

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE DE LA CANCHA DE FUTBOL
DEL MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN DEPARTAMENTO DEL HUILA

MELANIE FRAGUA PEDROZA

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA –HUILA
2008

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE DE LA CANCHA DE FUTBOL
DEL MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN DEPARTAMENTO DEL HUILA

MELANIE FRAGUA PEDROZA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO AGRÍCOLA

Director:
MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Ing. Agrícola – Especialista en Ingeniería de Irrigación

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA –HUILA
2008

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Director

DEDICATORIA

A Dios, porque es el que me ha acompañado constantemente a lo largo de mi vida y el que me dio la oportunidad de conseguir muchos logros en ella.

A mis padres, que gracias a su sabiduría, amor, guía y constante apoyo me ayudaron a conocer el mundo de la forma correcta y cada uno de los logros conseguidos es por ellos.

A mis hermanas, que aunque menores que yo, me han enseñado a compartir, a ser constante, responsable y a mantener mi cabeza en alto ante toda situación.

A esa personita, que con su amor y apoyo, me ha enseñado la importancia de las cosas mas simples y lo valioso que es luchar constantemente por lo que quieres.

A mis compañeros y amigos, que me han acompañado en este difícil y largo camino.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más profundo agradecimiento a:

MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO, Ingeniero Agrícola, Especialista en Ingeniería de irrigación, Docente de la facultad de ingeniería, Universidad Surcolombiana, por su amplio conocimiento y experiencia, el tiempo dedicado al proyecto y por su constante apoyo en el transcurso de la realización de este.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO, Ph. D Agriculture Sciences, Researcher, Docente de la facultad de ingeniería, Universidad Surcolombiana, Director Grupo de Investigación Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario – GHIDA, Universidad Surcolombiana, por sus valiosos aportes en el transcurso de la realización de este proyecto.

JAIME IZQUIERDO. Ingeniero Agrícola, Ingeniero Civil, Docente de la facultad de ingeniería, Universidad Surcolombiana, por sus aportes para la realización de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	16
2. OBJETIVOS	17
2.1. Objetivo General	17
2.2. Objetivos Específicos.....	17
3. REVISION DE LITERATURA.....	18
3.1 NIVELACION DE TIERRAS.....	18
3.1.1. Clases de nivelación.....	18
3.1.2. Criterios generales de Diseño	19
3.1.2.1. Para Riego	19
3.1.2.1.1. Profundidad del suelo	19
3.1.2.1.2. Topografía.....	19
3.1.2.1.3. Clase de Suelo.....	19
3.1.2.1.4. Sistema de riego	19
3.1.2.2. Para Drenaje	19
3.1.3. Cubicación.....	20
3.1.3.1. Fundamentos de los métodos del cálculo	20
3.2 SISTEMAS DE RIEGO PARA CAMPOS DEPORTIVOS.....	21
3.2.1. Instalación con aspersores de pistón de pequeño diámetro.....	21
3.2.2. Instalación con aspersores emergentes de impacto de gran diámetro	22
3.2.3. Instalación mixta con aspersores de pistón de pequeño diámetro y aspersores emergentes de impacto de gran diámetro.	24
3.2.4. Instalación con cañones	25
3.2.5. Aspersores, en triángulo 18 metros	25
3.2.6. Tres centrales de 30 m. de alcance, rodeados por un anillo de aspersores a 22 m.....	26
3.3 CONCEPTOS BASICOS DE RIEGO POR ASPERSION	29
3.3.1. Composición de un sistema de riego por aspersion	29
3.3.2. Tipos de sistemas de riego por aspersion de acuerdo a su instalación y forma de operación.....	30

3.3.2.1. Permanentes	30
3.3.2.2. Semipermanentes	30
3.3.2.3. Portátiles	30
3.3.3. Ventajas e inconvenientes del riego por aspersión	31
3.3.3.1. Ventajas	31
3.3.3.2. Inconvenientes	31
3.4 SISTEMAS DE DRENAJE Y SELECCIÓN DEL CESPED PARA CAMPOS DEPORTIVOS	32
3.4.1. Capas del campo de juego	32
3.5 CONCEPTOS BASICOS DE DRENAJE.....	34
3.5.1. Ecuaciones de drenaje	35
3.5.1.1. Ecuación de Hooghoudt	35
3.6 CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO	37
3.6.1. Calidad del Agua para uso Agrícola	37
3.6.2. Agua Potable para riego	38
4. METODOLOGIA	40
4.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO.....	41
5. RESULTADOS.....	43
5.1 CALCULOS PARA LA NIVELACION DEL TERRENO	43
5.2 CALCULOS PARA EL SISTEMA DE DRENAJE	45
5.2.1. Calculo de la lluvia crítica “Metodología expuesta por Fernando Pizarro”	45
5.2.2. Cultivo.....	46
5.2.3. Suelo	46
5.2.4. Diseño del sistema de drenaje por medio del régimen permanente ..	46
5.2.4.1. Calculo del Espaciamiento entre drenes (L).....	46
5.2.4.2. Calculo del caudal a evacuar por dren (Q)	47
5.2.4.2.1. Caudal a evacuar por dren.....	48
5.2.4.2.2. Caudal a evacuar por el colector principal	48
5.2.4.3. Calculo del diámetro de los drenes	48
5.2.5. Lecho Filtrante.....	49

5.2.5.1. Gravilla	49
5.2.5.2. Arena.....	49
5.2.5.3. Tierra Negra	50
5.3 CALCULOS PARA EL SISTEMA DE RIEGO	51
5.3.1. Características Generales del sistema de riego	51
5.3.2. Propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo	52
5.3.3. Calculo de las necesidades de riego	52
5.3.3.1. Calculo de requerimientos hídricos	52
5.3.3.1.1. Calculo de la evapotranspiración (ETP) según la ecuación de HARGREAVES – cultivo de pastos.	52
5.3.3.1.2. Lamina de agua realmente aprovechable (LARA)	53
5.3.3.1.3. Volumen de agua realmente aprovechable (VARA).....	53
5.3.3.1.4. Volumen de agua rápidamente aprovechable (VARARL)	53
5.3.3.1.5. Frecuencia de riego (Fr).....	54
5.3.3.1.6. Volumen neto ajustado (VNA).....	54
5.3.3.1.7. Volumen Bruto (VB)	54
5.3.3.1.8. Tasa de aplicación del aspersor (Ta)	55
5.3.3.1.9. Grado de aplicación del sistema de riego (Ga)	55
5.3.3.1.10. Tiempo de riego por posición (TR).....	55
5.3.3.1.11. Nuevo nivel de agotamiento (NA)	55
5.3.3.1.12. Humedad del suelo a regar (HS).....	56
6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	58
6.1. IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS.....	58
6.2. EVALUACION DE IMPACTOS SEGÚN BATELL – COLUMBUS.....	61
6.3. DESCRIPCION DE IMPACTOS, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS AMBIENTALES.....	63
6.4. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	66
6.4.1. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	66
6.5. ESQUEMA BASICO DE PROGRAMAS, PROYECTOS Y MEDIDAS.	67
6.6. PROGRAMAS.....	69

6.6.1. MANEJO DEL ESCENARIO DEPORTIVO.....	69
6.6.2. ADMINISTRACION DEL ESEENARIO DEPORTIVO.....	69
6.6.3. ADMINISTRACION TECNICA.....	69
6.6.4. CONTROL AMBIENTAL DEL ESCENARIO DEPORTIVO.....	70
6.7. CRONOGRAMA	72
6.8. PRESUPUESTO.....	72
7. PRESUPUESTO	73
8. CUADRO COMPARATIVO.....	75
9. CONCLUSIONES.....	76
10. RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFIA	78
ANEXOS	79
PLANOS.....	91

LISTA DE TABLAS

TABLA No. 1 Nivelación del terreno por cuadrícula	43
TABLA No. 2 Calculo de cortes y rellenos	43
TABLA No. 3 Cotas finales del terreno.....	44
TABLA No. 4 Cotas originales y finales del terreno.....	44
TABLA No. 5 Calculo de la lluvia critica “Método de Fernando Pizarro”	45
TABLA No. 6 Características del cultivo.....	46
TABLA No. 7 Características del suelo	46
TABLA No. 8 Espaciamiento entre drenes (m).....	47
TABLA No. 9 Caudal a evacuar por dren (m ³ /Seg)	48
TABLA No. 10 Caudal a evacuar por el colector principal (m ³ /Seg).....	48
TABLA No. 11 Características del sistema de drenaje.....	49
TABLA No. 12 Características generales del sistema de riego	51
TABLA No. 13 Costo de Funcionamiento del sistema de riego por Hora	51
TABLA No. 14 Propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo	52
TABLA No. 15 Requerimientos hídrico.....	57
TABLA No. 16 Evaluación del proyecto bajo el método de Jorge Arboleda	60
TABLA No. 17 Evaluación ambiental por el método de columbus.	62
TABLA No. 18 Objetivos del plan de manejo ambiental	66
TABLA No. 19 Medidas para el plan de manejo ambiental	67
TABLA No. 19A Medidas para el plan de manejo ambiental.....	68
TABLA No. 20 Plan de manejo Ambiental.....	71
TABLA No. 21 Cronograma.....	72
TABLA No. 22 Presupuesto del Plan de manejo Ambiental	72

LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1 División del terreno por cuadrículas.....	20
Figura No. 2 Riego con aspersores de pistón de pequeño diámetro (opción 1)....	21
Figura No. 3 Riego con aspersores de pistón de pequeño diámetro (opción 2)....	22
Figura No. 4 Riego con aspersores de pistón de pequeño diámetro (opción 3)....	22
Figura No. 5 Riego con aspersores emergentes de impacto (opción 1).....	23
Figura No. 6 Riego con aspersores emergentes de impacto (opción 2).....	23
Figura No. 7 Riego con aspersores emergentes de impacto (opción 3).....	24
Figura No. 8 Riego con instalación mixta, aspersores de pistón y de impacto.....	24
Figura No. 9 Riego con cañones.....	25
Figura No. 10 Riego en campos deportivos.....	26
Figura No. 11 Riego en campos deportivos sistema tradicional.....	27
Figura No. 12 Ecuación de Hooghoudt.....	36
Figura No. 13 Localización del proyecto.....	42
Figura No. 14 Lecho filtrante colector principal.....	50
Figura No. 15 Lecho filtrante drenes.....	50

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 DATOS CLIMATOLOGICO.....	80
ANEXO 2 CLASIFICACIÓN DE LA INFILTRACIÓN Y LA CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA.....	88
ANEXO 3 FACTOR “d” PARA ESPACIAMIENTO DE DRENES.....	88
ANEXO 4 PORCENTAJE MENSUAL DE HORAS – LUZ (p) BLANEY – CRIDDLE (1950).....	89
ANEXO 5 CONCEPTO TECNICO SOBRE MATERIAL PUESTO EN EL LABORATORIO DE SUELOS USCO.....	90

LISTA DE PLANOS

Plano No. 1 Levantamiento Topográfico

Plano No. 2 Nivelación

Plano No. 3 Diseño Sistema de Riego

Plano No. 4 Diseño Sistema de Drenaje

Plano No. 5 Detalles de los sistemas

Plano No. 6 Perfiles 1

Plano No. 7 Perfiles 2

RESUMEN

Con el afán de buscar mejorar las condiciones deportivas del municipio de San Agustín dotándolo de un buen escenario deportivo, se plantearon muchas soluciones, este proceso dio como resultado una tesis existente “DISEÑO DE RIEGO Y DRENAJE PARA UN ESCENARIO DEPORTIVO (CANCHA DE FUTBOL) MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN HUILA”, en la cual se diseñaron los sistemas de riego y drenaje, planteando soluciones viables, eficientes, pero no muy económicas.

El objetivo de este trabajo es aprovechar al máximo las condiciones favorables que da el municipio y las obras existentes en el campo, utilizando el acueducto municipal como fuente de abastecimiento del sistema de riego, disminuyendo los costos de construcción al no necesitar tanques de almacenamiento y costos de funcionamiento, por no requerir ningún sistema de bombeo para ponerlo en marcha, debido a que este sistema trabaja por gravedad; Para el sistema de drenaje se aprovecha una cámara ubicada dentro del campo para descarga el agua evacuada por los drenes pero no sin antes hacer las pruebas respectivas para demostrar que la cámara tenía la capacidad de evacuar el agua recibida de una forma rápida y eficiente, esto conlleva a reducir la cantidad de tubería y por lo tanto disminuir costos.

Este proyecto cuenta en el sistema de riego con el Aspersor 1501 de círculo parcial, que permite realizar un riego uniforme y adecuado para suministrar la cantidad de agua requerida por la grama, preferiblemente en tiempos de verano, permitiéndole continuar con su crecimiento y mantenimiento, este trabaja con una sección móvil para evitar obstaculizar la zona de juego, para darle una mayor área de influencia y en el momento de ponerlo en marcha le permite al operador una manipulación mas sencilla.

El sistema de drenaje fue calculado por medio del régimen permanente, utilizando la ecuación de Hooghoudt, la cual indica que la recarga es igual al caudal evacuado por los drenes, ya que en la misma velocidad en que es recibida es evacuada, evitando encharcamientos en el campo de juego, perjudiciales para la grama y para el desempeño de un buen espectáculo deportivo.

Para el desarrollo de este proyecto se construyó un plan de manejo ambiental, en donde se pueden identificar los impactos negativos y positivos que pueden generarse dentro del área de influencia, al igual que sus respectivos programas.

SUMMARY

With the desire of looking for to improve the sport conditions of the municipality of San Agustín endowing it of a good sport scenario, they thought about many solutions, this process gave an existent thesis as a result "DESIGN OF WATERING AND DRAINAGE FOR A SPORT SCENARIO (COURT OF SOCCER) MUNICIPALITY OF SAN AGUSTIN HUILA", in which the watering systems and drainage were designed, outlining viable, efficient, but not very economic solutions.

The objective of this work is to take advantage of to the maximum the favorable conditions that it gives the municipality and the existent works in the field, using the municipal aqueduct as source of supply of the watering system, diminishing the construction costs when not needing storage tanks and operation costs, for not requiring any system of pumping to start it, because this system works for graveness; For the drainage system it takes advantage a camera located inside the field for discharge the water evacuated by the drains but not without before to make the respective tests to demonstrate that the camera had the capacity to evacuate the received water in a quick and efficient way, this bears to reduce the quantity of pipe and therefore to diminish costs.

This project is in the irrigation system in 1501 for sprinkler partial circle to carry out an uniform and appropriate watering to give the quantity of water required by the grass, preferably in times of summer, allowing him to continue with its growth and maintenance, it's works with a mobile section to avoid to block the game area, to give him a bigger influence area and in the moment to start it, allows to the operator a manipulation but simple.

The drainage system was calculated by means of the permanent regime, using the equation of Hooghoudt, which indicates that the recharge is similar to the flow evacuated by the drains, since in the same speed in that it is received it is evacuated, avoiding lagoons in the game field, harmful for the grass and for the acting of a good sport show.

For the development of this project a plan of environmental handling was built where the negative and positive impacts can be identified that can be generated inside the influence area, the same as their respective programs.

1. INTRODUCCIÓN

En el Huila y en Colombia los sistemas de riego y drenaje son herramientas dinámicas y funcionales que llevan a los proyectos que los cumplen a desempeñarse de una manera más eficiente con los resultados que se exigen por las locaciones que los requieren. El incremento de estos proyectos se debe a las nuevas necesidades que se han presentado por parte del hombre, ejemplo de ello son el aumento de la producción que se requiere de algunos cultivos en actividades agrícolas y la utilización de los mismos en escenarios deportivos para optimizar, el campo donde se desarrolla la practica del deporte.

Debido a lo anterior el “REDISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE DE LA CANCHA DE FÚTBOL DEL MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN DEPARTAMENTO DEL HUILA”, se elaboró para que contribuya al cumplimiento de los nuevos estándares de calidad exigidos por parte de las personas que utilizan el escenario deportivo como la adopción de nuevos lineamientos de diseño que conlleven a la optimización de los recursos puestos para la elaboración del proyecto.

Con la implementación de los nuevos lineamientos se espera obtener una cancha de fútbol que cumpla con todas las normas exigidas, evaluando también los beneficios al realizar el nuevo diseño, lo que trae consigo un mejor funcionamiento de todos los elementos necesarios para la construcción del escenario deportivo esto se va a ver reflejado en la satisfacción de los deportistas que lo utilicen y de los dirigentes municipales que lo aprueben.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- ✎ Rediseñar el sistema de riego y drenaje de la cancha de fútbol del Estadio Gerardo Ortiz Robles del Municipio de San Agustín Departamento del Huila.

2.2. Objetivos Específicos

- ✎ Reubicación de los drenes colectores, secundarios y primario a utilizar en la cancha de fútbol optimizando la cantidad de tubería necesaria.
- ✎ Optimización del cálculo de tierra que se debe movilizar para la nivelación de la cancha desarrollando la teoría de costo beneficio.
- ✎ Demostración del porque es mas beneficioso utilizar el acueducto como fuente abastecedora cambiando el uso de una motobomba y un tanque de almacenamiento que traen mayores sobrecostos al proyecto.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 NIVELACION DE TIERRAS

La resolución de los problemas de riego, drenaje y control de la erosión están íntimamente ligados a la nivelación de tierras y dentro de las técnicas destinadas, por un lado, a incrementar la producción y, por otro, al ahorro de agua en el regadío.

En el regadío se obtiene un adecuado manejo del agua para lograr los mejores resultados, ya que en el riego por aspersión el agua tiende a acumularse en las depresiones del terreno, provocando pérdidas en los cultivos por exceso de riego.

En cuanto al drenaje, con las zanjas de desagüe no se consigue evacuar el agua superficial, si la escorrentía no puede llegar a ellas, al estar impedida por muchas pequeñas depresiones.

Por eso, los problemas de riego y drenaje están íntimamente relacionados y deben estudiarse conjuntamente en los proyectos de nivelación.

La nivelación de tierras se define como la modificación y perfilado de la superficie del terreno mediante el planeo de la misma, dándole pendientes adecuadas; consistiendo, en esencia, en sustituir la superficie irregular del terreno por una serie de planos.

3.1.1. Clases de nivelación

La preparación del terreno puede clasificarse en cuatro clases:

- ☞ Nivelación para Riego
- ☞ Nivelación para Drenaje
- ☞ Sistematización para control de la erosión
- ☞ Planeamiento

En realidad, estos cuatro tipos se reducen a dos: nivelación y sistematización para control de la erosión, ya que el planeamiento es una variante de la nivelación.

La nivelación para riego permite un eficaz empleo del agua y ahorra tanto ésta como el tiempo de riego.

En el caso del drenaje permite el desagüe superficial del terreno, evitando se almacene agua en depresiones, haciendo que el secado del campo sea más rápido y uniforme.

