

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencia e Ingenierías

**Diseño del sistema de drenaje de la cancha de fútbol de la
Comuna Central Tumbaco**

Kevin Alejandro Villagómez Marín

Jaime Nicolás Castellanos Vásquez

Ingeniería Civil

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito

para la obtención del título de

Ingeniero Civil

Quito, 11 de mayo de 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Diseño del sistema de drenaje de la cancha de fútbol de la Comuna
Central Tumbaco**

Kevin Alejandro Villagómez Marín

Jaime Nicolás Castellanos Vásconez

Nombre del profesor, Título académico:

Juan José Recalde, Ph.D.

Quito, 11 de mayo de 2020

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Jaime Nicolás Castellanos Vásconez

Código: 00125684

Cédula de identidad: 1715962559

Lugar y fecha: Quito, 11 de mayo de 2020

Nombres y apellidos: Kevin Alejandro Villagómez Marín

Código: 00125967

Cédula de identidad: 0202500591

Lugar y fecha: Quito, 11 de mayo de 2020

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>

RESUMEN

Las actividades deportivas en la ‘Comuna Central de Tumbaco’ son de gran importancia para los habitantes de la misma. Se realizan campeonatos de fútbol frecuentemente, razón por la cual la cancha se ha ido deteriorando. Adicionalmente, la lluvia ha contribuido con el daño de esta. El presente Proyecto Integrador tiene como objetivo general diseñar un sistema de drenaje adecuado, de tal manera que se puedan llevar a cabo las actividades de manera eficaz. Para alcanzar este objetivo, se realiza un levantamiento topográfico del terreno, un estudio de suelos y un estudio hidrológico. Una vez finalizados los estudios pertinentes, se procede a construir los planos definitivos del sistema de drenaje junto con un presupuesto referencial.

Palabras clave: Comuna Central, cancha de fútbol, sistema de drenaje, levantamiento topográfico, estudio de suelos, estudio hidrológico, planos definitivos, presupuesto referencial.

ABSTRACT

Sports activities in the 'Comuna Central de Tumbaco' are of great importance to the inhabitants of it. Soccer championships are held frequently, which is why the field has been deteriorating. Additionally, the rain has contributed to its damage. The present Integrative Project has the general objective of designing an adequate drainage system, so that the activities can be carried out efficiently. To achieve this objective, a topographic survey of the terrain, a soil study and a hydrological study are carried out. Once the pertinent studies are completed, the final plans for the drainage system are built, together with a reference budget.

Key words: Comuna Central, soccer field, drainage system, topographic survey, soil study, hydrological study, final plans, reference budget.

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|---------|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| 1.1 | Antecedentes..... | 11 |
| 1.2 | Justificación..... | 11 |
| 1.3 | Objetivos..... | 13 |
| 1.3.1 | Objetivo general..... | 13 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos..... | 13 |
| 1.4 | Actividades a realizar..... | 13 |
| 1.5 | Resultados esperados..... | 14 |
| 1.6 | Definiciones..... | 14 |
| 2. | DESARROLLO DEL TEMA..... | 16 |
| 2.1 | Revisión de literatura..... | 16 |
| 2.1.1 | Clasificación de Suelos según la SUCS..... | 16 |
| 2.1.2 | Permeabilidad de los Suelos..... | 17 |
| 2.1.3 | Drenaje para canchas de fútbol..... | 18 |
| 2.2 | Levantamiento topográfico..... | 20 |
| 2.2.1 | Materiales y métodos..... | 20 |
| 2.2.2 | Resultados..... | 21 |
| 2.3 | Estudio de Suelos..... | 22 |
| 2.3.2 | Contenido de humedad..... | 22 |
| 2.3.2.1 | Materiales y métodos..... | 22 |
| 2.3.2.2 | Resultados..... | 23 |
| 2.3.3 | Granulometría..... | 24 |
| 2.3.3.1 | Materiales y métodos..... | 25 |
| 2.3.3.2 | Resultados..... | 26 |
| 2.3.4 | Limite líquido y plástico..... | 29 |
| 2.3.4.1 | Materiales y métodos..... | 29 |
| 2.3.4.2 | Resultados..... | 31 |
| 2.3.4 | Permeabilidad..... | 33 |
| 2.4 | Diseño del sistema de drenaje..... | 33 |
| 2.4.1 | Parámetros de diseño..... | 33 |
| 2.4.2 | Diseño y dimensionamiento..... | 34 |
| 2.5 | Entregables de diseño definitivo..... | 36 |
| 2.5.1 | Planos..... | 36 |
| 2.5.2 | Presupuestos..... | 38 |

| | |
|--|----|
| 2.5.3 Especificaciones técnicas | 39 |
| 3. CONCLUSIONES | 40 |
| 3.1 Conclusiones | 40 |
| 3.2 Recomendaciones | 41 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 42 |
| Anexo A: Plano topográfico del terreno | 44 |
| Anexo B: Clasificación del suelo SUCS..... | 45 |
| Anexo C: Máximas precipitaciones diarias en la zona de tumbaco | 46 |
| Anexo D: Catálogo tubería novafort plastigama | 47 |
| Anexo E: Croquis idea drenaje | 49 |
| Anexo F: Volúmenes de obra | 50 |
| Anexo G: Precios unitarios | 52 |
| Anexo H: Especificaciones técnicas | 64 |
| Anexo I: Fotografías cancha..... | 77 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Datos muestra corte. | 23 |
| Tabla 2 Resultados obtenidos para la muestra corte..... | 24 |
| Tabla 3 Datos muestra relleno. | 24 |
| Tabla 4 Resultados obtenidos para la muestra relleno..... | 24 |
| Tabla 5 Resultados granulometría muestra corte..... | 26 |
| Tabla 6 Porcentajes granulometría muestra corte..... | 27 |
| Tabla 7 Resultados granulometría muestra relleno..... | 27 |
| Tabla 8 Porcentajes granulometría muestra relleno..... | 28 |
| Tabla 9 Valores de coeficientes de uniformidad y curvatura muestra relleno.... | 29 |
| Tabla 10 Datos límite líquido muestra corte..... | 31 |
| Tabla 11 Resultados del límite líquido muestra corte..... | 32 |
| Tabla 12 Datos para límite plástico muestra corte..... | 32 |
| Tabla 13 Resultados del límite plástico muestra corte | 32 |
| Tabla 14 Índice de plasticidad muestra corte..... | 33 |
| Tabla 15 Datos para el cálculo del sistema de drenaje | 34 |
| Tabla 16 Caudal de Escorrentía | 34 |
| Tabla 17 Caudales tubería..... | 35 |
| Tabla 18 Espaciamiento entre drenes | 35 |
| Tabla 19 Caudal tubería secundaria..... | 36 |
| Tabla 20 Presupuesto obras mínimas..... | 38 |
| Tabla 21 Presupuesto para cancha con césped sintético..... | 38 |
| Tabla 22 Presupuestos para cancha con césped natural..... | 39 |
| Tabla 23 Porcentaje que aumenta al considerar diferentes tipos de superficies. | 39 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura No. 1 Vista aérea cancha de fútbol de la Comuna Central..... | 11 |
| Figura No. 2 Fotografía de la cancha de fútbol de la Comuna Central | 12 |
| Figura No. 3 Valores típicos de permeabilidad para suelos | 17 |
| Figura No. 4 Curvas de Nivel del terreno obtenido con el Software Civil 3D ... | 21 |
| Figura No. 5 Curva granulométrica muestra corte | 27 |
| Figura No. 6 Curva granulométrica muestra relleno | 28 |
| Figura No. 7 Curva de fluidez | 32 |
| Figura No. 8 Detallamiento sistema de drenaje..... | 36 |
| Figura No. 9 Plano topográfico..... | 44 |
| Figura No. 10 Clasificación SUCS | 45 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Comuna Central es un barrio rural ubicado en la parroquia de Tumbaco. En este, vive un conjunto de personas cuya actividad física principal es el fútbol. La Comuna Central cuenta con una cancha de fútbol de tierra en la que se realizan campeonatos frecuentemente. Sin embargo, la cancha de fútbol presenta inconvenientes debido a su uso, especialmente en épocas de lluvia. Dada la importancia para la comunidad, se ha decidido realizar el siguiente proyecto que tiene como objetivo principal diseñar un sistema de drenaje, para lo cual se requiere realizar otros tipos de estudios pertinentes.



