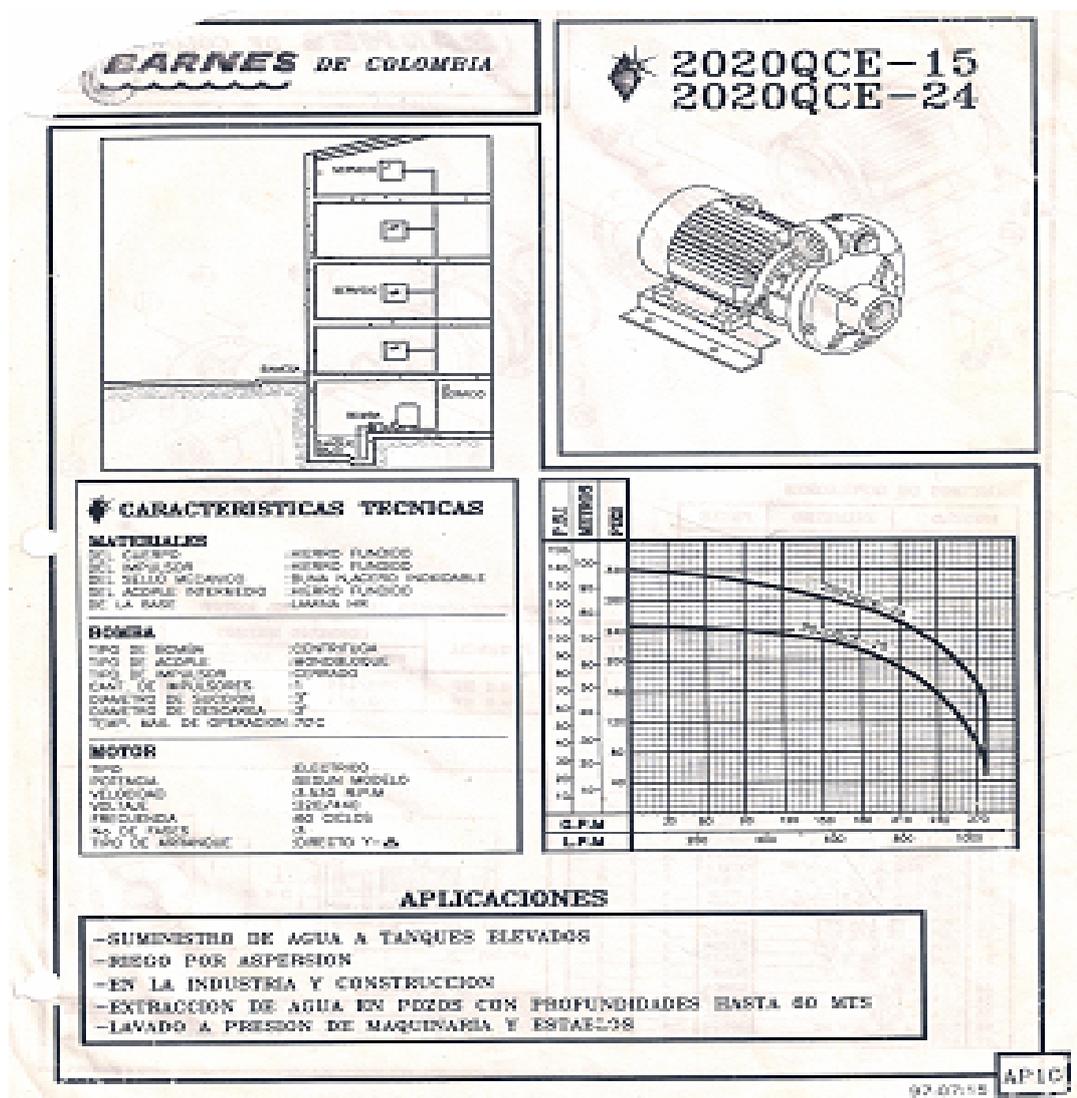
Longitud equivalente de los elementos de Impulsión

ELEMENTO	DIAM (plg)	CLAS	CANT.	LONG. EQUI. (Leq)	Leq. PARCIAL (m)
NIPLE EXT. LISO BXB	3	GALV	1	0.15	0.15
NIPLE RxR	3	GALV	2	0.15	0.30
TEE PASO DIRECTO	3	GALV	1	1.60	1.60
VALVULA RET. HORIZONTAL	3	GALV	1	3.70	9.70
VALVULA COMPUERTA	3	GALV	1	0.50	0.50
CODO 90 R. MEDIO	3	GALV	3	2.10	6.30
TUBERÍA (m)	3	GALV	2.6	2.60	2.60
TOTAL LONGITUD EQUIVALENTE IMPULSION					21.15

Longitud equivalente de los elementos de succión

ELEMENTO	DIAM.(plg)	CLAS	CANT.	Leq.
VALVULA PIE – COLADERA	3	GALV	1	20.00
CODO 90° RADIO LARGO	3	GALV	1	1.60
NIPLE EXTREMO LISO BXB	3	GALV	1	0.15
TUBERÍA (m)	3	GALV	2.6	2.60
TOTAL LONGITUD EQUIVALENTE SUCCION				24.75

## Anexo XX. Catalogo Barnes de Colombia curva característica de la bomba



## Anexo XXI. Tabla presión vapor agua (pv).

T °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Pv (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.0056	0.0088	0.012	0.0176	0.03239	0.0327	0.0439	0.066	0.078	0.1014

Fuente: RONAL, V Giles. Mecánica de fluidos e hidráulica, 2° edic., 1970.