3.1.2. Criterios generales de Diseño

3.1.2.1. *Para Riego*

Al diseñar una nivelación para riego hay que hacer frente a muchos y diferentes factores y, por lo tanto, una combinación de ellos será siempre la que dé al diseño la forma definitiva.

3.1.2.1.1. Profundidad del suelo

Se precisa hacer un estudio edafológico de la zona a nivelar; el no realizarlo puede ser causa de graves fracasos en la futura explotación agrícola, ya que puede aparecer subsuelo improductivo. Dicho estudio permite elegir, por otro lado, el método más adecuado de nivelación.

3.1.2.1.2. Topografía

Es un factor limitante desde el punto de vista económico. Fuertes pendientes obligan a excesivos movimientos de tierra por hectárea, no siendo aconsejable por motivos económicos sobrepasar los 1500 m³/ ha.

3.1.2.1.3. Clase de Suelo

La presencia de horizontes en el subsuelo no aptos para el cultivo (pedregosos, salinos, etc.) puede limitar la nivelación.

3.1.2.1.4. Sistema de riego

Condiciona el método de nivelación a emplear. En riegos por gravedad se hace aconsejable el abanclado, mientras que con aspersión puede ser mejor el planeamiento.

3.1.2.2. *Para Drenaje*

Los criterios de diseño son análogos a los establecidos para el riego, si bien menos restrictivos.

Hay que tener en cuenta el tiempo que el agua excedente debe ser eliminada de la superficie para que no se produzcan daños en los cultivos.¹

3.1.3. Cubicación

El procedimiento empleado para la cubicación o cálculo del movimiento de tierras de un bancale está en las alturas de desmonte y terraplén, llamadas *cotas rojas*, de los puntos de una red que suponemos cubre el terreno del bancale, quedando éste, por tanto, subdividido en un cierto número de partes iguales. Estas cotas rojas se obtienen por la diferencia, en cada punto, de las cotas de la superficie actual del terreno y de la futura del bancale, teniendo signo positivo o negativo, según que el terreno quede por encima o por debajo del plano del bancale.

3.1.3.1. Fundamentos de los métodos del cálculo

Se supone representando el terreno y el plano del bancale, como indica la Figura No. 1 por las superficies A`B`C`D` y ABCD, y este último dividido en un número de partes iguales. Entre ambas superficies se puede observar las partes en que ha sido dividido el bancale.

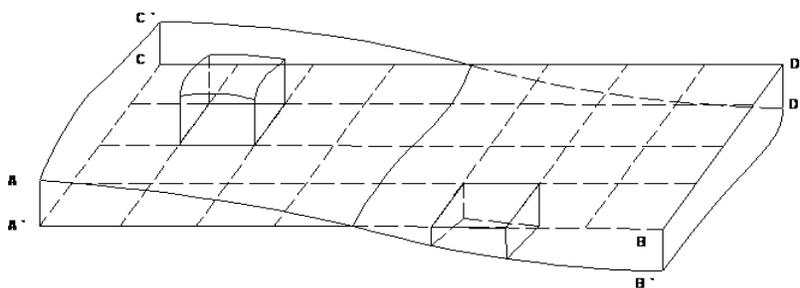


Figura No. 1 División del terreno por cuadrículas

Si determinamos los volúmenes de todos estos prismas elementales, la suma de ellos nos proporcionará el volumen total del movimiento de tierras necesario para la construcción del bancale, desmonte más terraplén.

Ahora bien, puesto que el plano de compensación está determinado con la condición de que sean iguales los volúmenes de desmonte y terraplén.¹

¹CANO, M. Juan y VASQUEZ G. Antonio, Nivelación de tierras. Madrid: Mundi – prensa. 1997.

3.2 SISTEMAS DE RIEGO PARA CAMPOS DEPORTIVOS

Es un tipo de riego que por sus características especiales difiere bastante del riego estándar de jardinería.

Para este tipo de instalaciones es fundamental la idoneidad del material para dicha aplicación, esto es que garantice plenamente la seguridad de los jugadores, así como que proporcione un mantenimiento fácil y económico. Pero además es decisivo un buen diseño del sistema de riego y una perfecta instalación.

Para una buena aplicación del riego es básico elegir correctamente el espaciamiento y la distribución de los aspersores. Pero esto en ocasiones va reñido con las especiales necesidades de las instalaciones.

3.2.1. Instalación con aspersores de pistón de pequeño diámetro

Solución económica: 15 aspersores (5 líneas de 3 aspersores), con la boquilla más grande, y una separación de 24 x 24 m. En este caso, el perímetro a regar es sobrepasado, mojándose zonas adyacentes al terreno de juego. Se aconseja más para terrenos anexos al de juego o de entrenamiento.

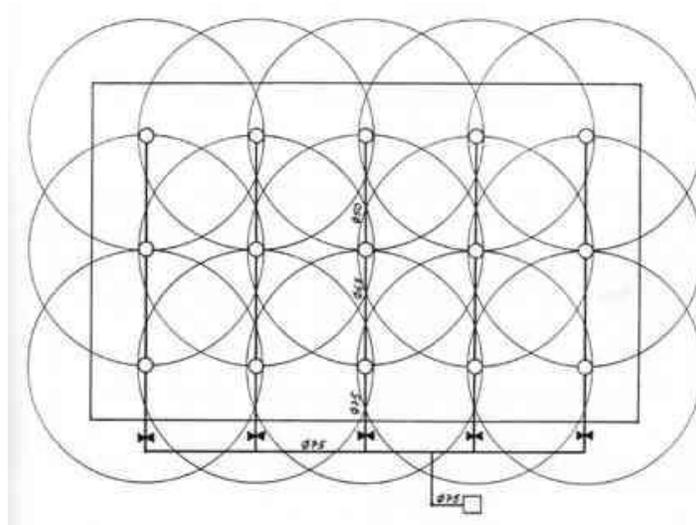


Figura No. 2 Riego con aspersores de pistón de pequeño diámetro (opción 1)

Solución clásica: 24 aspersores (6 líneas de 4 aspersores), espaciamiento de 24 m x 24 m para los aspersores de círculo completo. Aspersores regando sobre sectores diferentes funcionan sobre la misma línea y estación, por lo tanto es necesario equiparlos con boquillas de diferentes tamaños para igualar la pluviometría.

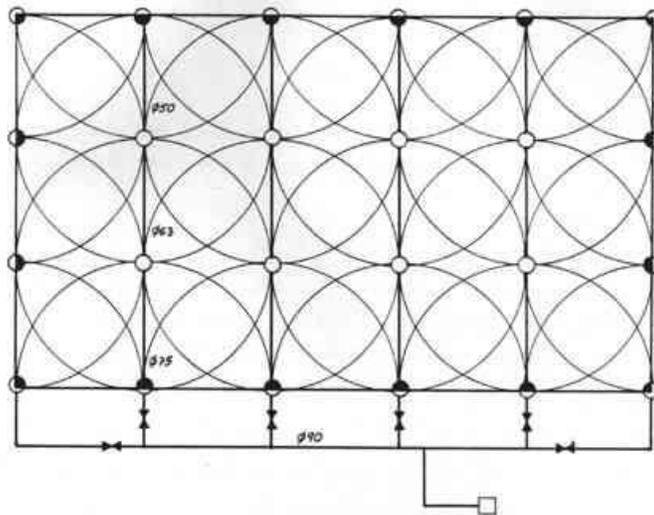


Figura No. 3 Riego con aspersores de pistón de pequeño diámetro (opción 2)

Solución de alta calidad: Idéntica a la precedente en número de aspersores, pero con 8 estaciones diferentes y por lo tanto con una red de tuberías más importante. Así es que, los aspersores con el mismo sector regado funciona simultáneamente: el aporte de agua será extremadamente uniforme.

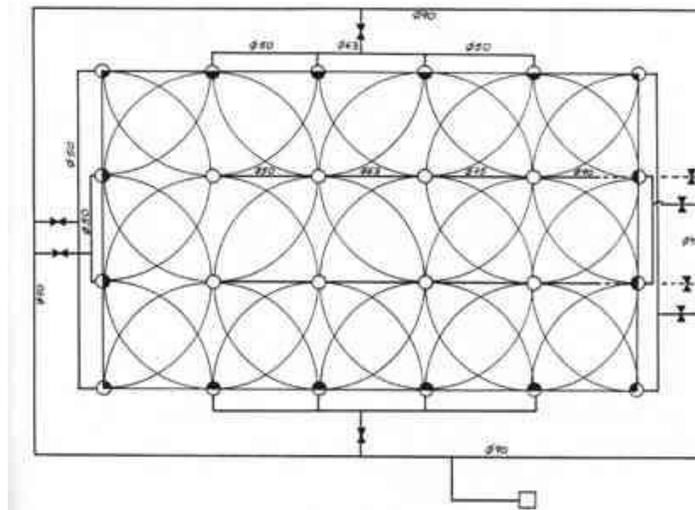


Figura No. 4 Riego con aspersores de pistón de pequeño diámetro (opción 3)

3.2.2. Instalación con aspersores emergentes de impacto de gran diámetro

Solución económica: 2 aspersores en el centro y 10 en la periferia. Se aconseja para terrenos anexos al de juego o de entrenamiento.

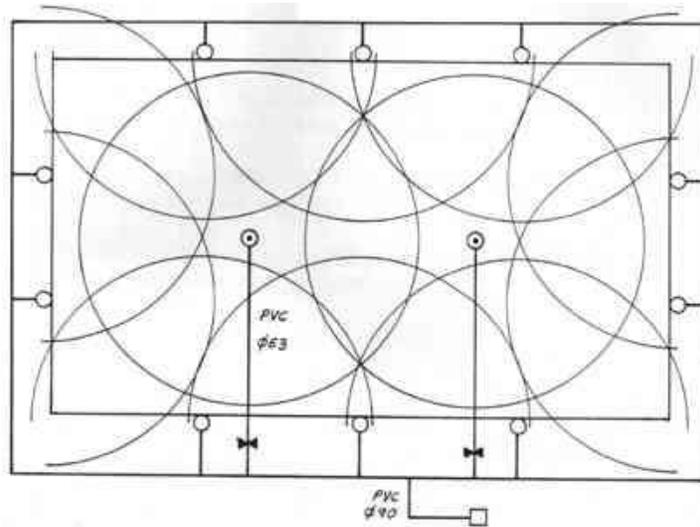


Figura No. 5 Riego con aspersores emergentes de impacto (opción 1)

Solución clásica: 3 aspersores en el centro y 10 en la periferia. Es preferible evitar situar un solo aspersor en los ejes de las porterías, ya que el riego puede ser perturbado si las redes de la portería no están desmontadas.

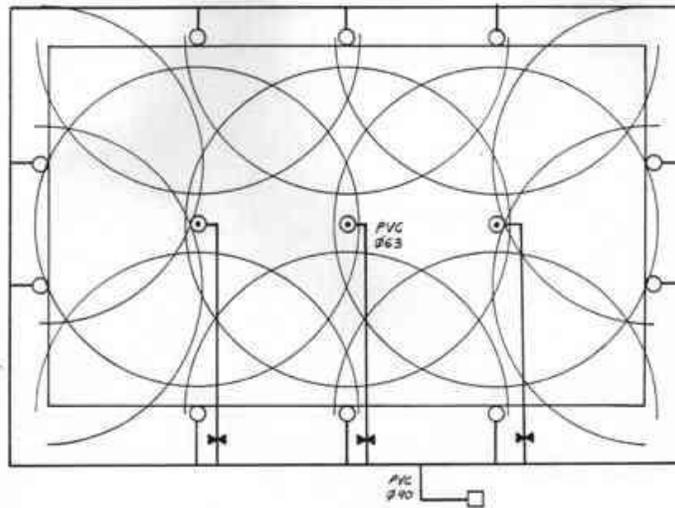


Figura No. 6 Riego con aspersores emergentes de impacto (opción 2)

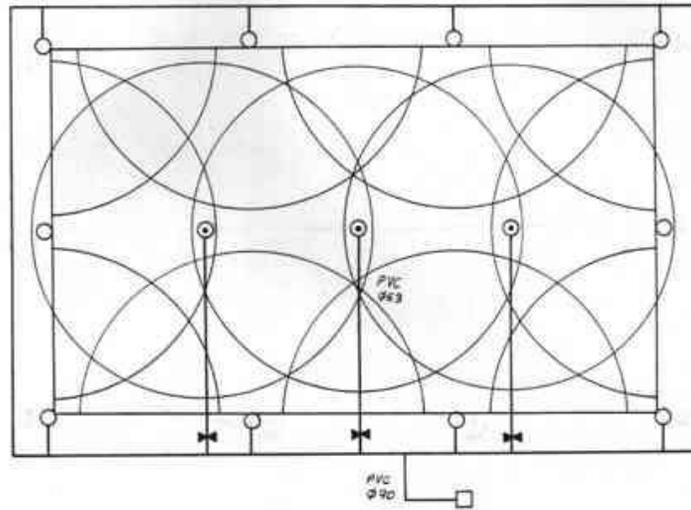


Figura No. 7 Riego con aspersores emergentes de impacto (opción 3)

Observación: Si el caudal disponible es suficiente, es posible hacer funcionar dos aspersores simultáneamente.

3.2.3. Instalación mixta con aspersores de pistón de pequeño diámetro y aspersores emergentes de impacto de gran diámetro.

Solución clásica: Siempre 10 de gran diámetro en la periferia, más 6 de pequeño diámetro en el centro, con un espaciado de 24 m x 24 m, con la boquilla más grande. Esta solución permite obtener un mejor comportamiento del riego en condiciones de viento y una mejor uniformidad.

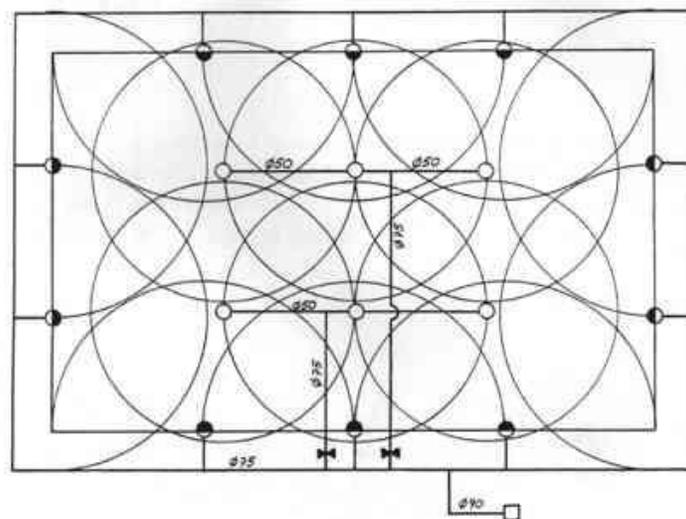


Figura No. 8 Riego con instalación mixta, aspersores de pistón y de impacto

3.2.4. Instalación con cañones

Utilizado más a menudo en terrenos ya establecidos. Esta técnica tiene la ventaja de una puesta en marcha sencilla y rápida (anillo de tubería, al exterior del terreno para alimentar 6 cañones), pero requiere un caudal y una presión elevados (55 m³/h-7 bares por estación).

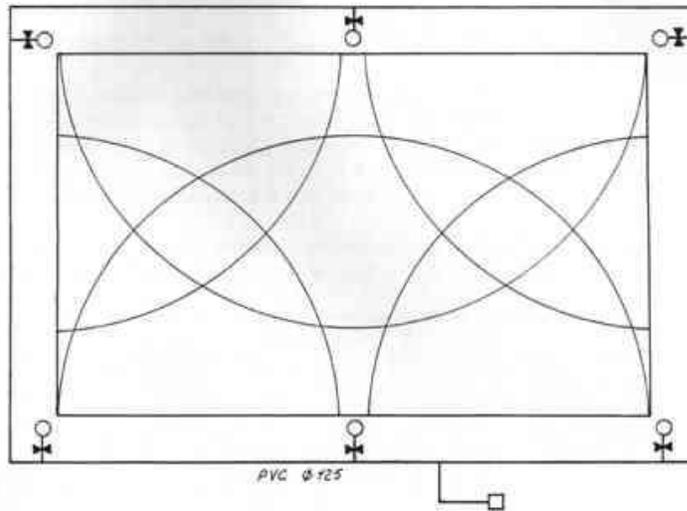


Figura No. 9 Riego con cañones

3.2.5. Aspersores, en triángulo 18 metros

Es sin duda la opción mas adecuada y la que proporciona una mejor distribución del riego. Al disponer los aspersores, en triángulo 18 metros aseguramos una cobertura excelente y muy uniforme, que garantiza un buen cuidado del césped aún en zonas de mucho viento.

El único inconveniente es que hay aspersores dentro del terreno de juego, unos 16. Esto no representa problema alguno pues en la práctica es imposible localizarlos. En efecto por sus características especiales, su pequeña superficie expuesta, su diámetro y su instalación a 1,5 cm por debajo del nivel del suelo, es imposible localizar el aspersor una vez instalado.

Estos aspersores instalados a un marco de 18 metros proporcionan una calidad de riego insuperable. Disponen de una boquilla de doble chorro que aseguran una perfecta distribución del agua en todas las zonas, cerca o lejos del aspersor.

Este alcance se obtiene con presiones de alrededor de 6 kg/cm² a pie de aspersor y reciben el caudal a través de una sencilla red de tuberías. Como el

aspersos dispone de una válvula hidráulica incorporada, un anillo por el exterior del terreno de juego en diámetro 63 mm y tres ramales interiores también en anillo, de 40 mm de diámetro como se ve en la figura No. 10, proporcionan el caudal necesario para la instalación. Esto supone un ahorro en bombeo y en tubería frente a sistemas tradicionales de cañones. También hay disponibles otros modelos de aspersos con válvula de retención, para montar con válvulas de control eléctricas. Si bien es cierto que mantienen la calidad de riego y excelente adaptación a estas instalaciones, encarecen algo la instalación por los mayores tamaños de la tubería y el uso de válvulas eléctricas.

3.2.6. Tres centrales de 30 m. de alcance, rodeados por un anillo de aspersores a 22 m.

Está basado en un aspersor al que se instala un tepe de césped natural arriba y queda perfectamente camuflado en el terreno de juego.