Figura No. 1 Vista aérea cancha de fútbol de la Comuna Central

Fuente: Google Earth

1.2 Justificación

En la actualidad, la mayoría de los ecuatorianos optan por practicar este deporte debido al desarrollo que ha tenido la selección ecuatoriana de fútbol, llegando a participar en tres mundiales, mientras que los equipos nacionales como Liga de Quito, Independiente del Valle o Barcelona Sporting Club, han ganado prestigio a nivel internacional, lo cual es inspirador. Por esta razón, niños y jóvenes sueñan con ser

futbolistas y obtener el mismo reconocimiento. A lo largo de los años, se ha promovido este deporte en escuelas de todo el país, de tal manera que para la cultura ecuatoriana, es indispensable poseer un lugar adecuado para practicarlo.

Por esta razón, y a pedido de los moradores de la Comuna Central de Tumbaco, se ha decidido perfeccionar la cancha de fútbol; lugar donde además de practicar el deporte, la comunidad se llena de solidaridad, alegría y esperanza. Dicho esto, se ha observado que existen problemas de drenaje en ciertas zonas del lugar, por lo cual se considera la necesidad de realizar un estudio de suelos y posteriormente el diseño de un sistema adecuado de drenaje. Es importante tomar en cuenta la morfología del terreno, ya que para la construcción de la cancha se había realizado un corte del suelo en una zona y un relleno en otra. Con el uso de las normativas respectivas y ensayos en el laboratorio, se logra crear un diseño definitivo apto para la práctica saludable de este deporte.



Figura No. 2 Fotografía de la cancha de fútbol de la Comuna Central

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Diseñar el sistema de drenaje de la cancha de fútbol de la Comuna Central de Tumbaco.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar estudios topográficos (modelo y planos).
- Realizar estudios de suelos.
- Realizar el diseño definitivo.
- Establecer un presupuesto referencial.

1.4 Actividades a realizar

- 1) Realizar el levantamiento topográfico del terreno.
- 2) Tomar muestras de suelos y realizar una clasificación según la SUCS, para luego estimar el coeficiente de permeabilidad K.
- 3) Realizar el diseño del sistema de drenaje en base a un estudio de precipitaciones.
- 4) Dibujar planos constructivos y elaborar las especificaciones técnicas.
- 5) Estimar cantidades de obra y el presupuesto de construcción.

1.5 Resultados esperados

- Levantamiento topográfico: Se espera obtener la geografía del terreno, es decir las elevaciones y depresiones de tal forma que se logre conocer las zonas donde el agua se estanca.
- Estudio de suelos: Se espera clasificar el suelo de la parte de corte y de relleno, para luego obtener el coeficiente de permeabilidad K.
- Diseño del sistema de drenaje: El objetivo es diseñar un sistema de drenaje adecuado en base a los puntos anteriores, de tal forma que el agua no se estanque y continúe deformando al suelo.
- Planos de construcción y presupuesto de obra: Finalmente, se desea entregar los planos de construcción pertinentes para solucionar este problema y realizar un presupuesto de la obra que sea asequible.

1.6 Definiciones

- ❖ **Levantamiento topográfico:** Es la ciencia, arte y tecnología encargada de determinar las posiciones relativas de una serie de puntos sobre la superficie de la Tierra (Ghilani, 2012).
- ❖ **Cantidad de humedad:** Es la relación entre el peso de agua y el peso de sólidos en un volumen dado de suelo (Das, 1999).
- ❖ **Granulometría:** Es la medición y graduación de las partículas de suelos, mediante el uso de tamices o el hidrómetro (Das, 1999).
- ❖ **Límite plástico:** “Contenido de agua en el punto de transición de estado semisólido a plástico del suelo” (Das, 1999).
- ❖ **Límite líquido:** “Contenido de agua en el punto de transición de estado plástico al líquido del suelo” (Das, 1999).

- ❖ **Permeabilidad:** “Capacidad del suelo para transmitir agua y aire” (Castro, 1956).
- ❖ **Precipitación:** “Agua procedente de la atmósfera, y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie de la tierra” (RAE, 2019).
- ❖ **Escorrentía:** “Agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno” (RAE, 2019).

2. DESARROLLO DEL TEMA

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Clasificación de Suelos según la SUCS

El tipo de suelo varía en función del lugar donde se encuentre debido a una serie de parámetros. El tamaño de sus partículas, la precipitación de la zona y la relación de vacíos, son algunos de estos, los cuales permiten una amplia clasificación de los suelos. En la ingeniería civil es fundamental realizar una adecuada clasificación ya que cada suelo se comporta de manera distinta. El libro *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (2004) de Carlos Crespo Villalaz, señala que el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) ha sido adoptado como la principal categorización de suelos en el mundo. Esta se basa en la granulometría y los límites de Atterberg para diferenciar un suelo de otro.

La SUCS considera que si menos del 50% del suelo es retenido en el tamiz No. 200 este es granular grueso, el cual puede ser grava (G) si más del 50% de esta fracción es retenida en el tamiz No. 4; y si el porcentaje que pasa es superior al 50% se considera como arena (S). Adicionalmente, si más del 12% de la fracción fina superó el tamiz No. 200, la grava y la arena pueden ser llamadas limosa o arcillosa según corresponda. En cambio, si la fracción fina no supera el 12% se puede subdividir a la grava y arena en bien graduadas o mal graduadas, dependiendo de la curva granulométrica correspondiente.

Para los suelos finos, la SUCS especifica que del 50% de sus partículas pasan por el tamiz No. 200, a los cuales se los divide dependiendo de su límite líquido y luego se los subdivide según su carta de plasticidad. Para esto, es necesario realizar pruebas de laboratorio para conocer los límites líquidos y de plasticidad del suelo. En base a esto los suelos pueden ser: limos inorgánicos (ML), arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad

(CL), limos orgánicos y arcillas limosas de baja plasticidad (OL), limos inorgánicos de alta plasticidad (MH), arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH) o arcillas orgánicas de alta plasticidad (OH). Adicionalmente, se consideran los suelos altamente orgánicos, los cuales reciben el nombre de turbas (Pt) (Villalaz, 2004).

2.1.2 Permeabilidad de los Suelos

Las partículas de los suelos disponen de espacios entre ellas, las cuales permiten el paso de agua y aire. Esta capacidad es conocida como permeabilidad, la cual depende de varios factores, entre ellos: la distribución de los poros, la viscosidad del fluido, la granulometría, relación de vacíos, rugosidad de las partículas y el grado de saturación que mantenga el suelo. La permeabilidad es medida de acuerdo a un coeficiente, mismo que varía de acuerdo a la clasificación del suelo. En la tabla 4.1 del libro de Fundamentos de Braja Das (1999) se puede encontrar que los valores típicos de permeabilidad según el tipo de suelo se encuentran entre:

| Tipo de suelo | k (cm/s) |
|----------------|-----------------|
| Grava limpia | 100 – 1 |
| Arena gruesa | 1.0 – 0.01 |
| Arena fina | 0.01 – 0.001 |
| Arcilla limosa | 0.001 – 0.00001 |
| Arcilla | 0.000001 |

Figura No. 3 Valores típicos de permeabilidad para suelos

Fuente: (Das, 1999)

2.1.3 Drenaje para canchas de fútbol.

Es necesario colocar un sistema de drenaje para que la cancha no sufra deformaciones en el periodo invernal. Para realizar un adecuado diseño, se debe realizar un estudio de suelos e hidráulico. El objetivo de estos estudios es conocer especialmente la permeabilidad del suelo y la cantidad de lluvia en el sector donde se encuentra ubicada la cancha.

En general, un drenaje representa la remoción del exceso de agua, por lo que los diseños de drenaje se presentan en diferentes estructuras y obras civiles, entre las cuales están las canchas de fútbol. Los drenajes pueden ser naturales o artificiales. El primero ocurre cuando el terreno posee la capacidad de eliminar por sí mismo el exceso de agua, mientras que en el otro tipo de drenaje interviene directamente el ser humano, el cual agrega drenes o canales para el desfogue del agua. Estos pueden ser abiertos o cerrados (Béjar, 2007).

Los drenajes abiertos son zanjas abiertas que poseen una pendiente adecuada para eliminar el exceso de agua. Se utilizan principalmente para drenajes superficiales, aunque también puede ser utilizados en el subterráneo. Su costo de construcción es menor que el de los drenajes cerrados, pero su costo de mantenimiento es mucho mayor (Béjar, 2007).

Los drenajes cerrados son tuberías enterradas utilizadas para drenajes subterráneos. La tubería deja pasar el agua a través de algunas perforaciones y estas también se pueden usar para drenajes superficiales, siempre y cuando existan sumideros para la captación del agua y la envíen hacia las tuberías enterradas (Béjar, 2007).

Existen dos tipos de drenes subterráneos, los paralelos y los llamados de espina de pescado, los primero van en sentido perpendicular al colector y los segundos son aquellos que forman un ángulo.