**ANEXO XXII. MANUAL OPERACIONAL PARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE, RIEGO Y GRAMADO DE LA CANCHA DE FÚTBOL “ARTURO CUMPLIDO SIERRA” DEL MUNICIPIO DE SINCELEJO.**

**1. MANTENIMIENTO DE LA RED DE DRENAJE INTERNO Y SUPERFICIAL.**

- ✓ Se debe chequear periódicamente el manjole principal con el objeto de verificar la salida del flujo de agua de los ramales de tubería (oriental y occidental), esta labor se debe hacer cuando se registren lluvias superiores a la de diseño (50mm). En caso de que no exista flujo en alguna de las dos redes o ramales se debe inspeccionar inmediatamente el ramal del problema, revisando su manjole secundario y sus respectivas cámaras de inspección para hacer la debida corrección por el Ingeniero Agrícola a cargo.
- ✓ Hacer limpieza periódica de las cámaras de inspección del dren colector en los desarenadores.
- ✓ La pista atlética y el canal perimetral deben estar limpios, sin bolsas, material de corte de la poda, malezas, piedras entre otros, para facilitar el flujo superficial de las aguas lluvias hacia el canal perimetral, evitando que las rejillas de captación se obstruyan.
- ✓ Limpiar periódicamente los desarenadores de las rejillas del canal perimetral de la pista atlética, con el objeto de evitar el paso de material granular y virutas de la poda hacia la tubería de conducción.

**2. MANEJO Y OPERACION DEL RIEGO POR ASPERSION SEMIFIJO.**

- ✓ Se debe garantizar la disponibilidad de agua diaria para el riego del gramado que corresponde a 60 m<sup>3</sup> diario, ya que ésta es la

demanda hídrica consumida por el gramado.

- ✓ El suministro de energía eléctrica es fundamental para la operación del sistema de bombeo de la red de riego, por lo tanto, éste debe ser continuo, es decir, no debe faltar en ningún momento.
- ✓ Al momento de regar se debe conservar las posiciones y tiempos de riego, el cual se da de la siguiente forma: Posición 1 y 3, cada una de ellas tiene un tiempo de riego de 15 minutos y la posición 2 de 30 minutos, realizando el montaje de los elementos adecuadamente.
- ✓ Como el sistema de bombeo cuenta con dos electrobombas, una operando y la otra en stand bay, la bomba que se desea operar debe seleccionarse en el tablero de mando electrónico, para nuevamente, operar un día de por medio.
- ✓ Se debe hacer mantenimiento preventivo de las válvulas de riego y conexiones mecánicas con ayuda de un lubricante antioxidante en aerosol (Superlux). Esta labor debe realizarse mensualmente.
- ✓ Se debe chequear las presiones de trabajo de la electro bomba durante el tiempo de operación del riego 92 psi (64.75mca); una variación brusca de esta presión, el operador procederá a apagar el sistema y deberá remitirse al Ingeniero Agrícola encargado, si se presenta problemas en el circuito (tablero – electrobomba), acudir inmediatamente al técnico y no tratar de manipular o accionar el sistema.

## **2.1 USO DEL PLUVIÓMETRO**

- ✓ Se debe instalar un pluviómetro para medir la lámina de agua caída en el terreno deportivo.
- ✓ La lectura de la lluvia se hace en mm, cada 10 cm<sup>3</sup> medidos en el recipiente graduado equivale a un mm de lluvia caída.

- ✓ Después de una lluvia se mide en el frasco graduado la cantidad de agua contenida en el depósito sellado y se anota en el respectivo registro de control diario. Se verifica si la lluvia caída corresponde a la necesitada por la grama, de lo contrario, se aplicará la lámina restante.

### **3. MANTENIMIENTO DEL GRAMADO**

- ✓ La utilización máxima de la cancha de fútbol en la semana: en época de lluvia es de dos partidos por semana y en época de sequía es de cuatro partidos por semana. Cabe destacar, que cuando el terreno de juego esté húmedo, no se permite ningún entrenamiento.
- ✓ La utilización máxima de la cancha en el día: en época de lluvia es de un solo partido y en época de sequía es de dos partidos en el día.
- ✓ Regar diariamente una lámina de 5.8mm de agua, ya se temprano en la mañana o bien tarde por la tarde. por semana en época de lluvia y una vez por semana en época
- ✓ La poda de la grama se realizará dos veces por semana en época de lluvia y una vez por semana en época de sequía utilizando un corta césped bien afilado, siempre y cuando el follaje esté seco, a una altura no mayor de 5cm. Ocasionalmente, se debe pasar el rodillo para permitir el contacto de las nuevas ramificaciones con el suelo vegetal.
- ✓ El corte o poda se realizará en sentido transversal, dejando franjas de recuperación. El segundo corte se hará únicamente sobre la franja de recuperación que no sufrió en el corte anterior.
- ✓ Fertilización. La poda periódica representa una disminución de las reservas nutritivas del suelo, por ello es necesario fertilizarlo a fin de mantener el equilibrio, aplicando. El plan de