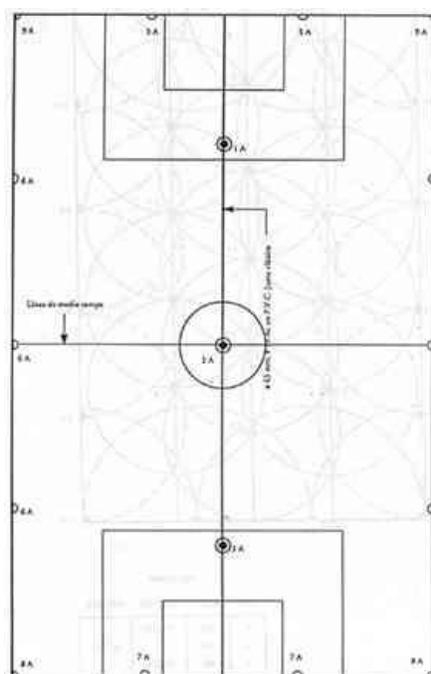


Figura No. 10 Riego en campos deportivos

La distribución de los aspersores garantiza una excelente aplicación del agua, pues todos los aspersores disponen de boquillas múltiples que proporcionan un riego perfecto, sin embargo son algo menos efectivas en zonas de mucho viento, por la gran altura y longitud del chorro. A cambio simplifican la instalación. Con estos aspersores dispondremos tres centrales de 30 metros de alcance, rodeados por un anillo de aspersores a 22 metros.

Para su correcto funcionamiento necesitan presiones de alrededor de 7 kg/cm^2 a pie de aspersor. Como estos aspersores están disponibles con válvula incorporada tanto en el control eléctrico como hidráulico, la red de tuberías es un sencillo anillo por el exterior de juego en 63 mm de diámetro y un ramal central, también en anillo de 63 mm. Con este sistema necesitamos algo más de presión en la instalación que con el anterior, pero seguiremos teniendo un importante ahorro en tuberías frente a sistemas tradicionales.

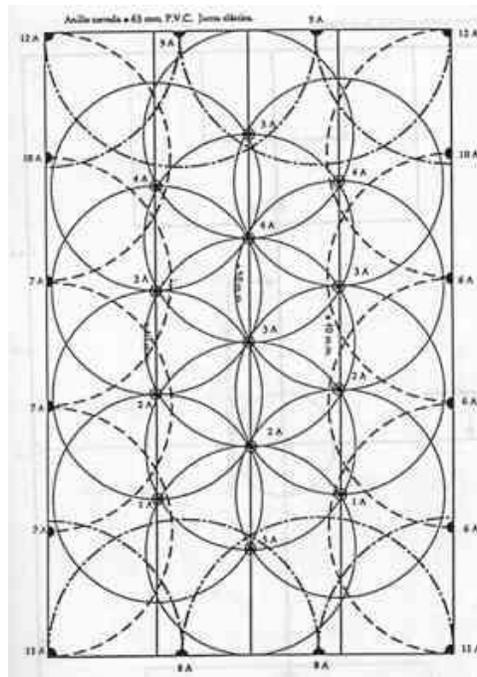


Figura No. 11 Riego en campos deportivos sistema tradicional

La alternativa de pocos aspersores de gran alcance, precisará la apertura de algunas zanjas; esto es una buena solución en caso de campos existentes con césped. Esta solución debe tenerse en cuenta en casos donde haya poco caudal.

En casos donde hay que establecer el terreno de juego, o el aspecto de las zanjas es menos importante, una implantación de aspersores más cercanos de medio alcance que permita obtener un mejor comportamiento de riego en condiciones de viento y una mejor uniformidad.

Todos estos sistemas se controlan con un programador robusto, fiable y sencillo de manejar. Mandan la señal de apertura o cierre directamente al aspersor, a través de un cable eléctrico o de un fino tubo en el caso del control hidráulico.

Trabajar con tuberías en carga y anillo, permite usar diámetros de tuberías menores y evita los problemas que causa el aire en las tuberías, evitando fenómenos tan perjudiciales como el golpe de ariete.

Para la acometida al anillo se usara tubería de diámetro 75 mm ó 90 mm, según sea la distancia desde el grupo de bombeo.

Los aspersores deben ir instalados sobre una articulación que permite mantenerlos siempre al nivel adecuado con el terreno evitando además daños a la tubería general al pasar maquinaria pesada de mantenimiento por encima del aspersor.

El grupo de bombeo será tan variado como las necesidades de cada instalación, usando bombas sumergidas en el aljibe o bien bombas horizontales etc. Se recomienda usar bombas verticales y montar dos pequeñas, mejor que una grande, por economía y flexibilidad de uso. Controladas con hidrosfera y presostato, instalando además una válvula de seguridad o válvula maestra que se abrirá cada vez que el programador de la ordene apertura.²

²http://www.elriego.com/informa_te/Diseno_sistemas_riego/Diseno_Campos_depo_rtivos/campos_de_futbol.htm

3.3 CONCEPTOS BASICOS DE RIEGO POR ASPERSION

Es un sistema de riego a presión por medio del cual se aplica el agua sobre una superficie de suelo con un cultivo, en forma de lluvia artificial. Generalmente la presión se obtiene por bombeo o por gravedad.³

3.3.1. Composición de un sistema de riego por aspersión

☞ Captación del agua

- Pozo
- Toma desde un río, lago o embalse
- De una línea de agua a presión existente

☞ Estructura para el almacenamiento del agua:

- Almacenamiento subterráneo
- Un lago natural o artificial (embalse)
- Depósito construido expresamente para tal fin

☞ Instalación para puesta en presión del sistema:

- Por gravedad, si los campos regados están en una cota inferior a la captación, por ejemplo para el riego de campos situados aguas abajo de una presa
- Por bombeo, cuando se trata de utilizar agua de pozo, o para regar terrenos que se encuentran a una cota superior a la del embalse de regulación
- Por energía disponible en una red existente

☞ Tuberías principales y secundarias fijas

☞ Dispositivos móviles

☞ Aspersores.⁴

³CIFUENTES, Miguel. Proyecto: Diseño y construcción del centro experimental piloto de riego a presión CEPRAP Universidad Surcolombiana. 1999

⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/Aspersi%C3%B3n>

3.3.2. Tipos de sistemas de riego por aspersión de acuerdo a su instalación y forma de operación.

Estos sistemas se pueden clasificar en tres categorías generales, las cuales se subdividen a la vez según las condiciones de movimiento que tiene el sistema en el campo, basado principalmente en las características propias del lateral.

3.3.2.1. *Permanentes*

Poseen todo el sistema de tubería permanentemente localizado, generalmente esta enterrado a una profundidad adecuada para que no interfiera con las labores agrícolas. Utilizan aspersores de acople rápido y las presiones de trabajo son muy altas. Tiene un costo de instalación mayor, pero el de operación es menor que en las otras clases.

3.3.2.2. *Semipermanentes*

En estos sistemas la tubería principal esta generalmente enterrada y la tubería lateral es portátil. Los costos de instalación son menores, pero los de operación son mayores con respecto los permanentes.

3.3.2.3. *Portátiles*

En este sistema las tuberías principales y las laterales son portátiles. Los costos de instalación son menores que los de los sistemas anteriores porque las tuberías se pueden utilizar en diferentes sitios, pero esto eleva los costos de mano de obra y operación.³

³CIFUENTES, Miguel. Proyecto: Diseño y construcción del centro experimental piloto de riego a presión CEPRAP Universidad Surcolombiana. 1999

3.3.3. Ventajas e inconvenientes del riego por aspersión

3.3.3.1. *Ventajas*

- ☞ El consumo de agua es menor que el requerido para el riego por surcos o por inundación;
- ☞ Puede ser utilizado con facilidad en terrenos con cierta pendiente;
- ☞ Se puede dosificar el agua con una buena precisión
- ☞ No afecta el material vegetal sometido a riego, ya que se elimina la presión que el agua puede ofrecer a las plantas; y como es homogénea su distribución sobre el material vegetal, el riego de la vegetación por aspersión es total y se distribuye suavemente el agua sobre toda el área deseada.

3.3.3.2. *Inconvenientes*

- ☞ El consumo de agua es mayor que el requerido en sistemas de riego localizado;
- ☞ Se necesita determinar bien la distancia entre aspersores, para tener un coeficiente de uniformidad superior al 80%. ⁴

⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/Aspersi%C3%B3n>

3.4 SISTEMAS DE DRENAJE Y SELECCIÓN DEL CESPED PARA CAMPOS DEPORTIVOS

3.4.1. Capas del campo de juego

Un buen campo de juego consta de 6 capas, las cuales se describen desde la base hasta la superficie.

1. Subrasante compactada

Estará conformada por una capa compactada, su único requisito es que ya deberá tener la pendiente final del campo de juego, esta es 1 % hacia los laterales.

2. Zanqueo y caños de drenaje

La parte absorbente del sistema esta compuesta por tubería PVC ranurada de 63 mm de diámetro esta tubería de drenaje va colocada en zanjas de aproximadamente el doble de profundidad y el triple de ancho que el diámetro de la tubería, por lo que las medidas estimadas de las zanjas serán de 15 cm de profundidad por 20 cm de ancho.

La tubería drenante debe ser rodeada y tapada con el mismo material (piedra partida o similar) que componen el manto drenante y se disponen en forma de espina de pescado, en donde la tubería ranurada de 63 mm se conecta a tubería de 110 mm sin ranurar, que a su vez conectan a un perimetral de 160 mm sin ranurar. Este sistema conduce el exceso de agua a un lugar de descarga que puede ser el foso del estadio.

La distancia entre la tubería ranurada, deberá ser de aproximadamente 10 metros, por la conductividad hidráulica que posee (60 mm/hora), nunca dejará pasar mas agua de la que el sistema de drenaje así armado permite evacuar y distancias mayores no son recomendables ya que se dificultaría el movimiento lateral del agua por dentro del manto drenante hasta alcanzar las zanjas y tubería ranurada.

3. Manto drenante

Está compuesto por una capa de 12 cm de espesor de un material de gruesa granulometría, que permita el fácil movimiento del agua en todas las direcciones. El mismo material se usara para rellenar y cubrir las zanjas donde ira la tubería de drenaje.

4. Capa de arena gruesa

Entre el manto portante y el manto drenante se coloca una capa de arena gruesa de 5 cm de espesor. Esta capa es importante y tiene varias funciones:

1º Separar la mezcla de tierra y arena que compone el manto portante de la capa de piedra partida que compone el manto drenante.

2º Actúa como filtro impidiendo el paso masivo de partículas finas de arcilla que podrían obstruir el sistema de drenaje.

3º Otra función muy importante de la capa de arena es que da lugar a la formación de una napa de agua colgante o efecto percha de agua, como vulgarmente se lo conoce, esto se logra por la discontinuidad en el tamaño de poros entre el manto portante (que tiene poros relativamente pequeños) y la capa de arena gruesa (que los tiene mucho más grandes). El “efecto percha de agua” consiste en que el agua es retenida por los poros mas pequeños del manto portante y recién comienza a escurrir hacia el sistema de drenaje cuando todo el perfil superior esta absolutamente lleno y saturado; esto permite un gran ahorro de agua de riego y fertilizantes, y asegura un buen abastecimiento de agua y nutrientes para el césped.

5. Manto portante

Se conformara un manto portante de 20 cm de espesor, esta es una profundidad suficiente para el buen desarrollo del césped: se realizara en base a una mezcla de tierra negra especial y arena en partes iguales. Es conveniente realizar análisis físico - químicos en un laboratorio de suelos: característica de la tierra, PH, contenido de sales (bajo) y nutrientes. Además, un mayor contenido de materia orgánica, asegura una mayor estabilidad en el tiempo a la mezcla que se va a realizar.

La proporción de mezcla de tierra negra especial 50 % y arena 50 % tiene una conductividad hidráulica de 60 mm por hora, lo cual brinda un drenaje interno suficiente, posibilitando el escurrimiento de agua superficial provocado por el abovedado del campo de juego asegura poder usarlo sin problemas, aun después de lluvias intensas. En el caso de la arena, se deberá usar la más gruesa posible, de PH neutro y bajo contenido de sales.⁵

⁵[www.mejorcesped.com.ar/doc_word/C%F3mo%20se%20construye%20un%20campo%20deportivo%20\(Modificaci3n\).doc](http://www.mejorcesped.com.ar/doc_word/C%F3mo%20se%20construye%20un%20campo%20deportivo%20(Modificaci3n).doc)

3.5 CONCEPTOS BASICOS DE DRENAJE

La función principal de un sistema de drenaje es la de permitir la retirada de las aguas que se acumulan en depresiones topográficas del terreno, causando inconvenientes ya sea a la agricultura o en áreas urbanizadas. El origen de las aguas puede ser:

- ☞ Por escurrimiento superficial
- ☞ Por la elevación del nivel freático, causado por el riego, o por la elevación del nivel de un río próximo
- ☞ Directamente precipitadas en el área

Otra función sumamente importante del sistema de drenaje es la de controlar, en los perímetros de riego, la acumulación de sales en el suelo, lo que puede disminuir drásticamente la productividad o el desarrollo de la vegetación.

Principalmente, el sistema de drenaje está compuesto por una red de canales que recogen y conducen las aguas a otra parte, fuera del área a ser drenada, impidiendo al mismo tiempo, la entrada de las aguas externas. Típicamente estos sistemas se hacen necesarios en los amplios estuarios de los grandes ríos y en los valles donde el drenaje natural es deficiente.

La red de canales debe ser periódicamente limpiada, eliminando el fango que se deposita en ellos y las malezas que crecen en el fondo y en los taludes, caso contrario muy fácilmente el flujo del agua se modificaría y se perdería la eficiencia del sistema.

Cuándo los terrenos que deben ser drenados están todos a una cota superior a la obra o recipiente donde se quiere llevar el agua drenada, se puede aprovechar la declividad natural del terreno y el sistema funciona perfectamente con la fuerza de la gravedad. Caso contrario deberá implementarse una estación de bombeo.

Cuando la zona a ser saneada se encuentra a una cota inferior a las circundantes, y esta disponible un río con un considerable transporte sólido, se puede provocar el llenado de los terrenos bajos, para permitir el depósito de los sedimentos y así elevar su nivel.⁶

⁶http://es.wikipedia.org/wiki/Canal_de_drenaje

3.5.1. Ecuaciones de drenaje

Estas ecuaciones se emplean, fundamentalmente, para el dimensionamiento de los sistemas de drenaje, ya que relacionan algunas de sus características (como espaciamiento y profundidad) con ciertas características de los suelos.

Según las hipótesis establecidas, las ecuaciones de drenaje se pueden agrupar en las dos siguientes clases:

☞ Ecuación de Régimen Permanente

☞ Ecuación de Régimen Variable.

En las de Régimen permanente se supone que la capa freática se encuentra estabilizada: la cantidad de agua que la alimenta es igual a la eliminada por los drenes. Tal situación corresponde al caso de una lluvia constante durante un largo periodo de tiempo.

3.5.1.1. Ecuación de Hooghoudt

Hooghoudt (1940) desarrolló varias ecuaciones. La mas completa de ellas supone que el flujo no solamente es horizontal, sino que parcialmente hasta alrededor de los drenes hay flujo radial.

Con los parámetros que se muestran en la figura No.12 que se presenta a continuación, la ecuación de Hooghoudt que combina el flujo horizontal y el radial, se expresa de la siguiente manera:

$$L^2 = \frac{8K_2d (\Delta h - n) + 4K_1 (\Delta h^2 - n^2)}{R}$$

Donde:

L = espaciamiento de drenes (m).

Δh = distancia vertical entre la horizontal que pasa a nivel del fondo de los drenes y la napa freática en el punto medio entre los drenes (m).

n = distancia vertical entre el fondo del dren y la napa freática sobre el dren (m).

d = espesor del "estrato equivalente" (m).

R = cantidad de agua que hay que drenar (m/día).⁷

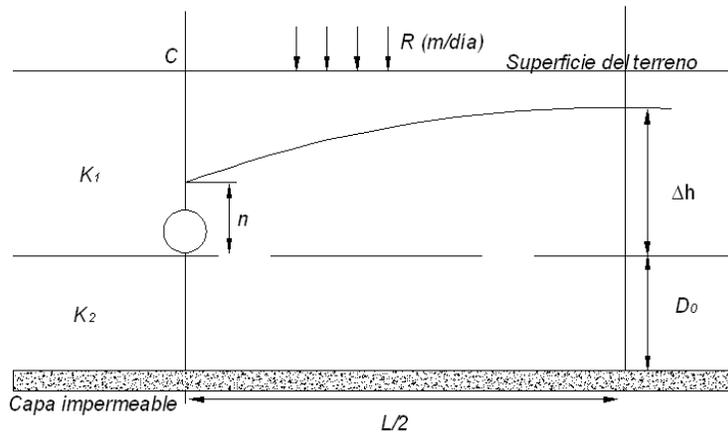


Figura No. 12 Ecuación de Hooghoudt

Los parámetros “n” y “d” se describen a continuación:

El parámetro "n" tiene un significado diferente en el caso de drenaje con zanjas abiertas y en caso de drenaje con tubos.

En el caso de zanjas, “n” es el espesor de la lámina de agua que hay sobre el fondo de la zanja cuando se está drenando la descarga normativa equivalente a R. En este caso, tanto el tamaño como el distanciamiento entre las zanjas se diseñan con la misma descarga normativa. En el caso de drenaje por tubos, “n” es teóricamente la altura de carga necesaria para la resistencia que tiene que vencer el agua para entrar en los tubos.

En general, para calcular el espaciamiento de drenes, se ha supuesto que "n" es cero.

Para tener en cuenta la resistencia extra causada por el flujo radial, Hooghoudt introdujo una reducción de la profundidad D_0 , en una profundidad equivalente mas pequeña “d”, donde $d < D_0$.

En este caso la ecuación se transforman en:⁷

$$L^2 = \frac{8K_2 d \Delta h + 4K_1 \Delta h^2}{R}$$

⁷PIZARRO, Fernando. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Editorial Agrícola Española S.A Madrid.

3.6 CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

El término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.

Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada.

De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.

Los límites tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), la Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.), y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar ligeramente de uno a otro.

3.6.1. Calidad del Agua para uso Agrícola

En el agua para uso agrícola las sustancias disueltas no deberán sobrepasar los valores expresados a continuación.

REFERENCIA	EXPRESADO COMO	VALOR EN mg/l
Aluminio	Al	5,0
Arsénico	As	0,1
Berilio	Be	0,1
Cadmio	Cd	0,01
Cinc	Zn	2,0
Cobalto	Co	0,05
Cobre	Cu	0,2
Cromo	Cr6+	0,1
Flúor	F	1,0
Hierro	Fe	5,0
Litio	Li	2,5
Manganeso	Mn	0,2
Molibdeno	Mo	0,01
Níquel	Ni	0,2
pH	Unidades	4,5 - 9,0 (*)
Plomo	Pb	5,0
Selenio	Se	0,02
Vanadio	V	0,1

Notas:

El Boro, expresado como B, deberá estar entre (0,3 y 4,0) mg/l, dependiendo del tipo de suelo y del cultivo.

Se deberán hacer mediciones de las siguientes características:

- ☞ Conductividad eléctrica (CE)
- ☞ Relación de absorción de sodio (RAS)
- ☞ Porcentaje de sodio posible (PSP)
- ☞ Salinidad efectiva y potencial (SE, SP)
- ☞ Carbonato de sodio residual. (CSR)⁸

3.6.2. Agua Potable para riego

Se entiende por agua potable no un agua pura, sino un agua que es incapaz de dañar la salud.