Para diseñar un sistema de drenaje, se debe decidir qué tipo de dren se debe utilizar, esto en base a la morfología del terreno y a la economía del proyecto. Es necesario calcular el caudal a drenar y el caudal de las tuberías, para lo cual se utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{Caudal a drenar} = Q = \text{Área} * \text{Volumen}$$

$$\text{Caudal tubería} = Q_t = \left(\frac{1}{n}\right) A * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

n = Coeficiente de Manning

A = Área de tubería [m²]

R = Radio hidráulico [m]

S = Pendiente del canal

Es importante tener en cuenta que la tubería de la línea principal deberá soportar todo el caudal de la cancha, en cambio las ramificaciones tienen sus propias áreas. Para calcular la separación de los drenes (L) se utiliza la fórmula de Hooghoudt:

$$L^2 = \frac{8K_2hd}{R} + \frac{4K_1h^2}{R}$$

Fuente: (Béjar, 2007)

Donde:

L= Espaciamiento de drenes (m)

K1= Conductividad Hidráulica arriba del nivel de los drenes (m/día)

K2 = Conductividad Hidráulica abajo del nivel de los drenes (m/día)

h = Carga hidráulica en el dren (m)

R = Tasa de reposición.

2.2 Levantamiento topográfico

2.2.1 Materiales y métodos

Para realizar el levantamiento topográfico del lugar se utilizaron los siguientes equipos:

- Estación total
- Trípode
- Bastón y prisma
- Cinta métrica

El primer paso es configurar los parámetros de la estación total que varían según el lugar a medir, la temperatura, elevación, presión y coordenadas, de tal forma que se disminuya el porcentaje de error al realizar las mediciones. Luego se procede a plantar la estación y nivelarlo con la ayuda del trípode y la burbuja. Se mide la altura desde el piso y se coloca el nuevo parámetro. Se utilizó una aproximación georeferencial con la aplicación Compass de Iphone. Por otro lado, se utilizó Google Earth para obtener la elevación del terreno, que tiene una incertidumbre de $\pm 2m$. De esta manera se observó que la cancha de

La zona de corte ocupa la mitad inferior de la cancha y la zona de relleno la mitad superior como se observa en la Figura 4. Con esta aproximación de las curvas de nivel es posible obtener la trayectoria hidráulica y lograr identificar las zonas en las cuales el agua de escorrentía se queda estancada. Asimismo, es posible determinar la dirección hacia la cual el agua debe fluir por los drenajes. Dentro de la cancha de fútbol, la diferencia entre el punto más alto y el punto más bajo es de 48.8 cm, por lo cual tiene sentido que el agua se quede estancada y se recomienda rediseñarla y colocar un buen sistema de drenaje.

2.3 Estudio de Suelos

2.3.2 Contenido de humedad

Es sumamente importante conocer el contenido de humedad que existe en una muestra de suelo ya que si existe demasiada agua, esto puede causar problemas en las estructuras civiles. En casos muy específicos, es necesario que el suelo tenga una pequeña porción de agua, por ejemplo, en las vías, lo cual permite obtener una mejor compactación del lastre. (Thompson, 2002).

Para el cálculo del contenido de humedad se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de humedad [\%]} = \left(\frac{\text{Peso partículas de agua}}{\text{Peso partículas suelo seco}} \right) * 100$$

Se debe tomar en cuenta que la norma ASTM D 2216 - 10 establece que el contenido de humedad se debe aproximar al 1% más cercano.

2.3.2.1 Materiales y métodos

Los materiales utilizados fueron:

- Balanza y recipientes

- Horno y guantes de calor

Para determinar la cantidad de humedad se siguieron las metodologías descritas en la norma ASTM D 2216 - 10 cuyo procedimiento se describe a continuación:

- 1) Colocar la muestra de suelo en un recipiente y determinar el peso de la muestra con la balanza.
- 3) Colocar la muestra de suelo en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C, por un periodo de tiempo donde se consiga una masa constante de suelo, típicamente tarda entre 12 y 16 horas.
- 4) Por último, se debe pesar nuevamente la muestra de suelo en la balanza.

Es importante tener en cuenta que el peso de la muestra de suelo tomada en los pasos anteriores también considera el peso del recipiente, por lo tanto, debe ser restado para obtener el peso real de la muestra tanto húmeda como seca.

2.3.2.2 Resultados.

Los valores de la muestra de suelo considerada como corte del terreno son:

Tabla 1 Datos muestra corte.

| Datos - Muestra Corte | | | |
|--|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Descripción | Unidades | Valores Recipiente 1 | Valores Recipiente 2 |
| Nombre muestra | - | Comuna Central-Corte | |
| Peso suelo húmedo (No incluye peso recipiente) | g | 1000.00 | 814.40 |
| Peso suelo Seco (Incluye peso recipiente) | g | 917.20 | 760.40 |
| Peso recipiente | g | 76.80 | 77.20 |

En base a estos datos se puede obtener los siguientes resultados:

Tabla 2 Resultados obtenidos para la muestra corte.

| Resultados - Muestra Corte | | |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| Descripción | Unidades | Valores |
| Peso total suelo húmedo | g | 1814.40 |
| Peso total suelo seco | g | 1523.60 |
| Cantidad de agua | g | 290.80 |
| Cantidad de humedad | % | 19.09% |

Los valores de la muestra de suelo considerada como relleno del terreno son:

Tabla 3 Datos muestra relleno.

| Datos - Muestra Relleno | | | |
|--|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Descripción | Unidades | Valores Recipiente 1 | Valores Recipiente 2 |
| Nombre muestra | - | Comuna Central-Relleno | |
| Peso suelo húmedo (No incluye peso recipiente) | g | 1000.00 | 382.20 |
| Peso suelo Seco (Incluye peso recipiente) | g | 887.20 | 384.20 |
| Peso recipiente | g | 76.60 | 74.80 |

En base a estos datos se puede obtener los siguientes resultados:

Tabla 4 Resultados obtenidos para la muestra relleno

| Resultados - Muestra Relleno | | |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|
| Descripción | Unidades | Valores |
| Peso total suelo húmedo | g | 1382.20 |
| Peso total suelo seco | g | 1120.00 |
| Cantidad de agua | g | 262.20 |
| Cantidad de humedad | % | 23.41% |

2.3.3 Granulometría

La granulometría permite conocer la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra de suelo, para lo cual se utiliza la norma ASTM D422-63(2007)e1, la cual establece los materiales y metodología a utilizar. Además, indica que la diferencia entre la suma de las masas de todas las fracciones y la masa inicial no debe diferir en más del 1%.

Para el cálculo de la granulometría se debe utilizar las siguientes fórmulas:

- Retenido acumulado [g]:

$$R_a = \text{Retenido parcial} + \text{Retenido parcial tamices de abertura mayor}$$

- Porcentaje de retenido parcial [%]:

$$\%_{\text{parcial}} = \frac{\text{Retenido parcial} * 100}{\sum \text{Retenidos Parciales}}$$

- Porcentaje de retenido acumulado [%]:

$$\%_{\text{acumulado}} = \frac{\text{Retenido acumulado} * 100}{\sum \text{Retenidos Parciales}}$$

- Porcentaje que pasa [%]:

$$\%_{\text{pasa}} = 100 - \%_{\text{acumulado}}$$

2.3.3.1 Materiales y métodos

Los materiales utilizados fueron:

- Balanza
- Aparato agitador
- Juego de tamices de malla cuadrada, con los siguientes tamaños: 3 pulgadas (75 mm), 2 pulgadas (50 mm), 1-1/2 pulgada (37.5 mm), 1 pulgada (25 mm), 3/4 pulgada (19 mm), 3/8 pulgada (9.5 mm), No.4 (4.75 mm), No.10 (2 mm), No.20 (850µm), No.40 (425µm), No.60 (250µm), No.140 (106µm), No.200 (75µm).

Para encontrar los pesos obtenidos en cada tamiz se siguieron las metodologías descritas en la norma ASTM D 422-63(2007), cuyo procedimiento se describe a continuación:

- 1) Preparar la muestra de suelo según la norma ASTM D 421-85(2007) método A, la cual establece los siguientes pasos:
 - 1.1) Se procede a pesar una porción representativa que pase el tamiz No.10 (2 mm); mientras con una muestra auxiliar se debe determinar el contenido de humedad (sección 2.3.2 Contenido de Humedad).
 - 1.2) Saturar la muestra húmeda y lavarla sobre el tamiz No. 10 (2 mm), secarla al horno y ya puede ser usada para el análisis granulométrico.
- 2) Determinar el peso de la muestra con la balanza.
- 3) Colocar la muestra en los tamices, los cuales deben estar ordenados de mayor a menor tamaño.
- 4) Tamizar mediante el aparato agitador.
- 5) Determinar la masa de cada fracción en la balanza.