fertilización y encalado que el gramado recibirá anualmente, será de 1100 kg (22 Btos) de fertilizante compuesto (10-20-20) y 650 kg (13 Btos) de Urea-46 %, y deberá encalarse con una aplicación de 700 kg (14Btos) de cal dolomítica (70 %  $\text{CaCO}_3$  + 25%  $\text{MgCO}_3$ ) para efecto de aportar Magnesio, neutralizar el Sodio presente y mejorar el pH, las aplicaciones se harán en forma manual mediante el método al voleo. La aplicación de estos fertilizantes y encalado, se manejarán con proporciones durante el año de acuerdo a la programación que se aprecia en el siguiente cuadro:

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ACTIVIDAD	U	FC	U	CD	FC	U	-	FC	U	CD	FC	U
DOSIS (kg)	50	275	150	350	275	150	-	275	150	350	275	150

U: Urea

FC: Fertilizante compuesto (10-20-20)

CD: Cal Agrícola Dolomita (70%  $\text{CaCO}_3$  y 25%  $\text{MgCO}_3$ )

- ✓ El plan anterior, se complementa con la aplicación de un fertilizante foliar a razón de un kilo por hectárea, con el objeto de proporcionarle elementos menores al gramado.
- ✓ Las labores para el control de plagas e insectos debe hacerse periódicamente en el momento que la grama lo requiera, acorde a las recomendaciones del Ingeniero encargado.
- ✓ El gramado debe estar libre de basuras como: bolsas plásticas, papel, piedra, frascos, y todos aquellos objetos que pueda puedan ser causales de accidentes y deteriore el gramado.
- ✓ Debido al fuerte pisoteo a que va estar sometido el campo de juego, van apareciendo espacios desprovistos de vegetación, los cuales llamamos "calvas". Estos deben tratarse inmediatamente, es decir, una vez terminado el partido se debe hacer una revisión para detectarlo y cubrirlo con grama proveniente del semillero, la cual se instalará en bloques o tejs de 30x30x5 cm de espesor, colocándose en contacto con los adyacentes. Inmediatamente después de la colocación de los tejs, debe apisonarse para mejorar el contacto y evitar bolsas de aire, para así, obtener una

superficie uniforme en donde la grama crezca fácilmente y contrarrestando que el material por debajo del teps sea arrastrado y erosionado con el agua lluvia. Al terminar esta operación, debe llenarse las grietas que queden entre los teps con suelo proveniente del semillero. Es de anotar, que al momento de agotarse el suelo vegetal del semillero, éste debe ser acarreado de la cantera que fue seleccionada para tal fin (Galeras-Sucre), para luego realizar la incorporación de materia orgánica y las enmiendas requeridas.

- ✓ La demarcación de la cancha debe hacerse con pintura vinilo (Tipo I), color blanco, cuando la cancha lo requiera, con un ancho no mayor a 12 cm. Las porterías serán pintadas cada seis meses.
- ✓ No se debe permitir el uso de la cancha para eventos diferentes a la práctica de fútbol, como: presentación de espectáculos musicales, o se desarrollen entrenamientos físicos que puedan ser desarrollados en lugares apropiados para estas actividades.
- ✓ Se debe tomar muestras de suelo del terreno deportivo cada dos años, para sus respectivos análisis químicos.

#### **4. CUIDADOS Y MANTENIMIENTO OPERACIONAL DE LOS EQUIPOS DE MOTOR A GASOLINA (CORTA CESPED Y GUADAÑA) Y BOMBA DE ESPALDA.**

- ✓ La eficiencia y durabilidad de estos equipos, se encuentra en el mantenimiento y el buen uso que se le dé, es por ello, que antes de que se inicie el trabajo con estos equipos, se debe tener en cuenta las recomendaciones planteadas en los catálogos, de los cuales haremos mención de algunas de ella:
  - Verificar antes de cada corte el estado en que se encuentra la cuchilla, tiene filo.
  - Revisar el aceite de motor y cambiarlo a su debido tiempo (cada 50 horas de operación) para el motor de 4T (Cortacésped).
  - Para la guadaña (motor de 2T) se debe utilizar la mezcla de gasolina y

aceite en una relación 25:1.

- Antes de cada uso, limpiar el filtro de aire y engrasar la transmisión.
- No manipular el carburador, no sin antes consultar con un especialista.
- Filtrar muy bien el combustible.
- No alterar las revoluciones de los motores.
- Limpiar los equipos inmediatamente después de su uso.
- En lo que respecta a la bomba de espalda, se debe filtrar el agua antes de ser depositada.
- Limpiar la boquilla de la bomba de espalda inmediatamente después de su uso.
- Engrasar el pistón de presión de la bomba de espalda cuando éste lo requiera.
- Atender las instrucciones del catálogo de los equipos.