Las condiciones físicas del agua para ser considerada como potable son las siguientes: debe ser insípida, inodora e incolora, y con una turbiedad menor a 5 según la unidad nefelométrica.

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua

Mientras que el contenido máximo de sustancias químicas que debe tener es el siguiente:

SUSTANCIA EXPRESADO COMO LIMITE MAXIMO mg/l

Amoniaco	N	0,25
Arsénico	As	0,5
Cadmio	Cd	0,01
Cianuro	CN-	0,2
Cloruros	Cl-	250*
Cobre	Cu	1,0*
Compuestos fenólicos	Fenol	0,002
Cromo hexavalente	Cr	0,005
Detergente	SAAM	0,5
Flúor	F-	1,5
Hierro	Fe	0,3*
Magnesio	Mg	125
Magnesio	Mn	0,10*
Mercurio	Hg	0,001
Nitratos	N	10*
Nitricos	N	1
Plomo	Pb	0,05
Residuos sólidos filtrables	--	1.000*
Selenio	Se	0,01
Sulfatos	SO4-2	250*
Zinc	Zn	5,5*

También el agua debe cumplir con ciertos requisitos radioactivos para ser considerada como potable:

ELEMENTOS RADIATIVOS LIMITE MAXIMO pCi/l

- ☞ Estroncio 90 10,00
- ☞ Radium 226 3,00
- ☞ Actividad Beta total 1.000 (excluyendo Sr-90, RA-226 y otros emisores alfa)
- ☞ Actividad Beta total 50,00 (incluyendo Sr-90, corregida para el K-40 y otros radio emisores naturales)
- ☞ Actividad Alfa total 15,00 (incluyendo RA-226 y otros emisores alfa)⁹

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua

4. METODOLOGIA

Para el desarrollo de este proyecto se llevó a cabo un reconocimiento de campo, observando las diferentes alternativas existentes, manipulando la textura de suelo a trabajar, estudiando el clima de la zona, realizando reconocimientos visuales a la topografía del terreno; después llevando a cabo el levantamiento topográfico con ayuda de la estación total (NIKON DTM – 410) y con esta cartera de campo se llevaron a cabo los diferentes planos requeridos para el diseño de los sistemas, elaborando las curvas de nivel del terreno utilizando el programa AUTOCAD, para así poder estudiar mas detalladamente el área a mejorar.

Se llevaron a cabo los procesos pertinentes en campo para calcular las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo, elaborando pozos de observación, realizando pruebas de infiltración, pruebas de conductividad hidráulica y recogiendo las muestras necesarias para la obtención de los demás datos requeridos en el momento del diseño, los cuales fueron procesados en el laboratorio de suelos (LABSUS) de la Universidad Surcolombiana.

Se realizó la nivelación del terreno, llevando a cabo una preparación del suelo con un arado de disco, después con ayuda de la rastra se hicieron mas pequeños los terrones para permitir su fácil manejo, se prosiguió a vincular el buldócer para hacer el retiro de los escombros y por el método de la cuadrícula se determinaron los cortes y rellenos necesarios utilizando la diferencia entre la cota roja y la cota negra, con ayuda del nivel de precisión si el resultado era negativo se realizó un corte y si era positivo se realizó un relleno; calculando posteriormente el volumen de tierra a mover y la cantidad de viajes necesarios para sacar este material.

La metodología utilizada fue la planteada por Fernando Pizarro consignada en el libro “Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos”, para el sistema de drenaje.

Se determinó el año crítico con los datos de precipitación anual suministrados por La Estación del Parque Arqueológico de San Agustín, determinando en un periodo de 10 años de 1998 al 2007 el crítico el cual fue el 2005, con los valores totales de precipitación diaria se calculo la lluvia crítica.

Se utilizó para el calculo de espaciamiento entre drenes el método de Régimen Permanente el cual tiene como principio la ecuación de Hooghoudt; donde se supone que la capa freática se encuentra estabilizada; la cantidad de agua que la alimenta es igual a la eliminada por los drenes, que corresponde a una lluvia constante durante un largo periodo de tiempo.

Se seleccionó el diámetro de la gravilla a utilizar como lecho filtrante y se estableció el grosor de la capa de arena y tierra negra para el momento de la preparación del terreno para la siembra de la grama.

Para el sistema de riego se llevo a cabo la metodología de doble propósito para el diseño y la evaluación hidráulica de sistemas de riego a presión (metodología de los talleres), expuesta en el IX Congreso de Ingeniería Agrícola y Carrera Afines llevado a cabo en Sincelejo por el Ing. Miguel Germán Cifuentes Perdomo, en donde se determina los requerimientos hídricos, selección de la unidad de riego, espaciamiento máximo permisible, calculo del grado o velocidad de aplicación del agua en una unidad de riego, diseño de tuberías laterales y principales.

En conjunto con esto se recopiló la información existente, tesis USCO, Información suministrada por la Alcaldía Municipal de San Agustín, Cartografía, complementando los estudios de suelos, climatológicos, hidrológicos (freáticos, caudales de riego y drenaje, calidad y disponibilidad de agua) y topográficos.

Se llevó a cabo el estudio de impacto ambiental del proyecto, en el cual se identificaron los impactos ambientales utilizando el método de la Matriz de Leopold y el método de redes; Se determinó la viabilidad ambiental de este, se compararon dos escenarios (con proyecto y sin proyecto) utilizando el método de calificación ambiental de Arboleda y el de Batelle Columbus.

Después de todo el proceso de diseño y la elaboración del presupuesto, se realizó un cuadro comparativo mostrando la viabilidad del proyecto respecto a la tesis existente “Diseño de riego y drenaje para un escenario deportivo (cancha de futbol) Municipio de San Agustín Huila”, donde se puede observar claramente la diferencia tanto en el diseño de drenaje como en la relación costo – beneficio.

4.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra localizado en el Barrio San Martín entre carreras 2^{da} y 3^{ra} del Municipio de San Agustín, perteneciente al departamento de Huila dista 219 km de Neiva, la capital departamental a 1.747 m de altitud, con sectores planos ubicados en los valles de los numerosos ríos que lo recorren, en sus límites con el departamento del Cauca se encuentra el páramo o valle de Las Papas, lugar donde nacen los ríos Cauca, Magdalena y Caquetá y se separan las cordilleras Central y Oriental. Con temperaturas medias de 19 °C y un promedio anual de precipitaciones de 1.726 mm, permite el desarrollo de agricultura (caña panelera, café, plátano, maíz, frijol), minería (caliza, mármol, dolomita, oro) y ganadería. Allí se encuentra el yacimiento arqueológico de San Agustín, Patrimonio cultural de la Humanidad. Con aproximadamente 29.699 habitantes

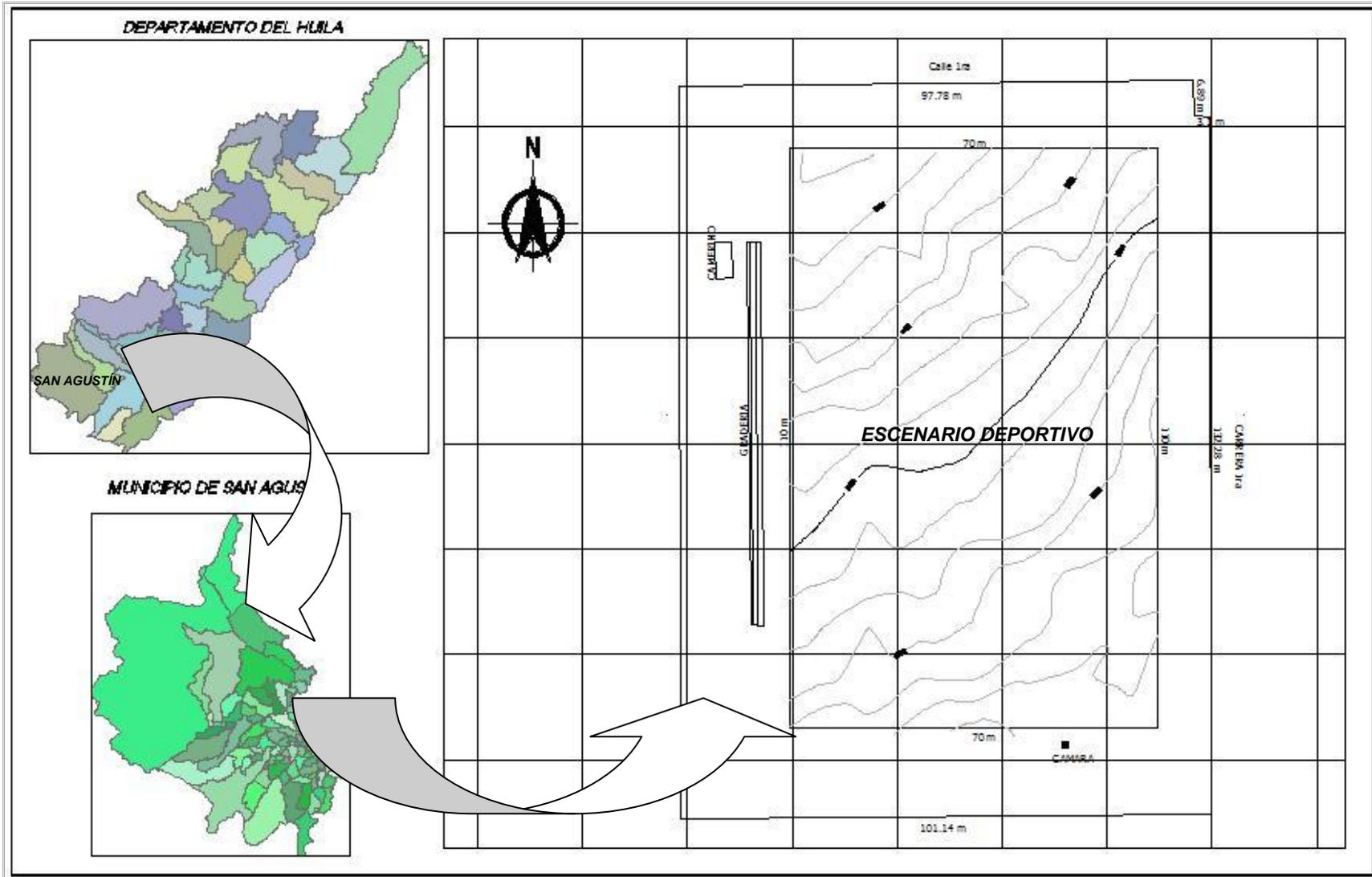


Figura No. 13 Localización del proyecto

5. RESULTADOS

5.1 CALCULOS PARA LA NIVELACION DEL TERRENO

ESTACA (m)	COTAS DEL TERRENO ORIGINAL			EJE CENTRAL CON LA PENDIENTE		
	BORDE DERECHO	CENTRO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	CENTRO	BORDE IZQUIERDO
0	3.646	3.534	3.156	3.640	3.430	3.190
10	3.650	3.428	3.056	3.640	3.337	3.050
20	3.596	3.292	2.886	3.580	3.245	2.910
30	3.436	3.222	2.820	3.490	3.152	2.800
40	3.336	3.146	2.656	3.330	3.059	2.650
50	3.206	3.038	2.576	3.220	2.966	2.570
60	3.119	2.983	2.599	3.120	2.874	2.600
70	3.051	2.857	2.589	3.050	2.781	2.600
80	2.959	2.789	2.449	2.940	2.688	2.470
90	2.825	2.697	2.514	2.850	2.595	2.470
100	2.769	2.619	2.451	2.720	2.503	2.440
110	2.571	2.375	2.403	2.570	2.410	2.390
	0.972727	1.063636	0.727273	0.927272		
	PENDIENTE ORIGINAL DEL TERRENO			PENDIENTE % CORTE DE 10 cm		

TABLA No. 1 Nivelación del terreno por cuadrícula

ESTACA (m)	PROMEDIO POR CUADROS DE 10 m			DIFERENCIA		m ³	
	BORDE DERECHO	CENTRO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	BORDE IZQUIERDO	CORTES	RELLENOS
0	3.64	3.38	3.12	0.256	0.264	179.45	184.55
10	3.61	3.29	2.98	0.319	0.311	223.36	217.64
20	3.54	3.20	2.86	0.337	0.343	235.77	240.23
30	3.41	3.11	2.73	0.305	0.380	213.18	266.32
40	3.28	3.01	2.61	0.262	0.403	183.59	281.91
50	3.17	2.92	2.59	0.250	0.335	175.00	234.50
60	3.09	2.83	2.60	0.258	0.227	180.41	159.09
70	3.00	2.73	2.54	0.260	0.200	182.32	139.68
80	2.90	2.64	2.47	0.253	0.172	177.23	120.27
90	2.79	2.55	2.46	0.236	0.094	165.14	65.86
100	2.65	2.46	2.42	0.189	0.041	132.05	28.95

TABLA No. 2 Calculo de cortes y rellenos

ESTACA (m)	TERRENO POR SACAR	COTAS FINALES DEL TERRENO		
		BORDE DERECHO	CENTRO	BORDE IZQUIERDO
0	-5.091	3.43	3.43	3.43
10	5.727	3.34	3.34	3.34
20	-4.455	3.24	3.24	3.24
30	-53.136	3.15	3.15	3.15
40	-98.318	3.06	3.06	3.06
50	-59.500	2.97	2.97	2.97
60	21.318	2.87	2.87	2.87
70	42.636	2.78	2.78	2.78
80	56.955	2.69	2.69	2.69
90	99.273	2.60	2.60	2.60
100	103.091	2.50	2.50	2.50
110		2.41	2.41	2.41
TOTAL	108.5 m3	0.009273		
	18.8 Viajes	PENDIENTE FINAL DE DISEÑO		

TABLA No. 3 Cotas finales del terreno

DISTANCIA (m)	COTAS DEL TERRENO ORIGINAL			COTAS FINALES DEL TERRENO		
	BORDE DERECHO	CENTRO	BORDE IZQUIERDO	BORDE DERECHO	CENTRO	BORDE IZQUIERDO
0	99.646	99.534	99.156	92.570	92.570	92.570
10	99.650	99.428	99.056	92.663	92.663	92.663
20	99.596	99.292	98.886	92.755	92.755	92.755
30	99.436	99.222	98.82	92.848	92.848	92.848
40	99.336	99.146	98.656	92.941	92.941	92.941
50	99.206	99.038	98.576	93.034	93.034	93.034
60	99.119	98.983	98.599	93.126	93.126	93.126
70	99.051	98.857	98.589	93.219	93.219	93.219
80	98.959	98.789	98.449	93.312	93.312	93.312
90	98.825	98.697	98.514	93.405	93.405	93.405
100	98.769	98.619	98.451	93.497	93.497	93.497
110	98.571	98.375	98.403	93.590	93.590	93.590

TABLA No. 4 Cotas originales y finales del terreno

5.2 CALCULOS PARA EL SISTEMA DE DRENAJE

5.2.1. Calculo de la lluvia crítica “Metodología expuesta por Fernando Pizarro”

Para el cálculo de esta variable se utilizó el método de Pizarro el cual consiste en evaluar lluvias, aquella precipitación que en un año fuera igualada o superada cinco veces es la crítica.

Para la selección del año crítico a estudiar se tomo el periodo comprendido desde 1998 hasta el 2007, con la tablas suministradas por el IDEAM “Valores totales mensuales de precipitación (mm)” (ANEXO 1 DATOS CLIMATOLOGICOS) se determinó como critico el 2005 con 1817.4 mm de precipitación anual, con la tabla “Valores totales diarios de precipitación (mm)” (ANEXO 1 DATOS CLIMATOLOGICOS), se determinó la lluvia critica.

FRECUENCIA DE LAS PRECIPITACIONES (mm)									
1	2	3		4	5	6	7	8	9
i	$a_i < P_i < b$	N_i	M_i	$F_i = \frac{N_i}{\sum N_i}$	$F'_i = \frac{M_i}{\sum N_i}$	$1 - F'_i$	$1/F'_i$	$(7)/365$	$365/(7)$
1	0	97	365	0.2658	1.0000	0.0000	1.0000	0.0027	365.0000
2	0,1-5	165	103	0.4521	0.2822	0.7178	3.5437	0.0097	103.0000
3	5,1-10	49	54	0.1342	0.1479	0.8521	6.7593	0.0185	54.0000
4	10,1-15	25	29	0.0685	0.0795	0.9205	12.5862	0.0345	29.0000
5	15,1-20	13	16	0.0356	0.0438	0.9562	22.8125	0.0625	16.0000
6	20,1-25	2	14	0.0055	0.0384	0.9616	26.0714	0.0714	14.0000
7	25,1-30	4	10	0.0110	0.0274	0.9726	36.5000	0.1000	10.0000
8	30,1-35	3	7	0.0082	0.0192	0.9808	52.1429	0.1429	7.0000
9	35,1-40	4	3	0.0110	0.0082	0.9918	121.6667	0.3333	3.0000
10	40,1-45	2	1	0.0055	0.0027	0.9973	365.0000	1.0000	1.0000
11	45,1-50	0	1	0.0000	0.0027	0.9973	365.0000	1.0000	1.0000
12	50,1-55	0	1	0.0000	0.0027	0.9973	365.0000	1.0000	1.0000
13	55,1-60	0	1	0.0000	0.0027	0.9973	365.0000	1.0000	1.0000
14	60,1-65	1	0	0.0027	0.0000	1.0000			
	TOTAL	365							

TABLA No. 5 Calculo de la lluvia crítica “Método de Fernando Pizarro”

Se seleccionó como lluvia crítica, la correspondiente a la clase No. 9 comprendida en los rangos 35,1 – 40 mm, ya que esta precipitación tiene un valor de repetición de 3 veces, según Pizarro el criterio es de 5 por lo tanto se tomo el numero inmediatamente inferior, como un factor de seguridad.

El valor de precipitación de la lluvia crítica es de 40 mm/día.

5.2.2. Cultivo

Especie	Gramma
Densidad de Siembra	Alta
Edad	Adulta
Área	7700 m ²
Prof. Radicular	0.30 m
Prof. Radicular efectiva	0.225 m

TABLA No. 6 Características del cultivo

5.2.3. Suelo

Según datos tomados en campo y procesados en laboratorio con sus metodologías correspondientes, se obtuvieron los resultados consignados en la siguiente tabla:

Textura	Arcilloso
Conductividad hidráulica	1.15 m/día
Infiltración básica	11.4 cm/hr
Densidad aparente	1.23 gr/cm ³
Estrato impermeable	3.0 m

TABLA No. 7 Características del suelo

5.2.4. Diseño del sistema de drenaje por medio del régimen permanente

5.2.4.1. Cálculo del Espaciamiento entre drenes (L)

El espaciamiento entre drenes se calcula con la ecuación de Hooghoudt utilizada para régimen permanente.

$$L^2 = \frac{4kh(2d + h)}{q}$$

Donde:

L = Espaciamiento entre drenes (m).

k = Conductividad hidráulica (m/día).

h = distancia vertical entre la horizontal que pasa a nivel del fondo de los drenes y la napa freática en el punto medio entre los drenes (m).

d = Altura del nivel de agua en los drenes con respecto a la capa impermeable (m).

q = Recarga (m/día).