2.3.3.2 Resultados.

Tabla 5 Resultados granulometría muestra corte

| Peso Muestra | | 1553.6 | | | | |
|-----------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------|
| Tamices | Abertura (mm) | Peso Retenido | % Retenido Parcial | Retenido Acumulado | % Retenido Acumulado | % Que Pasa |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.00 | 0% | 0.00 | 0.00 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.0 |
| 4 | 4.750 | 55.77 | 3.61 | 3.61 | 3.61 | 96.4 |
| 10 | 2.000 | 118.51 | 7.68 | 11.29 | 11.29 | 88.7 |
| 20 | 0.850 | 151.03 | 9.78 | 17.46 | 21.07 | 78.9 |
| 40 | 0.425 | 181.30 | 11.74 | 21.53 | 32.82 | 67.2 |
| 60 | 0.297 | 221.05 | 14.32 | 26.06 | 47.14 | 52.9 |
| 140 | 0.106 | 532.96 | 34.53 | 48.85 | 81.66 | 18.3 |
| 200 | 0.075 | 91.15 | 5.90 | 40.43 | 87.57 | 12.4 |
| Bandeja | 0.0 | 191.90 | 12.43 | 18.34 | 100.00 | 0.0 |
| Total | | 1543.67 | 100.00 | | | |
| %Perdida | | 0.64% | | | | |

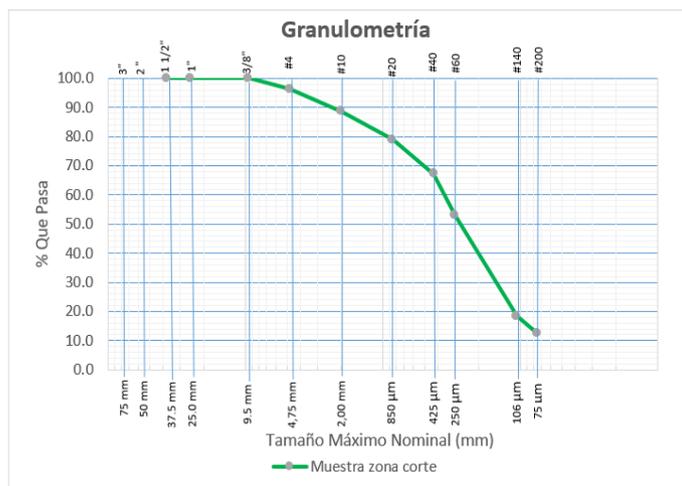


Figura No. 5 Curva granulométrica muestra corte

Tabla 6 Porcentajes granulometría muestra corte

| | | |
|---------------|---|---------|
| %Grava | Retenido hasta Tamiz 4 | 3.61% |
| %Arena | Pasa tamiz 4 - Retenido hasta Tamiz 200 | 83.96% |
| %Limo | Pasa Tamiz 200 | 12.43% |
| TOTAL | | 100.00% |

De acuerdo a la clasificación SUCS, la muestra de suelo de la zona de corte se considera como arena, debido a que la presencia de finos (pasante tamiz No.200) supera el 12% es necesario obtener los límites líquidos y plásticos.

Tabla 7 Resultados granulometría muestra relleno

| Peso Muestra (Despues del Lavado) | | 1150.20 | | | | |
|-----------------------------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------|
| Tamices | Abertura (mm) | Peso Retenido | % Retenido Parcial | Retenido Acumulado | % Retenido Acumulado | % Que Pasa |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.0 |
| 4 | 4.750 | 136.81 | 11.93 | 11.93 | 11.93 | 88.1 |
| 10 | 1.800 | 258.11 | 22.50 | 34.43 | 34.43 | 65.6 |
| 20 | 0.850 | 231.94 | 20.22 | 42.73 | 54.65 | 45.3 |
| 40 | 0.425 | 168.65 | 14.70 | 34.93 | 69.36 | 30.6 |
| 60 | 0.297 | 116.86 | 10.19 | 24.89 | 79.55 | 20.5 |
| 140 | 0.106 | 163.13 | 14.22 | 24.41 | 93.77 | 6.2 |
| 200 | 0.075 | 14.83 | 1.29 | 15.52 | 95.06 | 4.9 |
| Bandeja | 0.0 | 56.64 | 4.94 | 6.23 | 100.00 | 0.0 |
| Total | | 1146.97 | 100.00 | | | |
| %Perdida | | 0.281% | | | | |

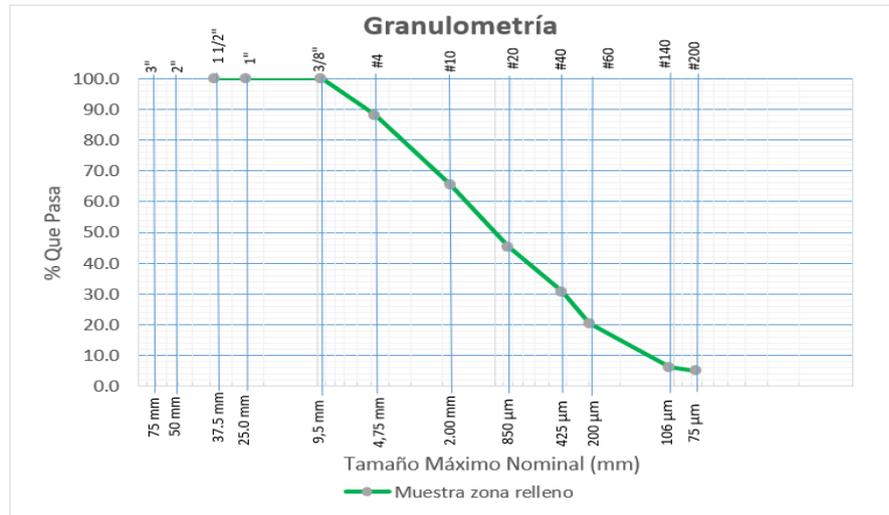


Figura No. 6 Curva granulométrica muestra relleno

Tabla 8 Porcentajes granulometría muestra relleno

| | | |
|------------------------|---|----------------|
| %Grava | Retenido hasta Tamiz 4 | 11.93% |
| %Arena | Pasa tamiz 4 - Retenido hasta Tamiz 200 | 83.13% |
| %Limo o Arcilla | Pasa Tamiz 200 | 4.94% |
| TOTAL | | 100.00% |

Por lo tanto, de acuerdo a la clasificación SUCS, la muestra de suelo de la zona de relleno se considera como arena, debido a que la poca presencia de finos, pasante del tamiz No.200 es menor del 12% la arena se debe clasificar como bien o mal graduada para lo cual se utilizan los siguientes coeficientes:

- Coeficiente de Uniformidad:

$$C_c = \left(\frac{d_{60}}{d_{10}} \right)$$

- Coeficiente de Curvatura:

$$C_c = \left(\frac{d_{30}^2}{d_{10} * d_{60}} \right)$$

Donde:

- d10 es el diámetro del tamiz cuando ha pasado el 10% de la muestra.
- d30 es el diámetro del tamiz cuando ha pasado el 30% de la muestra.
- d60 es el diámetro del tamiz cuando ha pasado el 60% de la muestra.

Debido a la configuración de la curva se interpolan los valores para encontrar d10, d30 y d60:

Tabla 9 Valores de coeficientes de uniformidad y curvatura muestra relleno

| %Que pasa | Diámetro [mm] |
|------------------|----------------------|
| d60 | 1.538 |
| d30 | 0.425 |
| d10 | 0.234 |

| | |
|-----------|-------|
| CC | 6.569 |
| CU | 0.501 |

El coeficiente de curvatura es mayor a 4 pero debido a que el coeficiente de uniformidad no se encuentra entre 1 y 3, el suelo de la zona de relleno es una arena mal graduada (SP).

2.3.4 Limite líquido y plástico

Debido a que en la muestra de la zona de corte existía una cantidad apreciable de finos (12%), es necesario conocer si la arena es limosa o arcillosa para lo cual se deben encontrar los límites de Atterberg o límite líquido y plástico siguiendo la norma ASTM D4318-10e1. Para los límites plástico y líquido se debe redondear al entero más cercano.

2.3.4.1 Materiales y métodos

Los materiales utilizados fueron:

- Aparato del límite líquido, conocido como copa de Casagrande.

- Ranurador.
- Balanza.
- Recipiente.
- Espátula.
- Horno.
- Agua destilada.

Para encontrar los pesos obtenidos en cada tamiz se siguieron las metodologías descritas en la norma ASTM D 4318-10e1, los pasos se describen a continuación:

- 1) Preparar la muestra de suelo según la norma ASTM D 421, donde se establece que para el límite líquido es necesario 200 gramos del pasante del tamiz No.40 (425 μm) y además 15 gramos para el límite plástico. Ante lo cual se deben realizar los siguientes pasos:
 - a) Saturar la porción pasante del tamiz No. 40 y realizar el lavado sobre este tamiz.
 - b) Disminuir la humedad del suelo mediante exposición al aire en temperatura ambiente
- 2) Comprobar que el aparato de límite líquido se encuentre limpio y en buen estado.
- 3) Ajustar la altura de la caída libre de la cazuela a 10 ± 2 mm
- 4) Mezclar la muestra de suelo, hasta conseguir que este tenga la consistencia necesaria para resistir 25 a 35 golpes de la copa de Casagrande.
- 5) Colocar la muestra de suelo en el aparato de límite líquido, la cual deberá ser nivelada con la espátula. Se debe evitar atrapar burbujas de aire en la masa.

- 6) Dividir en dos la muestra colocada en la copa de Casagrande utilizando el ranurador.
- 7) Se gira la manija de la copa de Casagrande, para que esta se levante y se golpee, se deberá hacer este proceso hasta conseguir los golpes necesarios, los cuales deberán ser: de 25 a 35, de 20 a 30, y de 15 a 25.
- 8) Transferir una pequeña porción de suelo de la copa de casagrande para posteriormente obtener el contenido de humedad.
- 9) Del espécimen del ensayo se selecciona de 1.5 a 2.0 gramos.
- 10) Hacer rodar la masa de suelo en la palma de la mano hasta conseguir un rollo de diámetro de aproximadamente 3.2 milímetros.
- 11) Juntar los rollos y seguir formándolos del mismo diámetro, hasta que la forma elipsoidal se desmorone y colocarlo en un recipiente.
- 12) Repetir los pasos del 9 al 11 hasta conseguir al menos 6 gramos.
- 13) Calcular el contenido de humedad de la muestra de los rollitos.

2.3.4.2 Resultados

Tabla 10 Datos límite líquido muestra corte

| Datos Limite Liquido | | | | |
|------------------------------|----------|------------------|------------------|-----------------|
| Muestra | # | 1 (25-35) | 2 (20-30) | 3(15-25) |
| Número de golpes | # | 27 | 23 | 18 |
| Recipiente | # | S1 | S2 | S3 |
| Peso Recipiente | g | 0 | 0 | 0 |
| Peso Recip.+S. Humedo | g | 115.70 | 62.80 | 72.34 |
| Peso Recip.+S. Seco | g | 96.15 | 51.80 | 60.65 |

Tabla 11 Resultados del límite líquido muestra corte

| Resultados Limite Liquido | | | | |
|----------------------------|---|-------|-------|-------|
| Muestra | # | 1 | 2 | 3 |
| Número de golpes | # | 27 | 23 | 18 |
| Masa del agua | g | 19.55 | 11 | 11.69 |
| Masa S. seco Horno | g | 96.15 | 51.8 | 60.65 |
| Contenido de agua | % | 20.33 | 21.24 | 19.27 |
| Contenido de agua promedio | | 20.28 | | |

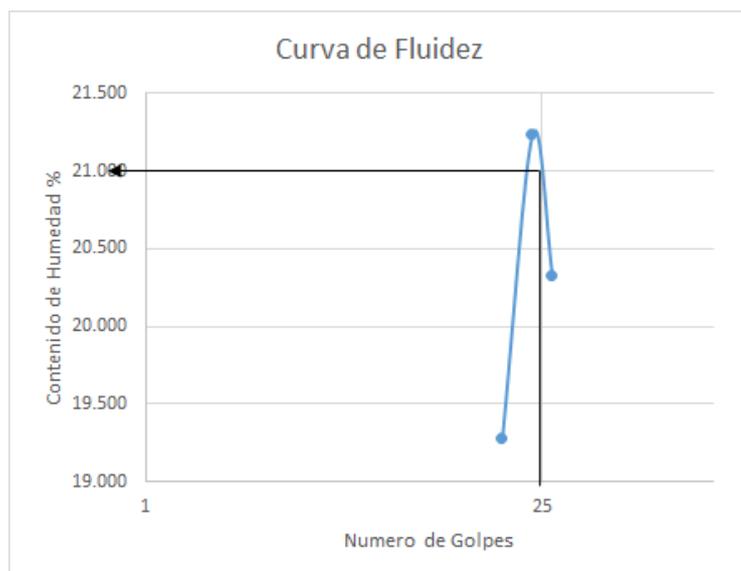


Figura No. 7 Curva de fluidez

Tabla 12 Datos para límite plástico muestra corte

| Datos Limite Plástico | | | |
|-----------------------|---|------|------|
| Muestra | # | 1 | 2 |
| Recipiente | # | S4 | S5 |
| Peso Recipiente | g | 0 | 0 |
| Peso Recip.+S. Humedo | g | 8.00 | 7.10 |
| Peso Recip.+S. Seco | g | 6.40 | 5.70 |

Tabla 13 Resultados del límite plástico muestra corte

| Resultados Limite Plástico | | | |
|----------------------------|---|-------|-------|
| Muestra | # | 1 | 2 |
| Masa del agua | g | 1.60 | 1.40 |
| Masa S. seco Horno | g | 6.40 | 5.70 |
| Contenido de agua | % | 25.00 | 24.56 |
| Limite Plástico | | 24.78 | |

Tabla 14 Índice de plasticidad muestra corte

| Índice Plasticidad | |
|--------------------|----|
| LL | 21 |
| LP | 25 |
| IP | -4 |
| No Plástico | |

Al obtener los límites líquidos y plásticos se puede utilizar la carta de plasticidad de la SUCS para denotar que los finos de la muestra de la zona de corte se tratan de arcillas de baja plasticidad, por lo que el tipo de suelo es arena arcillosa (SC).

2.3.4 Permeabilidad

En base a los análisis anteriores se pudo encontrar que la muestra de suelo de la parte de relleno es arena mal graduada (SP) mientras que la muestra de corte es arena arcillosa. Esta pueda ser una de las razones por las que en la zona de corte de la cancha es donde existen más problemas de hundimiento. Por esto, y en base a la Figura 3 presentada en el marco teórico, se puede estimar que la permeabilidad K es igual a 0.001 cm/s.

2.4 Diseño del sistema de drenaje

2.4.1 Parámetros de diseño

En base a los registros históricos de los anuarios meteorológicos, obtenidos de la página web del Instituto Nacional de meteorología e hidrología (INAMHI), se pudo encontrar las precipitaciones máximas diarias en la zona Tumbaco (Ver anexo C). Se estimó que el valor máximo diario de precipitaciones es de 67.3 mm. el cual ocurrió en septiembre del 2001. Este será el valor para el cual se diseñará el drenaje.

El sistema de drenaje se diseñará para la tubería prefabricada de drenajes en la línea de plastigama, donde se la conoce como Novafort (Anexo D). Para este tipo de tubería se recomienda usar un coeficiente de Manning de 0.009 (Amanco, 2013). También es necesario

calcular el área de la cancha, la cual se puede obtener fácilmente una vez realizado el levantamiento topográfico.

Tabla 15 Datos para el cálculo del sistema de drenaje

| Datos sistema de drenaje | | |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Descripción | Unidades | Valor tubería central |
| Precipitación máxima diaria | [mm] | 67.3 |
| Precipitación máxima diaria | [m] | 0.0673 |
| Coefficiente de permeabilidad | [cm/s] | 0.001 |
| Coefficiente de permeabilidad | [m/s] | 0.00001 |
| Área cancha de fútbol | [m ²] | 3520.36 |
| Coefficiente de manning n | - | 0.009 |

2.4.2 Diseño y dimensionamiento

La cantidad de lluvia en el área de la cancha se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen escorrentía} = Vol = \text{Precipitación máxima diaria} * \text{Área de la Cancha}$$

Luego se calcula el caudal para este volumen. Como se usa la precipitación máxima diaria, la duración de la lluvia se considera en horas.

$$\text{Caudal lluvia} = Q_e = \frac{\text{Volumen escorrentía}}{\text{duración de la lluvia}}$$

Tabla 16 Caudal de Escorrentía

| Calculos Escorrentía | | |
|------------------------|---------------------|-----------------|
| Descripción | Unidades | Valor |
| Volumen de escorrentía | [m ³] | 236.92 |
| Duración lluvia | [hr] | 1.00 |
| Caudal de escorrentía | [m ³ /s] | 0.065811 |

Se utiliza la ecuación de Manning para encontrar los caudales en tuberías de distintos diámetros y pendientes.