Para hallar d, se asume un L = 5 m, y de acuerdo al ANEXO 3 “factor d para espaciamiento entre drenes” se obtiene que d = 0.71 m.

L = (m) (Asumido)	5
K= (m/día)	1.15
h = (m)	0.8
d= (m) (Por tabla)	0.71
q= (m/día)	0.4
L = 4.5193 m ≈ 5 m	

TABLA No. 8 Espaciamiento entre drenes (m)

5.2.4.2. *Calculo del caudal a evacuar por dren (Q)*

$$Q = \frac{R * L * l}{86400}$$

Donde:

Q = Caudal a evacuar por dren (m³/Seg).

R = Recarga (m/día).

L = Espaciamiento entre drenes (m).

l = Longitud del dren (m).

5.2.4.2.1. Caudal a evacuar por dren

R (m/día)	0.4
L (m)	5.00
I (m)	34.5
Q = 0.00079861 m ³ /Seg	

TABLA No. 9 Caudal a evacuar por dren (m³/Seg)

Debido a que todos los drenes tienen las mismas características respecto a Recarga (m/día), espaciamiento entre drenes "L" (m) y Longitud (m), el valor del caudal a evacuar por cada uno de ellos es el mismo.

5.2.4.2.2. Caudal a evacuar por el colector principal

R (m/día)	0.4
L (m)	5.00
I (m)	110
Q = 0.00254629 m ³ /Seg	

TABLA No. 10 Caudal a evacuar por el colector principal (m³/Seg)

5.2.4.3. Calculo del diámetro de los drenes

$$d = 0.2557 * Q^{0.375} * i^{-0.187}$$

Donde:

d = Diámetro interior del dren (m).

Q = Caudal (m³/Seg).

i = Pendiente (a dimensional).

DREN No.	LONGITUD (m)	CAUDAL (m3/Seg)	PENDIENTE %	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (Pulg.)	DIAMETRO DE DISEÑO (Pulg.)
A1 - B1	34.5	0.00079861	0.1429	0.0279	1.10	2 1/2
A2 - B2	34.5	0.00079861	0.2091	0.0260	1.02	2 1/2
A3 - B3	34.5	0.00079861	0.3416	0.0237	0.93	2 1/2
A4 - B4	34.5	0.00079861	0.4740	0.0223	0.88	2 1/2
A5 - B5	34.5	0.00079861	0.6065	0.0213	0.84	2 1/2
A6 - B6	34.5	0.00079861	0.7390	0.0205	0.81	2 1/2
A7 - B7	34.5	0.00079861	0.8714	0.0199	0.78	2 1/2
A8 - B8	34.5	0.00079861	1.0039	0.0194	0.76	2 1/2
A9 - B9	34.5	0.00079861	1.1364	0.0189	0.75	2 1/2
A10 - B10	34.5	0.00079861	1.2688	0.0185	0.73	2 1/2
A11 - B11	34.5	0.00079861	1.4013	0.0182	0.72	2 1/2
A12 - B12	34.5	0.00079861	1.5338	0.0179	0.70	2 1/2
A13 - B13	34.5	0.00079861	1.6662	0.0176	0.69	2 1/2
A14 - B14	34.5	0.00079861	1.7987	0.0174	0.68	2 1/2
A15 - B15	34.5	0.00079861	1.9312	0.0171	0.67	2 1/2
A16 - B16	34.5	0.00079861	2.0636	0.0169	0.67	2 1/2
A17 - B17	34.5	0.00079861	2.1961	0.0167	0.66	2 1/2
A18 - B18	34.5	0.00079861	2.3286	0.0166	0.65	2 1/2
A19 - B19	34.5	0.00079861	2.4610	0.0164	0.64	2 1/2
A20 - B20	34.5	0.00079861	2.5935	0.0162	0.64	2 1/2
A21 - B21	34.5	0.00079861	2.7260	0.0161	0.63	2 1/2
A22 - B22	34.5	0.00079861	2.8584	0.0159	0.63	2 1/2
A23 - B23	34.5	0.00079861	2.9909	0.0158	0.62	2 1/2
A24 - B24	34.5	0.00079861	3.0585	0.0157	0.62	2 1/2
C.P.	110	0.00254629	0.0100	0.0708	2.79	6

TABLA No. 11 Características del sistema de drenaje

5.2.5. Lecho Filtrante

5.2.5.1. Gravilla

La gravilla utilizada para el lecho filtrante es de 3/4" para evitar que existan espacios demasiado grandes en medio de cada partícula, lo que permitiría que la arena utilizada entrara a los drenes utilizando estos espacios, causando problemas por taponamiento de estos.

5.2.5.2. Arena

Se utilizara una cama de arena fina de aproximadamente 5 cm

5.2.5.3. Tierra Negra

Se utilizara una cama de Tierra negra preseleccionada para evitar cualquier daño en el proceso de crecimiento de la grama de aproximadamente 5 cm

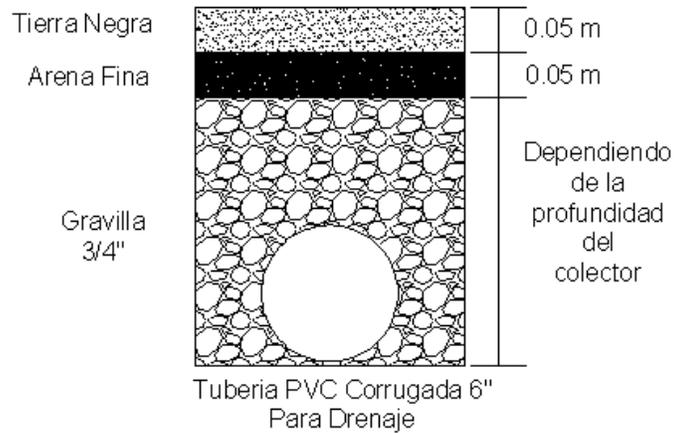


Figura No. 14 Lecho filtrante colector principal

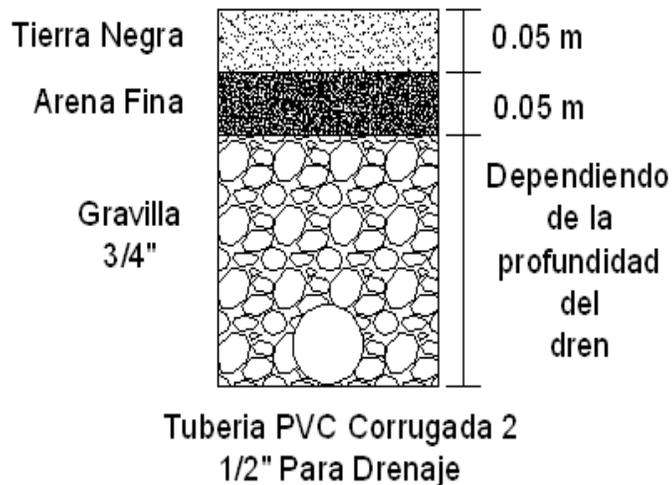


Figura No .15 Lecho filtrante drenes

5.3 CALCULOS PARA EL SISTEMA DE RIEGO

5.3.1. Características Generales del sistema de riego

DESCRIPCION		CARACTERISTICAS
FUENTE DE ABASTECIMIENTO		Acueducto Municipal
UNIDAD DE RIEGO	Modalidad	Aspersión
	Unidad de Riego	Cañón 1501 Circulo Parcial
	Presión de Trabajo	70 PSI
	Caudal	110 GPM
	Diámetro Húmedo	78 a 80 m
	Diámetro de Boquilla	0.69 Pulg
	Grado de Aplicación	0.63%
CULTIVO	Especie	Gramma
	Densidad de Siembra	Alta
	Edad	Adulta
	Área	7700 m ²
	Prof. Radicular	0.30 m
	Prof. Radicular efectiva (75%)	0.225 m
DATOS CLIMATOLOGICOS ANUALES PARA EL AÑO 2005 (Suministrados por el IDEAM)	Brillo solar	1657.7 Hr
	Evaporación	1056.8 mm
	Velocidad del viento	1.8 m/Seg
	Precipitación	1817.4 mm
	Humedad Relativa	80%
	Temperatura	18.9 ° C

TABLA No. 12 Características generales del sistema de riego

UNIDAD	VALOR TARIFA	VALOR TOTAL
110 GPM	Tarifa/ 1 - 20 m ³	\$ 70.14
0.42 m ³	\$ 167	

TABLA No. 13 Costo de Funcionamiento del sistema de riego por Hora

5.3.2. Propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo

NOMBRE	SIMBOLO	UNIDADES	VALOR	CLASIFICACION
Textura				Arcilloso
Conductividad Hidráulica	K	m/día	1.15	Moderada
Infiltración básica	I	cm/hr	11.4	Moderadamente Rápida
Densidad aparente	Da	gr/cm ³	1.23	
Capacidad de Campo	CC	%	34.7	
Punto de marchitez permanente	PMP	%	17.6	

TABLA No. 14 Propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo

5.3.3. Calculo de las necesidades de riego

5.3.3.1. Calculo de requerimientos hídricos

5.3.3.1.1. Calculo de la evapotranspiración (ETP) según la ecuación de HARGREAVES – cultivo de pastos.

$$EVPT = 17.37 \times Kc \times d \times T \times (1 - 0.01 \times Hn)$$

Donde:

EVPT = Evapotranspiración mensual (mm)

Kc = Coeficiente empírico del cultivo (pastos = 0.9)

d = Coeficiente mensual de duración del día

T = Temperatura media mensual (°C)

Hn = Humedad relativa al medio día (%)

☞ Humedad relativa media mensual al medio día (Hn):

$$Hn = 1 + 0.4 \times Hr + 0.004 \times Hr^2$$

Donde:

Hr = Humedad relativa media mensual (%)

☞ Coeficiente mensual de duración del día (d):

$$d = 0.12 P$$

Donde:

P = Porcentaje mensual de horas – Luz de Blaney Criddle

5.3.3.1.2. Lamina de agua realmente aprovechable (LARA)

$$LARA = \frac{(CC - PMP)}{100} \times \frac{DA}{DW} \times PRE \times NA$$

Donde:

CC = Contenido de humedad del suelo a capacidad de campo (Base seca)

PMP = Contenido de humedad del suelo en punto de marchitez permanente

DA = Densidad aparente (gr/cm³)

DW = Densidad del agua (gr/cm³)

PRE = Profundidad radicular efectiva (75% de la profundidad radicular)

NA = Nivel de agotamiento (50%)

5.3.3.1.3. Volumen de agua realmente aprovechable (VARA)

$$VARA = LARA \times 10m^3 / Ha. mm$$

5.3.3.1.4. Volumen de agua rápidamente aprovechable (VARARL)

$$VARARL = (LARA) \times (PW)$$

Donde:

PW = Porcentaje de área humedecida

$$PW = \left[\frac{ATH}{10000m^2} \right] x [100]$$

Donde:

ATH = Área total humedecida (m²)

$$ATH = \pi r^2$$

5.3.3.1.5. Frecuencia de riego (Fr)

$$Fr = \left(\frac{VARARL}{U_{CR}} \right)$$

Donde:

U_{CR} = Uso consumo real (m³/día)

$$U_{CR} = \frac{UC \times 10 \text{ m}^3 / \text{ha}}{1 \text{ mm}} \times PW$$

5.3.3.1.6. Volumen neto ajustado (VNA)

$$VNA = (FrA) \times U_{CR}$$

Donde:

FrA = Frecuencia de riego ajustada, la cual no debe exceder los tres días.

5.3.3.1.7. Volumen Bruto (VB)

$$VB = (VNA/EA)$$

Donde:

EA = Eficiencia de aplicación del sistema de riego.

5.3.3.1.8. Tasa de aplicación del aspersor (Ta)

$$Ta = 110 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} \times \frac{3.78 \text{ Lt}}{1 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lt}} = 24.94 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

5.3.3.1.9. Grado de aplicación del sistema de riego (Ga)

$$Ga = \frac{3.6 \times q_a (\text{Lt/Seg})}{EL (m) \times Ep (m)} \times ATH (m^2)$$

q_a = Caudal de aspersor (Lt/Seg)

EL = Espaciamiento de aspersores sobre el lateral (m)

E_p = Espaciamiento de posiciones del lateral sobre el principal (m)

ATH = Área total humedecida m^2

5.3.3.1.10. Tiempo de riego por posición (TR)

$$TR = VB/Ga$$

5.3.3.1.11. Nuevo nivel de agotamiento (NA)

$$VARA = (VAA) \times (NA) \quad (a)$$

Donde:

VAA = Volumen de agua aprovechable (m^3/Ha)

$$VAA = LAA \times 10 \frac{m^3}{\text{Ha}} - mm$$

Donde:

LAA = Lamina de agua aprovechable (mm)

$$LAA = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) \times \rho_a \times Pr e$$

$$VARA = VARARL/PW$$

Donde:

$$VARARL = VNA$$

Se despeja NA en (a)

$$NA = \left(\frac{VARA}{VAA} \right) \times 100$$

5.3.3.1.12. Humedad del suelo a regar (HS)

$$HS = CC - ARA$$

Donde:

ARA = Agua rápidamente aprovechable (%)

$$ARA = AA \times NA$$

Donde:

AA = Agua aprovechable (%)

$$AA = CC - PMP$$

PARAMETRO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM.	OCTUBRE	NOVIEM.	DICIEM.
Coeficiente empírico del cultivo (pasto) Kc	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Porcentaje mensual de horas - luz Blaney Criddle P	8.45	7.63	8.48	8.22	8.44	8.31	8.51	8.50	8.20	8.46	8.18	8.45
Coeficiente Mensual de duración del día d	1.01	0.92	1.02	0.99	1.01	1.00	1.02	1.02	0.98	1.02	0.98	1.01
Temperatura media mensual T (°C)	19.30	19.70	19.70	19.10	19.00	18.50	17.70	17.90	18.50	19.00	19.00	18.90
Humedad relativa media mensual Hr (%)	78.00	79.00	79.00	81.00	81.00	82.00	82.00	81.00	77.00	78.00	79.00	79.00
Humedad relativa al medio día Hn (%)	56.54	57.56	57.56	59.64	59.64	60.70	60.70	59.64	55.52	56.54	57.56	57.56
Evapotranspiración mensual EVPT (mm/mes)	132.90	119.71	132.91	118.86	121.37	113.35	111.10	115.15	126.55	131.06	123.65	127.06
Capacidad de campo CC (%)	34.70	34.70	34.70	34.70	34.70	34.70	34.70	34.70	34.70	34.70	34.70	34.70
Punto de marchites permanente PMP (%)	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60
Densidad aparente DA (gr/cm³)	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
Profundidad radicular efectiva PRE (%)	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50
Nivel de agotamiento NA (%)	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Lamina de agua realmente aprovechable LARA (mm)	23.66	23.66	23.66	23.66	23.66	23.66	23.66	23.66	23.66	23.66	23.66	23.66
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/Ha)	236.62	236.62	236.62	236.62	236.62	236.62	236.62	236.62	236.62	236.62	236.62	236.62
Área total humedecida ATH (m²)	4778.37	4778.37	4778.37	4778.37	4778.37	4778.37	4778.37	4778.37	4778.37	4778.37	4778.37	4778.37
Porcentaje de área humedecida PW (%)	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78	47.78
Volumen de agua rápidamente aprovechable VARARL (m³)	113.07	113.07	113.07	113.07	113.07	113.07	113.07	113.07	113.07	113.07	113.07	113.07
Uso consumo UC (mm/día)	4.29	4.28	4.29	3.96	3.92	3.78	3.58	3.71	4.22	4.23	4.12	4.10
Uso consumo real UCR (m³/día)	20.48	20.43	20.49	18.93	18.71	18.05	17.13	17.75	20.16	20.20	19.70	19.59
Frecuencia de riego Fr (días)	5.52	5.53	5.52	5.97	6.04	6.26	6.60	6.37	5.61	5.60	5.74	5.77
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Volumen neto ajustado VNA (m³)	61.45	61.29	61.46	56.80	56.13	54.16	51.38	53.25	60.47	60.61	59.09	58.76
Eficiencia de aplicación del sistema de riego EA	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Volumen bruto VB (m³)	76.82	76.61	76.83	70.99	70.16	67.71	64.22	66.56	75.59	75.76	73.86	73.45
Tasa de aplicación del aspersor Ta (m³/hr)	24.94	24.94	24.94	24.94	24.94	24.94	24.94	24.94	24.94	24.94	24.94	24.94
Grado de aplicación del sistema de riego Ga (m³/hr)	36.30	36.30	36.30	36.30	36.30	36.30	36.30	36.30	36.30	36.30	36.30	36.30
Tiempo de riego Tr (Hr)	2.12	2.11	2.12	1.96	1.93	1.87	1.77	1.83	2.08	2.09	2.03	2.02
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	47.32	47.32	47.32	47.32	47.32	47.32	47.32	47.32	47.32	47.32	47.32	47.32
Volumen de agua aprovechable VAA (m³/Ha)	473.24	473.24	473.24	473.24	473.24	473.24	473.24	473.24	473.24	473.24	473.24	473.24
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/Ha)	128.61	128.26	128.62	118.86	117.46	113.35	107.52	111.43	126.55	126.83	123.65	122.96
Nuevo nivel de agotamiento NA (%)	27.18	27.10	27.18	25.12	24.82	23.95	22.72	23.55	26.74	26.80	26.13	25.98
Agua aprovechable AA (%)	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10
Agua rápidamente aprovechable ARA (%)	4.65	4.63	4.65	4.29	4.24	4.10	3.88	4.03	4.57	4.58	4.47	4.44
Humedad del suelo a regar HS (%)	30.05	30.07	30.05	30.41	30.46	30.60	30.82	30.67	30.13	30.12	30.23	30.26

TABLA No. 15 Requerimientos hídrico

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS.

Para la ejecución del proyecto DISEÑO DE RIEGO Y DRENAJE PARA UN ESCENARIO DEPORTIVO (CANCHA DE FUTBOL) MUNICIPIO DE SAN AGUSTIN HUILA se estableció un estudio de impacto ambiental en el cual se llevó a cabo la identificación de los principales impactos ambientales del proyecto aplicando 3 métodos: matriz de leopold, método de redes y el método de reconocimiento en campo, los cuales arrojaron como resultado los siguientes:

IMPACTOS POSITIVOS:

- ☞ Incremento de la práctica del fútbol Ip1
- ☞ Generación de empleo Ip2
- ☞ Adecuación de tierras Ip3.
- ☞ Suministro de agua potable para riego Ip4
- ☞ Aumento del nivel cultural del deporte Ip5
- ☞ Incremento de eventos deportivos Ip6
- ☞ Disminución de accidentes en el campo Ip7

IMPACTOS NEGATIVOS:

- ☞ Compactación de suelos IN1
- ☞ Remoción de la cobertura vegetal IN2
- ☞ Incremento de basuras IN3
- ☞ Alteración de hábitat IN4
- ☞ Erosión IN5
- ☞ Cobro de entrada a eventos IN6

Comparación de impactos y escenarios ambientales del proyecto diseño de Riego y Drenaje para un escenario deportivo (cancha de fútbol) del municipio de San Agustín Huila.