Tabla 17 Caudales tubería

| Calculo caudal tubería | | | | | | |
|--------------------------|------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Descripción tubería | | | Pendiente 1% | | Pendiente 2% | |
| Diámetro nominal tubería | Radio hidraulico | Radio hidraulico | Velocidad tubería | Caudal tubería | Velocidad tubería | Caudal tubería |
| [mm] | [mm] | [m] | [m/s] | [m ³ /s] | [m/s] | [m ³ /s] |
| 110 | 27.5 | 0.0275 | 1.01 | 0.00962 | 1.43 | 0.0136 |
| 160 | 40 | 0.0400 | 1.30 | 0.0261 | 1.84 | 0.0370 |
| 200 | 50 | 0.0500 | 1.51 | 0.0474 | 2.13 | 0.0670 |

Se observa que la tubería de 200mm con una pendiente del 2% es suficiente para soportar el caudal de toda la cancha, por lo tanto, esta será utilizada para la línea principal. Por otro lado, con la ecuación de Hooghoudt se puede hallar el espaciamiento S entre los drenes.

Tabla 18 Espaciamiento entre drenes

| Espaciamiento entre tubería | |
|---------------------------------|-----------------|
| Descripción | Valor |
| Tasa de reposición | 0.1 |
| h | 3.68 |
| H | 11.3 |
| d | 1.04 |
| D | 0.9 |
| Espaciamiento drenes [m] | 5.073328 |

Debido a la topografía del suelo, especialmente para evitar grandes cantidades de movimiento de tierras se decide que el sistema de drenaje solamente sea del tipo espina de pescado.

A partir de esto, se puede calcular el área y posteriormente el caudal que fluye por cada tubería secundaria.

Tabla 19 Caudal tubería secundaria

| Calculo tubería ramificaciones | | |
|--------------------------------|---------------------|-----------------|
| Descripción | Unidades | Valor |
| Valor diagonal mayor | m | 62.12 |
| Espaciamiento | m | 5.073328 |
| Area tributaria de cada dren | m ² | 315.1551354 |
| Volumen de escorrentia | [m ³] | 21.21 |
| Duración lluvia | [hr] | 1.00 |
| Caudal de escorrentia | [m ³ /s] | 0.005892 |

De la tabla. 17 se puede observar que la tubería de 110 mm con una pendiente del 1% es ideal para el diseño de las tuberías secundarias.

2.5 Entregables de diseño definitivo

2.5.1 Planos

A continuación, se presenta un detallamiento de las características del sistema de drenaje. Se puede observar que el modelo es un tipo de espina de pescado.

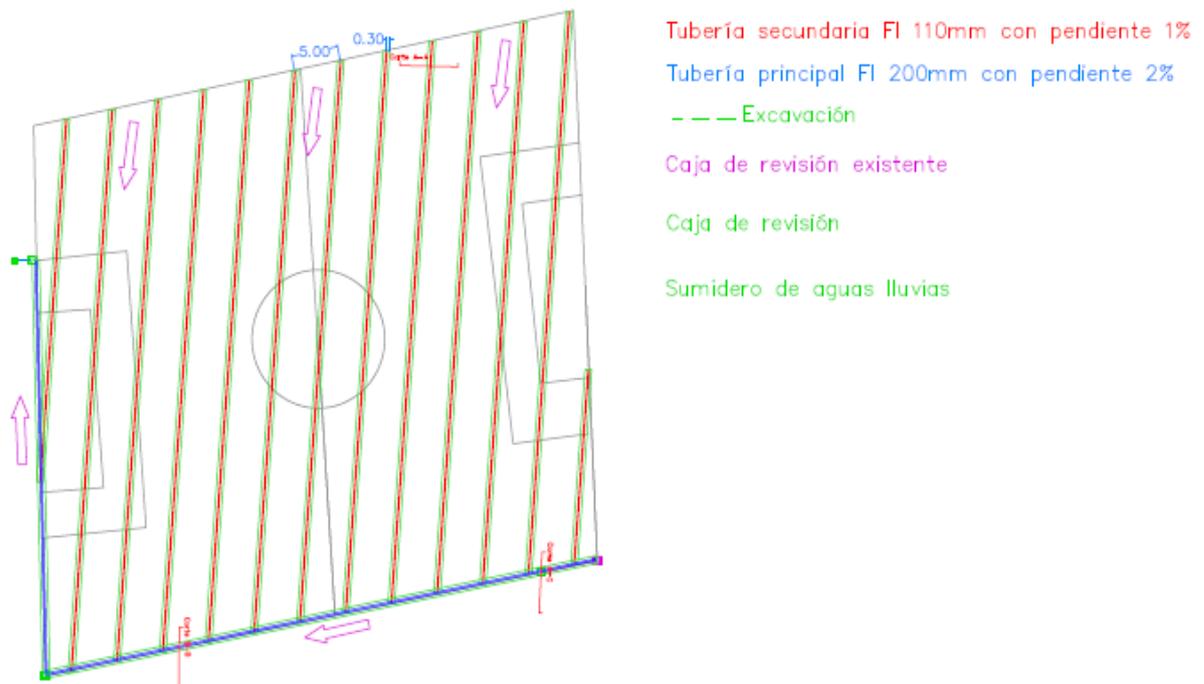
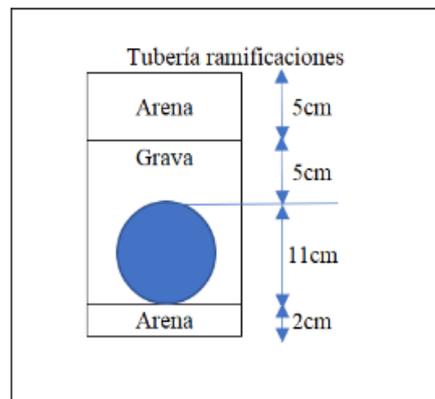
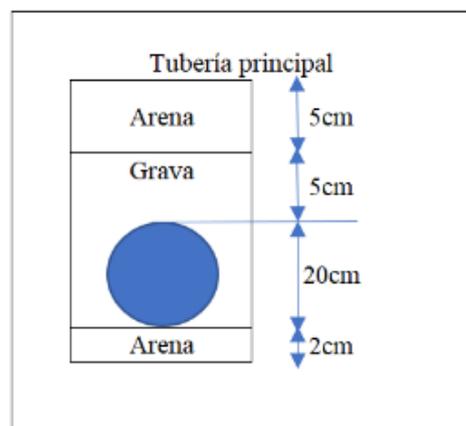
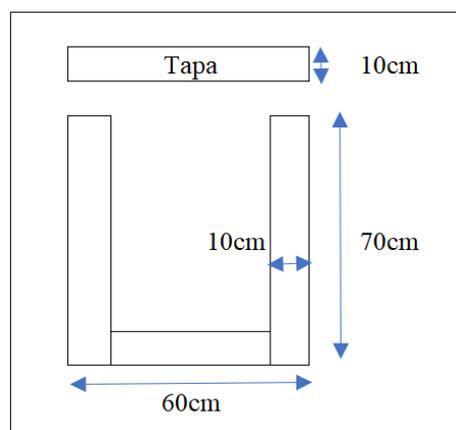


Figura No. 8 Detallamiento sistema de drenaje

Corte A - A:**Corte B - B:****Corte C - C:**

2.5.2 Presupuestos

El cálculo para obtener las cantidades de obra para los presupuestos se encuentra en el Anexo F. En cambio, los cálculos de los precios unitarios se encuentran en el anexo H.

Tabla 20 Presupuesto obras mínimas

| Proyecto: | Construcción sistema de drenaje | | | | |
|-------------------|--|--------|-----------|-----------------|--------------|
| Ubicación: | Comuna Central - Tumbaco | | | | |
| ID | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Precio total |
| 1 | Replanteo y nivelación con equipo topográfico | m3 | 3520.36 | 0.64 | 2253.03 |
| 2 | Excavación manual en suelo (drenaje) | m3 | 282.42 | 7.39 | 2087.07 |
| 3 | Desalojo material | m3 | 282.41832 | 7.10 | 2005.17 |
| 4 | Suministro y colocado de material granular para drenaje 3/4" | m3 | 88.71 | 19.83 | 1759.16 |
| 5 | Tubería perforada de PVC para drenaje D=110mm | ML | 700.80 | 6.55 | 4590.24 |
| 6 | Tubería perforada de PVC para drenaje D=200mm | ML | 236.92 | 9.95 | 2357.35 |
| 7 | Suministro y colocación de arena | m3 | 215.40 | 14.46 | 3114.72 |
| 8 | Compactación capa de arena cancha de fútbol | m2 | 3520.36 | 0.90 | 3168.32 |
| 9 | Caja de revisión 60x60cm h=0.7cm con H.S 210kg/cm2 | U | 3.00 | 79.74 | 239.22 |
| SUBTOTAL | | | | | 21574.28 |
| IVA | | | | 12% | 2588.91 |
| TOTAL | | | | | 24163.20 |

SON: Veinte y cuatro mil ciento sesenta y tres con 20/100 dólares americanos

Tabla 21 Presupuesto para cancha con césped sintético

| Proyecto: | Construcción sistema de drenaje y colocación cesped sintetico cancha de fútbol | | | | |
|-------------------|--|--------|----------|-----------------|--------------|
| Ubicación: | Comuna Central - Tumbaco | | | | |
| ID | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
| 1 | Replanteo y nivelación con equipo topográfico | m3 | 3520.36 | 0.64 | 2253.03 |
| 2 | Excavación manual en suelo (drenaje) | m3 | 282.42 | 7.39 | 2087.07 |
| 3 | Desalojo material | m3 | 282.42 | 7.10 | 2005.17 |
| 4 | Suministro y colocado de material granular para drenaje 3/4" | m3 | 88.71 | 19.83 | 1759.16 |
| 5 | Tubería perforada de PVC para drenaje D=110mm | ML | 700.80 | 6.55 | 4590.24 |
| 6 | Tubería perforada de PVC para drenaje D=200mm | ML | 236.92 | 9.95 | 2357.35 |
| 7 | Suministro y colocación de arena | m3 | 215.40 | 14.46 | 3114.72 |
| 8 | Compactación capa de arena cancha de fútbol | m2 | 3520.36 | 0.9 | 3168.32 |
| 9 | Caja de revisión 60x60cm h=0.7cm con H.S 210kg/cm2 | U | 3.00 | 79.74 | 239.22 |
| 10 | Césped sintético | m2 | 3520.36 | 22.56 | 79419.32 |
| 11 | Señalización con pintura de tráfico | ML | 465.55 | 0.69 | 321.23 |
| SUBTOTAL | | | | | 101314.83 |
| IVA | | | | 12% | 12157.78 |
| TOTAL | | | | | 113472.61 |

SON: Ciento trece mil cuatrocientos setenta y dos con 61/100 dólares americanos

Tabla 22 Presupuestos para cancha con césped natural

| Proyecto: | | Construcción sistema de drenaje y colocación cespel sintetico cancha de futbol | | | |
|-------------------|--|--|-----------|-----------------|--------------|
| Ubicación: | | Comuna Central - Tumbaco | | | |
| ID | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
| 1 | Replanteo y nivelación con equipo topográfico | m3 | 3520.36 | 0.64 | 2253.03 |
| 2 | Excavación manual en suelo (drenaje) | m3 | 282.42 | 7.39 | 2087.07 |
| 3 | Desalojo material | m3 | 282.41832 | 7.10 | 2005.17 |
| 4 | Suministro y colocado de material granular para drenaje 3/4" | m3 | 88.71 | 19.83 | 1759.16 |
| 5 | Tubería perforada de PVC para drenaje D=110mm | ML | 700.80 | 6.55 | 4590.24 |
| 6 | Tubería perforada de PVC para drenaje D=200mm | ML | 236.92 | 9.95 | 2357.35 |
| 7 | Suministro y colocación de arena | m3 | 215.40 | 14.46 | 3114.72 |
| 8 | Compactación capa de arena cancha de fútbol | m2 | 3520.36 | 0.90 | 3168.32 |
| 9 | Caja de revisión 60x60cm h=0.7cm con H.S 210kg/cm2 | U | 3.00 | 79.74 | 239.22 |
| 10 | Material arcilloso (suelo) | m3 | 352.04 | 10.77 | 3791.43 |
| 11 | Cesped natural | m2 | 3520.36 | 11.43 | 40237.71 |
| SUBTOTAL | | | | | 65603.42 |
| IVA | | | | | 12% |
| TOTAL | | | | | 73475.83 |

SON: Setenta y tres mil cuatrocientos setenta y cinco con 483/100 dólares americanos

Si se desea colocar el sistema de drenaje y mejorar la calidad de la cancha con una capa de arena compactada de 5 cm, el costo total es de \$24,163.20 USD. En cambio si se mejora la superficie de la cancha colocando césped natural o sintético, el costo total aumenta. Para el césped sintético el costo total es de \$113,472.61 USD y para césped natural es de \$73,475.83 USD.

Tabla 23 Porcentaje que aumenta al considerar diferentes tipos de superficies.

| Descripción | Costo total [USD] | Porcentaje [%] |
|---------------------------|----------------------|-------------------|
| Valor obras mínimas | 24163.20 | 100% |
| %Aumento cespel sintetico | 89309.42 | 370% |
| %Aumento cespel natural | 49312.64 | 204% |

2.5.3 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas contienen la descripción de los procedimientos y materiales que se deberán emplear para realizar los proyectos. Estas se encuentran descritas detalladamente en el Anexo H.

3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones

En conclusión, una vez realizado el levantamiento topográfico se descubrió que la diferencia de nivel más crítica es de 48.8 cm. Se pudo encontrar las dimensiones de la cancha de fútbol y se obtuvo un área de 3,520.36 m². Adicionalmente, con la aproximación de las curvas de nivel, fue posible obtener la trayectoria hidráulica, con lo cual se decidió hacia dónde fluirá el agua de esorrentía.

Se realizaron varios estudios de suelos siguiendo las normas ASTM D, entre los cuales se encuentran el contenido de humedad, granulometría, determinación del límite líquido y límite plástico y finalmente de permeabilidad. En la zona de relleno se obtuvo una arena mal graduada (SP), mientras que en la zona de corte una arena arcillosa (SC). Así, se obtuvo un valor de permeabilidad K igual a 0.001 cm/s. Con este dato y en base a la precipitación máxima diaria de 67 mm (obtenida del INAMHI), se pudo calcular el caudal máximo de la cancha. Al compararlo con diferentes diámetros de tuberías y pendientes, se llegó a la conclusión de que se deben utilizar tuberías con un diámetro de 200 mm y pendiente del 2% para la línea principal. Para facilitar los temas constructivos se especifica usar una tubería perforada desde la fábrica. Para los sub-drenes se estimó que la tubería debe tener un diámetro de 110 mm y una pendiente del 1%.

El sistema de drenaje más una capa arena de 5 cm en toda la cancha tiene un costo de \$24,163.20 USD, incluido el IVA. Este valor aumenta si se desea colocar una superficie para mejorar el estado de la cancha. En el caso del césped sintético, el aumento sería del 367%, con un costo de \$113,472.61 USD y para césped natural el costo es de \$73,475.83 USD. Se debe considerar que el mantenimiento de una cancha de césped natural es mucho más costoso que una de césped sintético, por lo que en varios años se recupera la inversión.

Por lo tanto, si se dispone de los recursos económicos necesarios es mejor invertir en una cancha de césped sintético.

Para la realización del proyecto, fue necesario aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería civil. Así, se logró diseñar un sistema de drenaje eficaz, de tal manera que se puedan realizar las actividades deportivas en la Comuna Central de Tumbaco sin ningún inconveniente. Se espera que se tome en consideración los estudios realizados al momento de construir el sistema de drenaje definitivo y que se continúe con el desarrollo futbolístico del país.

3.2 Recomendaciones

Como recomendaciones finales, dependiendo del tiempo en el que se decida empezar con la obra civil, se puede realizar un replanteo del levantamiento topográfico. De hacerlo, será necesario utilizar equipos de alta precisión, de tal manera que el proyecto se encuentre georeferenciado con mayor exactitud como lo dispone el Municipio de Quito. Finalmente, se sugiere contratar personal técnico experimentado para realizar la construcción del sistema de drenaje

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Amanco. (Abril de 2013). *Manual técnico Amanco Novafort*. Recuperado el Abril de 2020, de [http://www.amancowavin.com.ar/wp-](http://www.amancowavin.com.ar/wp-content/uploads/descargas/infraestructura/amanco-novafort-manual-tecnico.pdf)

[content/uploads/descargas/infraestructura/amanco-novafort-manual-tecnico.pdf](http://www.amancowavin.com.ar/wp-content/uploads/descargas/infraestructura/amanco-novafort-manual-tecnico.pdf)

ASTM D4318-10e1, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2010, www.astm.org

ASTM D422-63(2007)e1, Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2007, www.astm.org

ASTM D2216-10, Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2010, www.astm.org

Béjar, M. V. (2007). *Drenaje*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Recuperado el 05 de Febrero de 2020, de

https://books.google.com.ec/books?id=_pjGDwAAQBAJ&pg=PT565&dq=dise%C3%B1o+drenaje+cancha+de+futbol&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjf8LaW67_nAhWCxVkKHcFUDFAQ6AEILzAB#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20drenaje%20cancha%20de%20futbol&f=false

Castro, F. S. (1956). *Conservación de los suelos*. Venezuela: IICA Biblioteca Venezuela.