Para efectuar la comparación ambiental del proyecto bajo condiciones de diferentes escenarios se utilizó el método de Arboleda y el de Batelle Columbus.

Los escenarios evaluados fueron: E1 sin proyecto, E2 con proyecto y E3 con proyecto mas plan de manejo ambiental.

En la TABLA No. 16 se presenta la evaluación del proyecto bajo el método de Jorge Arboleda donde se puede deducir que el mejor escenario para la ejecución del proyecto es el E3, correspondiente a proyecto mas plan de manejo ambiental, ya que este escenario se ubico en primer orden de importancia tanto en los impactos positivos como los negativos.

EVALUACION DE IMPACTOS SEGÚN EL METODO DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL																								
IMPACTOS AMBIENTALES		Clase Ⓢ			Presencia (P)			a	Evolución I			Magnitud (M)			b	Duración (D)			Calificación Ambiental (CA)			Importancia Ambiental (IA)		
		E1	E2	E3	E1	E2	E3		E1	E2	E3	E1	E2	E3		E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
IMPACTOS POSITIVOS	Incremento de la practica del futb	+1	+1	+1	1	1,0	1,0	7,0	0,6	0,9	0,9	0,6	0,9	0,9	3,0	1	1	1	5,5	8,7	8,7	M	Ma	Ma
	Generación de empleo	+1	+1	+1	0,2	0,9	0,9	7,0	0,3	1,0	1,0	0,4	0,6	0,7	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5	5,1	5,8	Mb	M	M
	Adecuación de tierra	+1	+1	+1	0,1	1,0	1,0	7,0	0,4	1,0	1,0	0,2	0,8	0,8	3,0	0,2	0,8	0,9	0,1	8,0	8,3	Mb	Ma	Ma
	Sministro agua potable para riego	+1	+1	+1	0,3	0,8	0,9	7,0	0,2	0,8	0,8	0,2	0,5	0,6	3,0	0,3	0,6	0,7	0,4	3,7	4,9	Mb	B	M
	Aumento del nivel cultural del de	+1	+1	+1	0,5	0,8	0,8	7,0	0,3	0,6	0,8	0,5	0,8	0,8	3,0	0,7	1	1,0	1,6	5,1	6,0	Mb	M	M
	Incremento de eventos deportivo	+1	+1	+1	0,6	0,9	0,9	7,0	0,4	0,7	0,7	0,4	0,8	0,8	3,0	0,7	1	1	1,9	6,2	6,2	Mb	A	A
	Disminucion de accidentes en el	+1	+1	+1	0,4	0,9	0,9	7,0	0,3	0,7	0,8	0,4	0,8	0,8	3,0	0,8	1	1	1,3	6,2	6,7	Mb	A	A
IMPACTOS NEGATIVOS	Compactación del suelo	-1	-1	-1	0,3	0,8	0,3	7,0	0,5	0,8	1,0	0,4	0,7	0,8	3,0	0,4	0,7	0,5	-0,8	-4,8	-2,1	Mb	M	B
	Remosion de la cobertura vegeta	-1	-1	-1	0,1	0,7	0,3	7,0	0,1	1,0	1,0	0,2	0,8	0,7	3,0	0,3	0,4	0,2	-0,1	-4,8	-1,7	Mb	M	Mb
	Incremento de basuras	-1	-1	-1	0,5	0,8	0,4	7,0	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6	0,4	3,0	0,7	0,8	0,4	-1,9	-3,9	-0,8	Mb	B	Mb
	Alteracion del habitat	-1	-1	-1	0,1	0,8	0,2	7,0	0,4	0,7	0,5	0,5	0,7	0,5	3,0	0,5	0,6	0,4	-0,3	-4,2	-0,6	Mb	M	Mb
	Erosion	-1	-1	-1	0,1	1,0	0,3	7,0	0,4	1,0	0,2	0,5	0,9	0,8	3,0	0,6	0,8	0,6	-0,3	-8,7	-0,9	Mb	Ma	Mb
	Cobro de entrada a aventos	-1	-1	-1	0,2	0,8	0,6	7,0	0,2	0,6	0,4	0,3	0,7	0,5	3,0	0,2	1	0,6	-0,2	-4,8	-1,9	Mb	M	Mb
de viabilidad ambiental de los impactos positivos																					3	2	1	
de viabilidad ambiental de los impactos negativos																					1	3	2	
orden de viabilidad ambiental																					2	3	1	

TABLA No. 16 Evaluación del proyecto bajo el método de Jorge Arboleda

6.2. EVALUACION DE IMPACTOS SEGÚN BATELL – COLUMBUS.

La evaluación por el método de columbus se realiza dando la adopción de una escala que va de 0-10 para unificar todos los valores calificados en cada uno de los impactos a pesar de no poseer las mismas unidades para cada parámetro.

Al igual que en el método de Jorge Arboleda se evaluaron tres escenarios, los mismos del método anterior.

Al final se suman todos los valores de cada una de las evaluaciones realizadas por escenario, lo cual arrojó como resultado que el mayor valor se presenta en el escenario de proyecto mas plan de manejo ambiental, igualmente que con el método de Arboleda, lo que permite deducir que el procedimiento llevado a cabo en cada uno de los métodos de evaluación fue bien desarrollado.

Se puede deducir de la evolución ambiental que el plan de manejo proporciona las medidas necesarias para contrarrestar, mitigar, compensar los impactos negativos, maximizar los positivos; ya que el escenario de proyecto mas plan de manejo fue el ambientalmente viable.

A continuación se presenta la TABLA No. 17 de la evaluación ambiental por el método de columbus.

CATEGORIAS MEDIO AMBIENTALES	COMPONENTES (IMPACTOS AMBIENTALES)	PARAMETROS	VALORES ORIGINALES PARA ESCENARIOS O ALTERNATIVAS			CALIDAD AMBIENTAL PARA ESCENARIOS O ALTERNATIVAS (CA)			PESO (UIP)	UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL PARA ESCENARIOS O ALTERNATIVAS (UIA= CA*UIP)			
			unid.	E1	E2	E3	E1	E2		E3	E1	E2	E3
Social	Incremento de la practica del futbol	Nº de practicantes	pers. Mes	250,00	500,00	500,00	0,22	0,55	0,55	90	19,80	49,50	49,50
	Generacion de empleo	empleo	pesos/año	1.440.000	4.000.000	4.000.000	0,14	0,73	0,73	80	11,20	58,40	58,40
	Aumento del nivel cultural del deporte	Nº asistentes	part./torneo	5,00	10,00	10,00	0,33	0,12	0,12	90	29,70	10,80	10,80
	Incremento de eventos deportivos	Nº de eventos	Nº	2,00	4,00	4,00	0,31	0,88	0,88	90	27,90	79,20	79,20
	Disminucion de accidentes en el campo	Lesiones	Nº	6,00	1,00	1,00	0,33	0,95	0,95	90	29,70	85,50	85,50
ambiental	Adecuacion de tierras	Area	He	0,00	0,50	0,50	0,10	0,60	0,60	70	7,00	42,00	42,00
	Suministro agua potable para riego	Caudal	lt/s	0,00	1,00	1,00	0,12	0,45	0,45	50	6,00	22,50	22,50
	compactacion del suelo	Area	He	0,00	0,50	0,50	0,10	0,60	0,60	60	6,00	36,00	36,00
	remosion de cobertura vegetal	Biodiversidad	espe./m2	6,00	1,00	1,00	0,19	0,01	0,01	60	11,40	0,60	0,60
	incremento basuras	Peso	Kg/mes	100,00	50,00	50,00	0,31	0,58	0,58	70	21,70	40,60	40,60
	alteracion del habitat	Aera	He	0,00	0,50	0,50	0,10	0,70	0,70	90	9,00	63,00	63,00
	erosion	Area	He	0,10	0,50	0,50	0,15	0,60	0,60	90	13,50	54,00	54,00
economico	cobro de entrada a eventos	tarifa	pesos/pers.	0	2.500	1.000	1,00	0,09	0,75	70	70,00	6,30	52,50
										1000	262,90	548,40	594,60
										orden	3	2	1

TABLA No. 17 Evaluación ambiental por el método de columbus.

6.3. DESCRIPCION DE IMPACTOS, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS AMBIENTALES.

Los siguientes son cada uno de los impactos positivos, negativos, oportunidades y amenazas presentes e identificadas en el proyecto, con su correspondiente descripción.

☞ Incremento de la práctica del fútbol IP1.

La ejecución de este proyecto incrementa la labor social por encontrarse íntimamente ligada con la recreación y el deporte, igualmente el escenario deportivo incentivara a practicantes del deporte a conseguir apoyos técnicos y económicos para la practica profesional de este deporte.

La cancha sirve para cualquier generación y conllevara al incremento de jugadores en el municipio.

☞ Generación de empleo IP2.

La construcción del proyecto generara empleo en calidad de mano de obra no calificada con prioridad a los habitantes del municipio. Posterior a la construcción el desarrollo de actividades deportivas generara la vinculación de profesionales del deporte para desarrollar y ejecutar proyectos deportivos.

☞ Adecuación de tierras IP3.

La implementación de la tierra en construcciones relacionadas con sistemas de riegos y drenajes da un valor agregado a los predios, como lo es el caso de la construcción del proyecto de riego y drenaje en el escenario deportivo del municipio de san Agustín.

☞ Suministro de agua potable para riego IP4.

La implementación del sistema de riego en el escenario deportivo es muy beneficioso el poder utilizar el agua proveniente del acueducto en el sistema de riego para minimizar costos evitando la implementación de algún sistema de bombeo.

☞ Aumento del nivel cultural del deporte IP5.

La construcción del campo deportivo le permitirá a la población motivarse al aprendizaje de todos los programas relacionados con el deporte, incrementando la cultura deportiva en el municipio y evitando tiempos de ocio en la juventud por falta de campos para la implementación del deporte.

☞ Incremento de eventos deportivos IP6.

Con la presencia del escenario deportivo la alcaldía diseñara y ejecutara programas direccionados con torneos deportivos para incentivar las practicas de deportes en todas la generaciones posibles como estrategias de integración familiar y comunitarias.

☞ Disminución de accidentes en el campo IP7.

El campo donde se desarrollan las actividades deportivas en el municipio es muy susceptible a la presencia de accidentes por sus deportistas debido al mal estado en que se encuentra esta zona, y segundo por el material rustico del que se encuentra constituido el suelo actual, el cual va hacer sustituido por la implementación de grama.

☞ Compactación de suelos IN1.

El desarrollo de actividades agrícolas como la construcción de infraestructura y en consecuencia la de escenarios deportivos causa al suelo una compactación que lo hace improductivo agrícolamente a medida que pasa el tiempo si no se toman las respectivas medidas de mitigación.

☞ Remoción de la cobertura vegetal IN2.

Para la construcción de este proyecto se debe realizar una adecuación del terreno antes de iniciar las respectivas obras de construcción dentro de la cual incluye el retiro de la flora y cobertura vegetal que interfieren en el desarrollo normal de la ejecución de la obra.

☞ Incremento de basuras IN3.

La adecuación del área de trabajo y en consecuencia el desarrollo de las actividades normales en una construcción trae como resultado la generación de escombros en la fase de construcción, y luego de construido como consecuencia de la visita continua de la comunidad se incrementaran el arrojado de desechos sólidos principalmente en el lugar.

☞ Alteración de hábitat IN4.

La realización de obras de ingeniería en cualquier zona que no halla sido intervenida, traerá como consecuencia la alteración del hábitat de las especies y de los ecosistemas que se presenten en el momento, por lo que se deben tomar las respectivas medidas en el plan de manejo para que este impacto no sea demasiado agresivo.

☞ Erosión IN5.

Este proyecto generara una erosión moderada debido a las actividades de excavación para la implementación del sistema de drenaje en el escenario deportivo. La erosión generada únicamente es notoria en el proceso de construcción y se localiza en el área de trabajo del escenario.

☞ Cobro de entrada a eventos IN6.

El cobro de ingreso al escenario se hace con el fin de conseguir los recursos para el mantenimiento adecuado de toda la planta física de la infraestructura, esto al principio causara gran desagravio por parte de la comunidad pero con el pasar del tiempo se tomara conciencia de que es necesario para prolongar la vida útil del sitio de deporte.

6.4. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

El plan de manejo ambiental que se va a establecer a continuación debe ser ejecutado tal como se expone para lograr cumplir con sus objetivos que básicamente se encuentran direccionados hacia la minimización de los impactos negativos del proyecto, a maximizar los positivos para causar el menor grado de afectación al medio ambiente y a la comunidad del municipio de san Agustín Huila.

6.4.1. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

Evaluando y analizando los impactos generados con la ejecución del proyecto, se diseñaron y establecieron los objetivos del plan de manejo ambiental con el fin de contrarrestar estos impactos. Los objetivos se resumen en la siguiente tabla.

OBJETIVOS		IPi que se maximizan	INj que se minimizan
Ob	Enunciado		
O1	Conservar la motivación al deporte en la comunidad.	IP1,IP5,IP6	
O2	Controlar adecuadamente el ingreso de aficionados y jugadores a la cancha.	IP6,IP1,IP7	
O3	Incentivar a diferentes entidades para la realización de eventos deportivos	IP1,IP5,IP6	
O4	Mantener el buen funcionamiento del sistema de riego y drenaje del escenario.	IP4,IP6	
O5	Minimizar costos de ingreso al escenario.	IP2,IP6	IN6
O6	Minimizar la remoción de cobertura vegetal.	IP3,	IN2,IN4
O7	Minimizar el arrojo de basuras.		IN3
O8	Minimizar compactación del suelo		IN5,IN1

TABLA No. 18 Objetivos del plan de manejo ambiental

6.5. ESQUEMA BASICO DE PROGRAMAS, PROYECTOS Y MEDIDAS.

A continuación en las TABLAS No. 19 y 19A se identificaron las medidas propuestas para llevar a cabo el cumplimiento de cada uno de los objetivos establecidos en la tabla anterior. Cabe decir que a partir de estas medidas y objetivos se parte para el diseño del plan de manejo en todo su conjunto.

Impacto, Oportunidad o amenaza	Enunciado del impacto, oportunidad o amenaza	Medida	Enunciado de la medida
IP1	Incremento de la practica del futbol	M1	Conformación de 3 escuelas de futbol para las diferentes categorías.
		M2	Realizar campañas de incentivación para el ingreso a las escuelas
		M3	realizar partidos con futbolistas profesionales para incentivar a la juventud
IP2	Generación de empleo	M4	contratar la mano de obra no calificada en el municipio
		M5	contratar un administrador para el buen funcionamiento del escenario
		M6	Ubicar casetas para la venta de líquidos para la hidratación de los deportistas.
IP3	Adecuación de tierras	M7	Gestionar recursos en la Alcaldía para la inversión en estos proyectos
		M8	Gestionar recursos con el Inder del Huila para apoyo al mantenimiento del escenario
IP4	Suministro de agua potable para riego	M9	Controlar el riego para no desperdiciar el agua
		M10	Realizar mantenimientos periódicos a la tubería para evitar fugas
IP5	Aumento del nivel cultural del deporte	M11	Gestionar el nombramiento de un profesional con experiencia para el asesoramiento de las escuelas
		M12	Premiar a los deportistas más destacados para incentivarlos.
IP6	Incremento de eventos deportivos	M13	Realizar un torneo intermunicipal con los municipios mas cercanos
		M14	Realizar 2 torneos anuales dentro del municipio y en todas las categorías

TABLA No. 19 Medidas para el plan de manejo ambiental

IP7	Disminución de accidentes en el campo	M15	Establecer un reglamento para los deportistas dentro de la cancha
		M16	Realizar permanente mantenimiento a la grama
IN1	Compactación de suelos	M17	Utilizar durante la ejecución del proyecto la motoniveladora en las áreas necesarias y lo necesario
		M18	Establecer zonas verdes aledañas con arboles de raíz pivotante
IN2	Remoción de cobertura vegetal	M19	Compensar con la reforestación de zonas aledañas con plantas de jardín
		M20	mantener la gramilla siempre en buen estado para remplazar la extraída del sitio
IN3	Incremento de basuras	M21	colocar canastas de basura por todas partes del escenario
		M22	colocar vallas que contengan mensajes del ase del escenario
		M23	Después de la construcción recoger hasta el último escombros y llevarlos a un lugar adecuado.
IN4	Alteración de hábitat	M24	Realizar la mínima destrucción de la fauna y flora en el área del proyecto.
		M25	Capturar la fauna del sitio y enviarla a un lugar adecuado.
IN5	Erosión	M26	Remover únicamente el suelo necesario para la construcción del proyecto
		M27	Sembrar especies nativas de la zona para proteger el suelo suelto
IN6	Cobro de entrada a eventos	M28	Gestionar un subsidio por parte de la Alcaldía para los deportistas
		M29	Gestionar un subsidio para los menores de 12 años
		M30	Realizar promociones quincenales de dos entradas por una.

TABLA No. 19A Medidas para el plan de manejo ambiental

En la TABLA No.20 se estipula el resumen del plan de manejo ambiental formulado para la ejecución del proyecto de riego y drenaje para el escenario deportivo de la cancha del municipio de San Agustín. En la tabla se detallan como, cada uno de los proyectos relaciona la ejecución de las medidas propuestas en las TABLAS No. 19 y 19A para maximizar los impactos positivos, minimizar los negativos y cumplir con el 100% de los objetivos del PMA establecidos en la TABLA No. 18.

En la TABLA No. 20 también se establecen los posibles ejecutores de cada uno de los proyectos establecidos dentro de los programas del PMA.

En la TABLA No. 21 se muestra detalladamente el tiempo de ejecución de cada uno de los proyectos considerados en el plan de manejo, se establece los años de iniciación y de finalización de estos; cabe resaltar que algunos de los proyectos prácticamente tendrán una duración indefinida, y sus costos a partir de un tiempo deben ser asumidos por los mismos ingresos del escenario. Y en el TABLA No. 22 se establecen los costos de la ejecución de los diferentes proyectos y programas establecidos.

6.6. PROGRAMAS.

6.6.1. MANEJO DEL ESCENARIO DEPORTIVO.

Este programa es el de mayor prioridad en el esquema del plan de manejo ambiental, a este los conforman tres proyectos que al ejecutarlos se conseguirá que el escenario deportivo cuente con una buena administración que mantenga en buen estado la planta física y aparte de esto que promueva e incentive las practicas deportivas en el municipio.

Los tres proyectos que conforman este programa son: administración del escenario deportivo, administración técnica y control ambiental del escenario deportivo.

6.6.2. ADMINISTRACION DEL ESEENARIO DEPORTIVO.

Este proyecto busca principalmente que el campo deportivo cuente con funcionarios encargados plenamente al buen uso de la cancha, la logística en cuanto a los eventos para que con el pasar del tiempo no se deteriore la planta física del escenario. Este proyecto se ejecuta para cumplir con todas y cada una de las medidas establecidas en el cuadro del plan de manejo ambiental. Dentro de las más representativas se encuentran las relacionadas con la conformación de torneos, con la ubicación de casetas adentro para la hidratación de los deportistas, con el establecimiento de zonas verdes y con el gestionamiento de los subsidios para diferentes acciones.

6.6.3. ADMINISTRACION TECNICA.

Este proyecto va encaminado con el manejo profesional que se le debe dar a los deportistas y a al personal relacionado con los eventos deportivos, esto con el fin

de buscar mayor motivación en cuanto a la formación deportiva profesional, y de darle la importancia requerida para la practica o realización de cualquier evento deportivo.

A través de este proyecto se ejecutan las medidas relacionadas con la administración de los deportistas con profesionales de gran experiencia deportiva, con la realización de torneos intermunicipales de alto nivel y con el torneo municipal.

6.6.4. CONTROL AMBIENTAL DEL ESCENARIO DEPORTIVO.

Este proyecto busca mantener el equilibrio con el medio ambiente causado con la construcción del proyecto deportivo para lograr el cumplimiento de las medidas establecidas para minimizar al máximo las acciones realizadas en contra del medio ambiente. Dentro de este proyecto se ejecutan todas las medidas que tiene que ver con siembra de árboles, y trabajos de reforestación en el área de influencia, además con las medias para contrarrestar el aumento de basuras en el sitio.

Programas		Proyectos		Medidas preventivas y correctivas	Impactos		Objetivos	Posibles ejecutores
Nombre	Código	Nombre	Código		Maximizados	Minimizados		
Manejo del escenario deportivo	PG1	Administración del escenario deportivo	P1	M1,M2,M3,M4,M5,M6,M7,M8,M9,M10,M15,M16,M17,M18,M20,M21,M22,M23,M29,M30,	IP1,IP2,IP3,IP4,IP7	IN1,IN2,IN3,IN6	O1,O5,O6,O4,O2,O3	Funcionarios contratados
		Administración técnica	P2	M1,M3,M5,M11,M12,M13,M14,M15,M28,M29,M30	IP1,IP2,IP5,IP6,IP7	IN6	O1,O2,O3,O5,O4	Inder Huila, ex funcionarios del Atlético Huila
		Control ambiental del escenario deportivo	P3	M9,M10,M16,M17,M18,M19,M20,M21,M22,M23,M24,M25,M26,M27	IP4,IP7	IN1,IN2,IN3,IN4,IN5,IN6	O4,O2	Cam, Alcaldía Municipal
Culturización del deporte	PG2	Motivación a la practica del deporte	P4	M1,M2,M3,M7,M11,M12,M13,M14,M15,M16,M28,M29,M30	IP1,IP3,IP5,IP6,IP7	IN6	O1,O2,O3,O6,O4,O5	Inder Huila, Alcaldía Municipal, Colegios Municipales
Readecuación del área del proyecto	PG3	Siembra y reforesta.	P5	M7,M16,M18,M19,M20,M27	IP3,IP7	IN1,IN2,IN5	O6,O2	Colegios Municipales, Cam, Alcaldía Municipal

TABLA No. 20 Plan de manejo Ambiental

6.7. CRONOGRAMA

Programa	Proyecto	Años				
		1º	2º	3º	4º	5º
Manejo del escenario deportivo	Administración del escenario deportivo					
	Administración técnica					
	Control ambiental del escenario deportivo					
Culturización del deporte	Motivación a la practica del deporte					
Readecuación del área del proyecto	Siembra y reforesta.					

TABLA No. 21 Cronograma

6.8. PRESUPUESTO

Programa	Proyecto	Valor en un año
Manejo del escenario deportivo	Administración del escenario deportivo	\$ 6,000,000
	Administración técnica	\$ 6,000,000
	Control ambiental del escenario deportivo	\$ 1,000,000
Culturización del deporte	Motivación a la practica del deporte	\$ 1,500,000
Readecuación del área del proyecto	Siembra y reforesta.	\$ 3,500,000
		\$ 18,000,000

TABLA No. 22 Presupuesto del Plan de manejo Ambiental

7. PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN GENERAL	UND	CANT.	V/U (\$)	COSTOS (\$)
PREPARACION DEL LOTE				
Descapote Lote	Hr	4	70,000	280,000
Nivelación Lote	Hr	8	70,000	560,000
SUMA PARCIAL			840,000	
EXCAVACION Y TAPADO				
Excavación (metro lineal)	ml	1735	2,500	4,337,500
Tapado tubería y retiro de sobrantes (metro lineal)	ml	1735	1000	1,735,000
SUMA PARCIAL			6,072,500	
MATERIAL DE RELLENO				
Gravilla para lecho filtrante, diámetro de ½" a ¾"	m3	200	40,000	8,000,000
Tierra negra (Espesor de 5 cm)	m ³	430	40,000	17,200,000
Arena (Espesor de 5 cm)	m ³	430	30,000	12,900,000
SUMA PARCIAL			38,100,000	
ACOMETIDA PARA RIEGO				
Válvula de Bola 3"	Und	1	203,000	203,000
Universal PVC 3"	Und	2	208,800	417,600
codo 90° PVC 3"	Und	6	23,909	143,453
Adaptador Hembra PVC	Und	3	18,812	56,437
Niple HG 3" x 5"	Und	6	29,000	174,000
Codo HG 3"	Und	1	46,400	46,400
Collar de Derivación HF 6" x 3"	Und	1	410,000	410,000
Manómetro con glicerina y Accesorios	Und	1	100,000	100,000
PVC presión U :Z : de 3"; RDE : 41 x 6 mts	Und	4	61,638	246,552
SUMA PARCIAL			1,797,442	
UNIDAD DE RIEGO				
Aspersor 1501 Círculo parcial, Diámetro boquilla 0.69"	Und	1	1,800,000	1,800,000
Trípode escualizable 3"	Und	1	280,000	280,000
Cuello de Cisne 3" x 1mts con acoples (Aluminio)	Und	1	155,000	155,000
Manómetro con Glicerina 0 – 100 psi y Accesorios	Und	1	100,000	100,000
Toma hidrante 3" con una salida (Aluminio)	Und	2	174,000	348,000
Hidrante unión hembra AL 3"	Und	6	100,000	600,000
Adaptador macho PVC 3"	Und	6	13,983	83,898
SUMA PARCIAL			3,366,898	
TUBERÍA PRINCIPAL Y LATERALES (Tubo/6m)				
PVC presión U :Z : de 3"; RDE : 51	Tubo	35	51,601	1,806,032
AL Tubo / 9 mts con acoples sin salidas 3"	Tubo	6	260,000	1,560,000
SUMA PARCIAL			3,366,032	

ACCESORIOS PVC PRESIÓN				
Tee 3"	Und	6	30,928	185,567
Codo 90° 3"	Und	7	23,909	167,362
Rollo cinta teflón	Und	30	531	15,930
Soldadura 1/4	Und	2	62,000	124,000
Limpiador 1/4	Und	2	30,000	60,000
Sellador 1/8	Und	1	25,000	25,000
SUMA PARCIAL	577,858			
MANO DE OBRA CALIFICADA INSTALACIÓN SISTEMA DE RIEGO				
Instalación tubería con accesorios (metro lineal)	ML	210	2,500	525,000
Instalación Hidrantes	Und	6	30,000	180,000
Construcción de anclajes para hidrantes y cambios de dirección	Und	10	30,000	300,000
SUMA PARCIAL	1,005,000			
TUBERIA DRENES Y COLECTOR PRINCIPAL				
PVC corrugada Perforada 2 ½"	MI	1,660	10,000	16,600,000
PVC corrugada Perforada 6"	MI	160	40,000	6,400,000
SUMA PARCIAL	23,000,000			
ACCESORIOS TUBERIA CORRUGADA PVC				
Unión 2 ½"	Und	30	6,000	180,000
Unión 6"	Und	4	20,000	80,000
Salidas con rejilla 6"	Und	1	115,000	115,000
Sillas para conexión de subdrenes de 6" x 2 ½"	Und	48	40,000	1,920,000
Tapones para mantenimiento de subdrenes 2 ½"	Und	48	2,300	110,400
Tapón para mantenimiento de dren 6"	Und	1	13,500	13,500
SUMA PARCIAL	2,418,900			
MANO DE OBRA CALIFICADA INSTALACION SISTEMA DRENAJE				
Instalación drenes con accesorios	MI	1,735	3,000	5,205,000
SUMA PARCIAL	5,205,000			
MANO DE OBRA CALIFICADA EMPRADIZACION				
Gramma trensa, en cespedón de 30 x 30 cm	m ²	6,340	5,000	31,700,000
SUMA PARCIAL	31,700,000			
SUMATORIA SUMAS PARCIALES	117,449,630			
ADMINISTRACIÓN E IMPREVISTOS (15%)	17,617,444			
UTILIDAD (5%)	5,872,481			
IVA (16%) SOBRE UTILIDAD	939,597			
COSTO TOTAL	141,879,152			

8. CUADRO COMPARATIVO

Parámetros a Evaluar	Proyecto No. 1 Diseño	Proyecto No. 2 Rediseño	COSTOS	
			Proyecto No. 1	Proyecto No. 2
Abastecimiento	Acueducto Municipal, Tanque de Almacenamiento y Caseta de bombeo	Acueducto Municipal	\$ 22,597,983	\$ 2,000,442
Operación	Electrobomba	Gravedad	\$ 3,970,206	\$ 0
Conducción Sistema de Riego	Tubería PVC Presión UZ RDE 41 3"	Tubería PVC Presión UZ RDE 51 3"	\$ 4,787,329	\$ 3,366,032
	Tubería PVC Presión UZ RDE 21 3"			
	Tubería en Aluminio 3"	Tubería en Aluminio 3"		
Accesorios para unidad de Riego	5 Hidrantes Unión hembra AL 3", Adaptador macho, Toma Hidrante, Cuello de cisne	6 Hidrantes Unión hembra AL 3", Adaptador macho, Toma Hidrante, Cuello de cisne	\$ 799,696	\$ 1,012,898
Conducción Sistema de Drenaje	Tubería PVC Corrugada para Drenaje 2 1/2"	Tubería PVC Corrugada para Drenaje 2 1/2"	\$ 31,629,703	\$ 22,505,000
	Tubería PVC Corrugada para Drenaje 4"	Tubería PVC Corrugada para Drenaje 6 "		
	Tubería PVC Sanitaria 4"			
	Tubería PVC Sanitaria 6"			
Mano de obra Calificada obras civiles	Cajillas de 0.6 X 0.6 X 1.05 m Cajilla de 1.0 X 1.0 X 1.8 m	Cajilla de 1.0 X 1.0 X 1.5 m	\$ 1,006,314	\$ 490,000
TOTAL			\$ 64,791,231	\$ 29,374,372
Costos de Funcionamiento	Energía (kw)	m ³	\$ 2611	\$ 70,14
	10HP (7.46 Kw)Hr	110 GPM (0,42m ³)Hr		
	Tarifa/Kw - \$ 350	Tarifa/1 – 20m3 \$ 167		

9. CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema de drenaje para el campo deportivo del casco Urbano del Municipio de San Agustín, departamento del Huila, cuyas especificaciones son: Drenaje en parrilla con un ducto colector central de longitud 127.3 m y diámetro 6" en tubería PVC corrugada, con pendiente longitudinal de 1%, a la cual descargan drenes laterales en tubería PVC corrugada espaciados cada 5 m, cuya longitud es de 34.5 m, diámetro de 2 1/2" y pendientes que varían entre 1 y 3% a lo largo del colector. El colector central del campo deportivo descarga mediante ducto en PVC de 6" a una cajilla de drenaje en estructura de concreto que luego conecta al sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio.
- El Diseño del sistema de riego para el campo deportivo del casco Urbano del municipio de San Agustín, departamento del Huila, consistió en un ducto de PVC que conecta a la red del acueducto del Municipio de diámetro 3" RDE 51, una válvula de paso de apertura brusca, manómetro en glicerina y una red central que distribuye 2 ramales, uno a cada lado en longitud de 109.5 m al margen derecho con 4 puntos de riego y 36 m al margen izquierdo con un punto de riego a distancia de 36.5 m en el ramal derecho para la conexión del aspersor 1501 Circulo Parcial con una presión de trabajo de 70 PSI, caudal 110 GPM, diámetro húmedo de 78 a 80 m, diámetro de boquilla 0.69 pulg y con un grado de aplicación de 0.63%.
- El sistema de riego y drenaje diseñado para el campo deportivo difiere del propuesto inicialmente en los siguientes aspectos: Suministro de energía para la red de riego, para la cual se propone utilizar la presión local del acueducto, ya que es suficiente para los requerimientos del aspersor, menos construcción de obras civiles al no necesitar un tanque de almacenamiento, menor costo en funcionamiento sin necesidad de utilizar una electrobomba, siendo más económica y de mayor eficiencia la recomendada en el presente rediseño. En relación al sistema de drenaje se propone un diseño más eficiente en relación a distribución, utilizando menor cantidad de tubería; alcanzando una diferencia de \$ 35.416.859 millones de pesos, teniendo una notable diferencia.
- El Plan de manejo ambiental y su mitigación a través de las actividades planteadas tanto en el diseño como en el rediseño resultaron similares con ligeras diferencias no significativas.

10.RECOMENDACIONES

- ☞ Realizar cada seis (6) meses mantenimiento del sistema de drenaje, Este consiste en retirar los materiales desconocidos, como arena, pequeñas piedras etc., de la tubería por medio del tapón de lavado.
- ☞ Se debe instalar el aspersor a la distancia recomendada para evitar que se presenten sectores secos (conejos) dentro de la cancha.
- ☞ Para poner en marcha el sistema de riego el operador debe estar debidamente capacitado para esta labor para así evitar un mal manejo del sistema.
- ☞ Con el adecuado estudio y procesamiento de los datos tomados en campo se puede llegar a un mejor diseño, mas completo, eficiente y realista, consiguiendo unos resultados óptimos en el momento de la construcción.
- ☞ La administración municipal deberá realizar la inversión completa para la terminación de las obras adelantadas en el área deportiva, para llegar a mejorar la calidad de vida de la comunidad.

BIBLIOGRAFIA

CANO M, Juan y VÁZQUEZ G, Antonio, Nivelación de Tierras. Madrid: Mundi-prensa, 1997.

CANTER, Larry W. Manual de evaluación de impacto ambiental: Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. Colombia: Mc.Graw – Hill, 1998.

CIFUENTES, Miguel Germán, Proyecto: Diseño y construcción del centro Experimental Piloto de Riego a Presión “CEPRAP” y formulación de requerimientos hídricos. Universidad Surcolombiana. 1999.

CIFUENTES, Miguel Germán, Metodología de doble propósito para el diseño y la evaluación hidráulica de sistemas de riego a presión (metodología de los talleres), IX Congreso de Ingeniería Agrícola y Carrera Afines, Sincelejo, 2003.

GOMEZ P. Pedro. La técnica y la tecnología del riego por aspersión. Publicaciones agrarias 1981.

LOSADA V, Alberto. El Riego: Fundamentos Hidráulicos. Madrid: Mundi- prensa. 1988.

OLAYA, Alfredo, Impacto ambiental en proyectos de riego y drenaje. Algunas directrices conceptuales y metodológicas, Entornos No. 11, Febrero, 1999.

PIZARRO, Fernando, Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid, 1978.

PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN – HUILA. Planeación municipal de San Agustín, 200 – 2010.

RAMIREZ, Edwin Adrian y PALACIOS, Carlos Alberto. Estudio de impacto ambiental para el proyecto minidistrito de riego Asomiraflores en el municipio de Garzón – Huila. Neiva 2003.

TAFUR M. Guillermo y JIMENEZ S. José, Diseño de riego y drenaje para un escenario deportivo (cancha de futbol) municipio de San Agustín, Neiva – Huila, 2006.

ANEXOS

ANEXO 1 DATOS CLIMATOLOGICO

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

VALORES TOTALES MENSUALES DE BRILLO SOLAR (Horas) SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO: 2008/08/01

ESTACION: 2101503 PARQUE ARQUEOLOG

LATITUD	0151 N	TIPO EST	CP	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACION	1971-JUN
LONGITUD	7618 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	SAN AGUSTIN	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	1800 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE	NARANJO		

```

*****
A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *
*****
1998 1 01 140.9 139.3 87.6 120.4 4 91.5 66.1 3 123.7 3 139.4 121.8 109.4 161.4 1301.5 3
1999 1 01 110.3 109.4 130.1 89.7 130.6 141.4 121.5 138.3 150.8 122.6 138.5 147.8 1531.0
2000 1 01 137.0 155.1 147.8 129.1 125.5 188.4 136.6 137.5 143.6 121.3 135.1 149.6 1706.6
2001 1 01 217.9 136.0 118.2 151.1 128.0 104.8 139.1 101.7 139.7 190.5 137.7 148.5 1713.2
2002 1 01 172.0 3 133.5 109.9 111.0 124.8 96.0 119.2 109.1 149.8 158.8 159.8 192.7 1636.6 3
2003 1 01 161.9 105.3 99.9 103.4 3 121.7 137.0 87.9 126.2 114.2 144.2 202.6 146.4 1550.7 3
2004 1 01 183.6 177.1 133.2 120.5 122.2 96.7 133.3 105.2 141.8 171.1 162.2 196.4 1743.3
2005 1 01 166.0 147.4 146.3 116.4 124.6 114.5 120.7 124.4 127.8 137.4 154.0 3 178.2 1657.7 3
2006 1 01 140.5 149.5 89.8 107.8 117.0 99.0 99.2 105.7 149.6 159.0 160.9 156.2 1534.2
2007 1 01 181.7 176.4 112.1 120.4 142.6 72.1 167.3 95.5 104.0 142.9 135.9 134.3 1585.2

MEDIOS 161.2 142.9 117.5 117.0 126.3 114.1 119.1 116.7 136.1 147.0 149.6 161.2 1608.6
MAXIMOS 217.9 177.1 147.8 151.1 142.6 188.4 167.3 138.3 150.8 190.5 202.6 196.4 217.9
MINIMOS 110.3 105.3 87.6 89.7 117.0 72.1 66.1 95.5 104.0 121.3 109.4 134.3 66.1
    
```

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

VALORES TOTALES MENSUALES DE BRILLO SOLAR (Horas) SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO: 2008/08/01

ESTACION: 2101503 PARQUE ARQUEOLOG

LATITUD 0151 N TIPO EST CP DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1971-JUN
 LONGITUD 7618 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO SAN AGUSTIN FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 1800 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE NARANJO

```
*****
A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *
*****
```

A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL			
1998	1	01	140.9	139.3	87.6	120.4	4	91.5	66.1	3	123.7	3	139.4	121.8	109.4	161.4	1301.5	3
1999	1	01	110.3	109.4	130.1	89.7	130.6	141.4	121.5	138.3	150.8	122.6	138.5	147.8	1531.0			
2000	1	01	137.0	155.1	147.8	129.1	125.5	188.4	136.6	137.5	143.6	121.3	135.1	149.6	1706.6			
2001	1	01	217.9	136.0	118.2	151.1	128.0	104.8	139.1	101.7	139.7	190.5	137.7	148.5	1713.2			
2002	1	01	172.0	3	133.5	109.9	111.0	124.8	96.0	119.2	109.1	149.8	158.8	159.8	192.7	1636.6	3	
2003	1	01	161.9	105.3	99.9	103.4	3	121.7	137.0	87.9	126.2	114.2	144.2	202.6	146.4	1550.7	3	
2004	1	01	183.6	177.1	133.2	120.5	122.2	96.7	133.3	105.2	141.8	171.1	162.2	196.4	1743.3			
2005	1	01	166.0	147.4	146.3	116.4	124.6	114.5	120.7	124.4	127.8	137.4	154.0	3	178.2	1657.7	3	
2006	1	01	140.5	149.5	89.8	107.8	117.0	99.0	99.2	105.7	149.6	159.0	160.9	156.2	1534.2			
2007	1	01	181.7	176.4	112.1	120.4	142.6	72.1	167.3	95.5	104.0	142.9	135.9	134.3	1585.2			
MEDIOS			161.2	142.9	117.5	117.0	126.3	114.1	119.1	116.7	136.1	147.0	149.6	161.2	1608.6			
MAXIMOS			217.9	177.1	147.8	151.1	142.6	188.4	167.3	138.3	150.8	190.5	202.6	196.4	217.9			
MINIMOS			110.3	105.3	87.6	89.7	117.0	72.1	66.1	95.5	104.0	121.3	109.4	134.3	66.1			

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mm)

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO: 2008/08/01

ESTACION: 2101503 PARQUE ARQUEOLOG

LATITUD	0151 N	TIPO EST	CP	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACION	1971-JUN
LONGITUD	7618 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	SAN AGUSTIN	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	1800 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE	NARANJO		

```

*****
A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *
*****
1998 1 01 103.3 108.3 89.8 62.8 71.8 46.4 54.8 82.5 88.6 107.5 * 85.4 3 901.2 3
1999 1 01 73.4 3 55.7 3 93.7 3 * 62.7 3 80.0 3 61.5 3 81.8 3 89.5 3 77.1 3 87.6 3 57.3 3 820.3 3
2000 1 01 85.5 105.4 96.1 81.6 64.4 92.6 84.1 75.8 93.0 94.5 81.5 82.8 1037.3
2001 1 01 117.4 90.5 85.4 86.2 82.7 63.5 79.6 * 605.3 3
2003 1 01 71.1 95.3 83.9 87.9 87.3 65.4 84.3 89.6 108.0 114.0 90.8 977.6 3
2004 1 01 112.5 110.7 97.5 86.0 82.2 63.0 70.2 69.3 92.8 112.5 92.8 105.4 1094.9
2005 1 01 109.4 92.3 102.0 78.7 80.2 71.0 71.0 78.0 92.0 92.1 99.7 90.4 1056.8
2006 1 01 88.1 98.4 91.2 82.5 74.4 56.5 68.3 70.2 99.2 105.9 93.1 91.8 1019.6
2007 1 01 116.5 116.3 95.3 94.5 87.7 50.9 92.6 69.7 84.5 808.0 3

MEDIOS 100.8 94.3 94.0 82.0 77.1 67.9 71.9 76.5 91.2 99.7 94.8 86.3 1036.4
MAXIMOS 117.4 116.3 102.0 94.5 87.9 92.6 92.6 84.3 99.2 112.5 114.0 105.4 117.4
MINIMOS 73.4 55.7 85.4 62.8 62.7 46.4 54.8 69.3 84.5 77.1 81.5 57.3 46.4

```

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

VALORES MEDIOS MENSUALES DE VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO: 2008/08/01

ESTACION: 2101503 PARQUE ARQUEOLOG

LATITUD 0151 N TIPO EST CP DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1971-JUN
 LONGITUD 7618 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO SAN AGUSTIN FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 1800 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE NARANJO

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1998	1	01	1.9	2.0	1.8	1.9	1.8	1.8	1.6	1.9	2.1	2.0	1.9	2.0	1.9
1999	1	01	1.8	1.8	1.9	1.7	1.8	1.9	1.8	*		1.9	2.0	1.9	1.9 3
2000	1	01	1.9	2.0	*	1.8	1.7	1.9	1.9	1.9	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
2001	1	01	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.0	1.9	1.9 3
2002	1	01	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9
2003	1	01	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9
2004	1	01	2.0	2.1	1.8	1.9	1.8	*		1.8	2.0	2.0	1.8	1.9	1.9
2005	1	01	1.9	1.8	1.9	1.8	1.7	*		1.8	1.9	1.8	1.8	1.9	1.8
2006	1	01	1.8	1.9	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8 3
2007	1	01	1.9	2.1	1.8	1.8	*	1.5	1.8	1.6	*	1.8	1.8	1.6	1.8 3
MEDIOS			2.0	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
MAXIMOS			2.1	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.1	2.1	2.0	2.0	2.1
MINIMOS			1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.5	1.6	1.6	1.9	1.8	1.8	1.6	1.5

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mm)

FECHA DE PROCESO: 2008/08/01

ESTACION: 2101503 PARQUE ARQUEOLOG

LATITUD	0151 N	TIPO EST	CP	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACION	1971-JUN
LONGITUD	7618 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	SAN AGUSTIN	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	1800 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE	NARANJO		

```
*****
A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *
*****
```

1998	2	01	41.6	84.7	79.0	122.1	106.5	213.5	176.4	85.7	73.0	154.0	217.3	171.8	1525.6
1999	2	01	161.6	158.9	68.5	237.9	101.2	88.6	109.7	79.0	118.8	100.8	114.5	282.9	1622.4
2000	2	01	154.9	102.3	176.6	162.1	186.4	98.5	94.4	166.8	81.9	103.3	227.8	117.9	1672.9
2001	2	01	53.0	101.5	124.0	147.1	95.9	155.9	123.2	100.8	95.1	72.2	96.3	88.5	1253.5
2002	2	01	37.1	72.0	130.7	211.6	195.5	128.3	158.8	138.4	64.4	104.8	61.5	66.6	1369.7
2003	1	01	18.2	79.8	116.5	117.4	116.2	70.0	176.7	52.5	88.1	160.8	157.1	103.8	1257.1
2004	1	01	111.4	63.7	63.6	175.4	145.4	193.5	174.5	146.6	126.3	95.5	138.8	192.8	1627.5
2005	1	01	119.3	196.5	106.7	253.7	156.9	174.7	99.4	98.0	149.9	204.0	80.6	177.7	1817.4
2006	1	01	115.1	113.7	176.4	204.7	93.2	207.0	118.2	102.6	76.8	87.8	207.7	105.5	1608.7
2007	1	01	57.1	54.6	123.6	117.8	165.0	271.8	42.1	123.8	80.9				1036.7 3
MEDIOS			86.9	102.8	116.6	175.0	136.2	160.2	127.3	109.4	95.5	120.4	144.6	145.3	1520.2
MAXIMOS			161.6	196.5	176.6	253.7	195.5	271.8	176.7	166.8	149.9	204.0	227.8	282.9	282.9
MINIMOS			18.2	54.6	63.6	117.4	93.2	70.0	42.1	52.5	64.4	72.2	61.5	66.6	18.2

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO: 2008/08/01

ESTACION: 2101503 PARQUE ARQUEOLOG

LATITUD	0151 N	TIPO EST	CP	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACION	1971-JUN
LONGITUD	7618 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	SAN AGUSTIN	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	1800 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE	NARANJO		

```

*****
A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *
*****
1998 1 01 73 3 72 78 77 83 83 83 1 79 1 77 1 77 3 82 3 79 1 79 3
1999 1 01 82 3 82 1 79 1 84 1 81 1 80 1 82 3 78 1 79 1 78 1 77 1 79 1 80 3
2000 1 01 78 1 74 1 78 1 79 1 78 1 76 1 77 3 77 1 74 1 76 1 78 1 76 1 77 3
2001 1 01 73 1 75 1 77 1 76 1 79 1 81 1 79 1 80 1 76 1 76 1 78 1 78 1 77
2002 1 01 73 1 74 1 75 1 80 1 82 1 82 1 82 1 85 1 83 1 86 1 81 1 78 1 80
2003 1 01 73 1 76 1 79 3 79 1 81 3 79 1 83 3 79 1 77 1 77 1 79 1 80 3 79 3
2004 1 01 77 1 68 3 73 1 77 1 78 1 82 1 80 3 82 79 1 77 1 79 1 79 78 3
2005 1 01 78 3 79 79 81 81 82 82 1 81 3 77 1 78 1 79 1 79 3 80 3
2006 1 01 79 1 78 3 79 1 80 1 82 3 82 3 81 1 79 1 75 1 78 80 81 80 3
2007 1 01 75 1 72 3 77 1 79 1 82 86 80 84 82 80 3
MEDIOS 76 75 77 79 81 81 81 80 78 78 79 79 79
MAXIMOS 82 82 79 84 83 86 83 85 83 86 82 81 86
MINIMOS 73 68 73 76 78 76 77 77 74 76 77 76 68

```

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (°C) SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO: 2008/08/01

ESTACION: 2101503 PARQUE ARQUEOLOG

LATITUD 0151 N TIPO EST CP DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1971-JUN
 LONGITUD 7618 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO SAN AGUSTIN FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 1800 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE NARANJO

```

*****
A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *
*****
1998 1 01 19.9 3 20.5 19.6 20.2 18.7 18.0 17.7 18.4 18.7 19.2 3 18.8 3 18.5 19.0 3
1999 1 01 18.3 18.3 18.7 18.1 18.2 18.2 17.4 17.4 18.4 18.0 18.9 18.6 18.2
2000 1 01 18.4 18.5 18.7 18.3 18.4 18.8 17.8 18.1 17.2 18.6 19.5 18.8 19.2 18.7
2001 1 01 19.2 19.1 19.1 19.2 19.0 17.8 18.1 17.2 18.6 19.5 18.8 19.2 18.7
2002 1 01 19.6 19.8 19.7 18.9 18.8 17.7 18.0 17.6 18.6 19.0 18.9 19.7 18.9
2003 1 01 20.3 19.7 19.3 19.1 18.8 18.5 17.1 18.1 18.5 19.1 19.4 19.0 3 18.9 3
2004 1 01 19.5 20.1 19.7 19.1 19.0 17.5 17.8 3 17.1 18.2 19.2 19.3 19.1 18.8 3
2005 1 01 19.3 3 19.7 19.7 19.1 19.0 18.5 17.7 17.9 3 18.5 19.0 19.0 19.0 18.9 3
2006 1 01 18.9 19.4 19.1 18.9 18.4 17.8 17.4 17.8 18.6 19.4 18.9 19.2 18.7
2007 1 01 20.1 20.0 19.4 19.2 18.9 17.3 17.9 17.1 17.8
MEDIOS 19.4 19.5 19.3 19.0 18.7 18.0 17.7 17.7 18.4 19.0 18.9 19.0 18.7
    
```


**ANEXO 2 CLASIFICACIÓN DE LA INFILTRACIÓN Y LA CONDUCTIVIDAD
HIDRAULICA**

INFILTRACIÓN (cm/hr)	CONDUCTIVIDAD (m/día)	CLASIFICACIÓN
< 0.1	< 0.03	MUY LENTA
0.1 – 0.5	0.03 – 0.12	LENTA
0.5 – 2.0	0.12 – 0.38	MOD. LENTA
2.0 – 6.3	0.38 – 1.20	MODERADA
6.3 – 12.7	1.20 – 2.90	MOD. RÁPIDA
12.7 – 25.4	2.90 – 4.30	RÁPIDA
> 25.4	> 4.30	MUY RÁPIDA

ANEXO 3 FACTOR “d” PARA ESPACIAMIENTO DE DRENES

L = Espaciamiento en metros								
D (m)	5	7.5	10	15	20	25	30	40
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.47	0.48	0.49	0.49	0.49	0.5	0.5	0.5
0.75	0.6	0.65	0.69	0.71	0.73	0.74	0.75	0.75
1	0.67	0.75	0.8	0.86	0.89	0.91	0.93	0.96
1.25	0.7	0.82	0.89	1	1.05	1.09	1.12	1.14
1.5	0.71	0.88	0.97	1.11	1.19	1.25	1.28	1.34
1.75	0.71	0.91	1.02	1.2	1.3	1.39	1.45	1.52
2	0.71	0.93	1.08	1.28	1.41	1.5	1.57	1.66
2.5	0.71	0.93	1.14	1.38	1.58	1.69	1.79	1.94
3	0.71	0.93	1.14	1.45	1.67	1.83	1.97	2.16
3.5	0.71	0.93	1.14	1.5	1.75	1.93	2.11	2.35
4	0.71	0.93	1.14	1.53	1.81	2.02	2.22	2.51
∞	0.71	0.93	1.14	1.53	1.89	2.24	2.58	3.24

ANEXO 4 PORCENTAJE MENSUAL DE HORAS – LUZ (p) BLANEY – CRIDDLE (1950)

LATITUD NORTE	MESES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
40°	6.73	6.73	8.30	8.92	9.99	10.08	10.34	9.56	8.41	7.78	6.73	6.53
38°	6.83	6.79	8.34	8.90	9.92	9.95	10.10	9.47	8.38	7.80	6.82	6.66
36°	6.99	6.86	8.35	8.85	9.31	9.83	9.99	9.40	8.36	7.85	6.92	6.79
34°	7.10	6.91	8.36	8.80	9.72	9.70	9.88	9.33	8.36	7.90	8.02	6.92
32°	7.20	6.97	8.37	8.72	9.36	9.60	9.77	9.28	8.34	7.93	7.11	7.05
30°	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.34	7.99	7.19	7.14
28°	7.40	7.02	8.39	8.68	9.46	9.38	9.58	9.16	8.32	8.02	7.27	7.27
26°	7.49	7.12	8.40	8.64	9.37	9.30	9.49	9.10	8.32	8.06	7.36	7.35
24°	7.58	7.17	8.40	8.60	9.30	9.19	9.41	9.05	8.31	8.10	7.43	7.46
22°	7.76	7.22	8.41	8.57	9.22	9.12	9.31	9.00	8.30	8.13	8.50	8.56
20°	7.73	7.26	8.20	8.52	8.14	9.02	9.25	8.95	8.30	8.19	7.58	7.98
18°	7.88	7.26	8.40	8.46	9.06	8.99	9.20	8.81	8.29	8.24	7.27	7.80
16°	7.94	7.30	8.42	8.45	8.98	8.98	9.07	8.80	8.28	8.24	7.72	7.90
14°	7.08	7.39	8.43	8.49	8.90	8.73	8.99	8.79	8.28	8.28	7.85	8.04
12°	8.08	7.40	8.44	8.43	8.54	8.64	8.90	8.79	8.27	8.28	7.85	8.05
10°	8.11	7.40	8.44	8.43	8.81	8.57	8.84	8.74	8.26	8.29	7.89	7.08
8°	8.13	7.49	8.45	8.39	8.75	8.52	8.77	8.79	8.25	8.31	7.89	8.11
6°	8.19	7.49	8.47	8.39	8.73	8.48	8.75	8.70	8.25	8.41	7.95	8.19
4°	8.20	7.53	8.46	8.33	8.65	8.40	8.67	8.63	8.21	8.43	7.95	8.20
2°	8.43	7.62	8.47	8.22	8.51	8.25	8.52	8.50	8.20	8.45	8.16	8.43
0°	8.49	7.67	8.49	8.22	8.22	8.49	8.49	8.49	8.19	8.49	8.22	8.49
LATITUD SUR												
0°	8.49	7.67	8.49	8.22	8.49	8.22	8.49	8.49	8.19	8.49	8.22	8.49
2°	8.55	7.71	8.49	8.19	8.44	8.17	8.43	8.44	8.19	9.52	8.27	8.55
4°	8.64	7.76	8.50	8.17	8.34	8.08	8.20	8.41	8.19	8.56	8.33	8.65
6°	8.71	7.81	8.50	8.12	8.30	8.00	8.19	8.37	8.18	8.59	8.38	8.74
8°	8.79	7.84	8.57	8.11	8.24	7.91	8.13	8.32	8.18	8.62	8.47	8.84
10°	8.85	8.76	8.52	8.09	8.18	7.84	8.11	8.28	8.18	8.65	8.52	8.90

**ANEXO 5 CONCEPTO TECNICO SOBRE MATERIAL PUESTO EN EL
LABORATORIO DE SUELOS USCO**

Solicitante: Ing. Miguel German Cifuentes.
Fecha de ingreso: Noviembre 20 de 2007

Es una mezcla rica en hierro (Fe_2O_3) y pobre en humus, esta constituido de arcilla con cuarzo y otros diluyentes. Se presenta comúnmente como concentraciones redox de color rojo oscuro ($2.5YR\ 5/8$) que forman patrones en placa, poligonales o reticulados, a este material se le denomina "Plintita". Esta cambia irreversiblemente a un mineral duro de hierro o a agregados irregulares, con humedecimiento y secado repetidos, especialmente si se expone también al calor del sol.

Este material forma un horizonte saturado con agua algún tiempo durante el año. Inicialmente, el hierro es segregado en la forma de concentraciones redox de color rojo o rojo oscuro, suave y más o menos arcilloso. Es usualmente firme a muy firme cuando el contenido de humedad del suelo esta cercano a la capacidad de campo, y duro cuando el contenido de humedad esta por debajo del punto de sequedad. No se endurece irreversiblemente como resultado de un solo ciclo de humedecimiento y secado; después de un solo secado, puede rehumedecerse y dispersarse en gran parte por agitación en agua con un agente dispersante.

En ambiente húmedo, es suficientemente suave para ser cortado con azadón. Este material después de endurecerse irreversiblemente forma mineral de hierro.

En presencia de saturación e inundación, hay rápida desintegración por dispersión de arcillas y el material muestra alta inestabilidad.



ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio de Suelos - LABSUS
Universidad Surcolombiana

PLANOS