- Das, B. (1999). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. México: Thomson Learning.
- Ghilani, C. (2012). *Elementary Surveying: An introduction to geomatics*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education.
- Mott, R. (2006). *Mecánica de Fluidos*. México: Pearson.
- Real Academia Española. (2020). *Diccionario*. En línea desde: <https://www.rae.es/>, 7 de febrero del 2020.
- Thompson, L. (2002). *Los suelos y su fertilidad*. Barcelona: Reverté. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=AegjDhEIVAQC&pg=PA85&lpg=PA85&dq=suelos+humedo&source=bl&ots=QK9PEGjo2J&sig=J-YtwUknyG1wuPO0BBQNEif6fy8&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj7o8-Y3_7YAhUNvVMKHRBKAYgQ6AEIdDAS#v=onepage&q=suelos%20humedo&f=false
- Villalaz, C. C. (2004). *Mecánica de Suelos y cimentaciones*. México: Limusa. Recuperado el 05 de Febrero de 2020, de <https://books.google.com.ec/books?id=Db2SQbBHVPQC&pg=PA87&dq=SUCS&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjloams7bvnAhVMjlkKHVikCloQ6AEIKzAA#v=onepage&q=SUCS&f=false>

ANEXO A: PLANO TOPOGRÁFICO DEL TERRENO

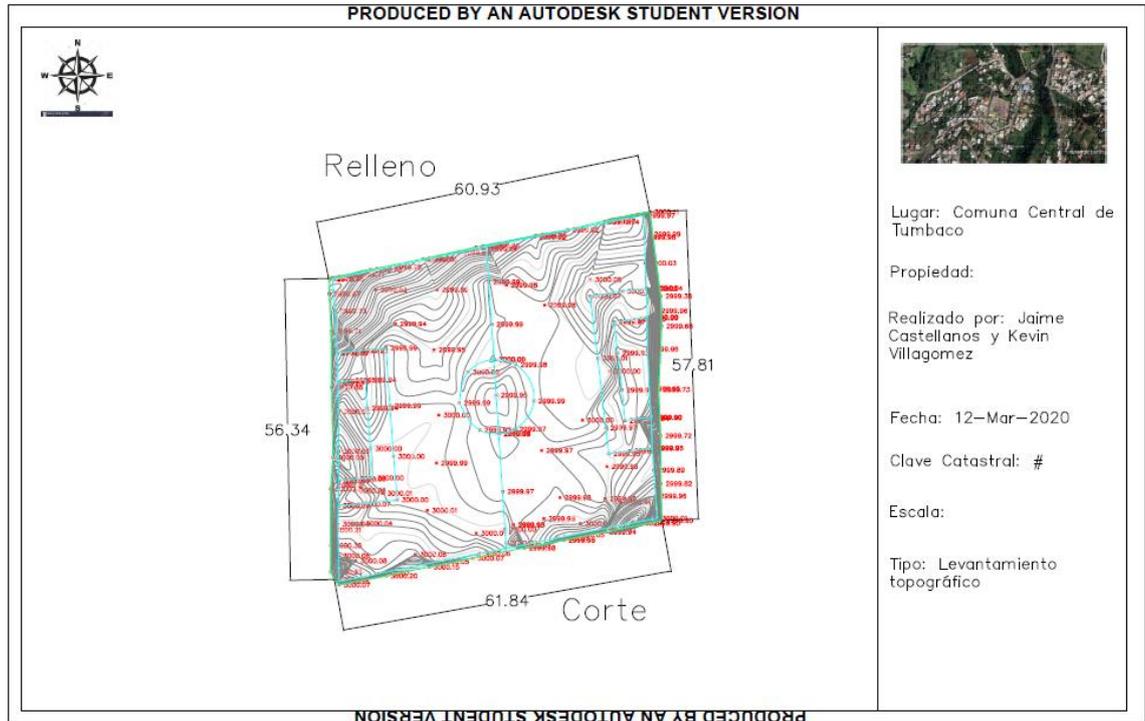


Figura No. 9 Plano topográfico

ANEXO B: CLASIFICACIÓN DEL SUELO SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.) INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

| DIVISIÓN MAYOR | | NOMBRES TÍPICOS | CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO | |
|--|--|-----------------------------------|---|--|
| SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 @ | Aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista. (La malla No. 200) y son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista. (La malla No. 200) y son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista. (La malla No. 200) y son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista. | GW | Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos | |
| | | GP | Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos | |
| | | GM * d u | Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo | |
| | | GC | Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla | |
| | | SW | Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos | |
| | | SP | Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos | |
| | | SM * d u | Arenas limosas, mezclas de arena y limo | |
| | | SC | Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla | |
| | | GRA VAS | Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 | |
| | | ARENAS | Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 | |
| SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 @ | Las partículas de 0.075 mm de diámetro (la malla No. 200) y son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista. | ML | Limos marginales, polvo de roca, limos arcillosos o arcillosos ligeramente plásticos. | |
| | | CL | Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres. | |
| | | OL | Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad. | |
| | | MH | Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, mic elásticos. | |
| | | CH | Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas. | |
| | | OH | Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad. | |
| | | P | Turbas y otros suelos altamente orgánicos. | |
| | | LIMOS Y ARCILLAS | Límite Líquido menor de 50 | |
| | | LIMOS Y ARCILLAS | Límite Líquido Mayor de 50 | |
| | | SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS | | |

DETERMINAR LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SUCS: Menos del 5%, GW, GP, SW, SP; más del 12%, GM, GC, SM, SC. Entre 5% y 12%, Casos de frontera, que requieren un uso de símbolos dobles **

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD C_u : mayor de 4.
 COEFICIENTE DE CURVATURA C_c : entre 1 y 3.
 $C_u = D_{60} / D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$

NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.

LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de fronteras que requieren el uso de símbolos dobles.

LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de fronteras que requieren el uso de símbolos dobles.

$C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3.

No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW

LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de fronteras que requieren el uso de símbolos dobles.

LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de fronteras que requieren el uso de símbolos dobles.

G - Grava, S - Arena, O - Suelo Orgánico, P - Turba, M - Limo
 C - Arcilla, W - Bien Graduada, P - Mal Graduada, L - Baja Compresibilidad, H - Alta Compresibilidad

CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA - LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS, POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE A RCILLOSO.
 @ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.
 * LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS UNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFJO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFJO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Figura No. 10 Clasificación SUCS

ANEXO C: MÁXIMAS PRECIPITACIONES DIARIAS EN LA ZONA DE TUMBACO

| Año | Nombre Estación | Precipitación diaria máxima [mm] |
|------------|------------------------|---|
| 2000 | La Tola | 38.2 |
| 2001 | La Tola | 67.3 |
| 2002 | La Tola | 54.6 |
| 2003 | La Tola | 28.4 |
| 2004 | La Tola | 58.2 |
| 2005 | La Tola | 43.1 |
| 2006 | La Tola | 34.2 |
| 2007 | La Tola | 49.8 |
| 2008 | La Tola | 49.4 |
| 2009 | La Tola | 43.0 |
| 2010 | La Tola | 58.4 |
| 2011 | La Tola | 41.3 |
| 2012 | La Tola | 34.0 |
| 2013 | La Tola | 40.5 |

Fuente: INAMHI (Estación La Tola)

ANEXO D: CATÁLOGO TUBERÍA NOVAFORT PLASTIGAMA



DIAMETRO
110mm
160mm
200mm

VENTAJAS

Fácil y Rápida de Instalar:

- Peso liviano, fácil de transportar.
- Tuberías en rollos de 100, 50 ó 25 m.
- Un rollo de 100 m puede ser cargado por una persona sin esfuerzo alguno.

Durabilidad y Economía:

La manguera para drenaje Plastigama, extruida con la mejor resina de PVC no se corroe y es resistente a los agroquímicos más comunes.

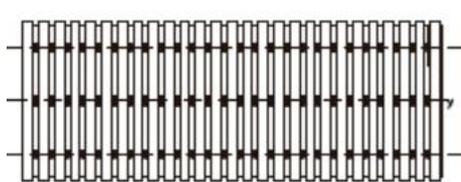
Sismo-Resistentes:

Por su alta flexibilidad tienen un excelente comportamiento en zonas altamente sísmicas.

Vida Útil Mayor a 50 Años:

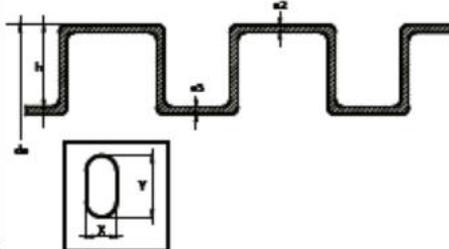
Fabricadas con resinas químicamente resistentes a la acción agresiva de los suelos y aguas.

DETALLES DEL TUBO PARA EL SUBDREN

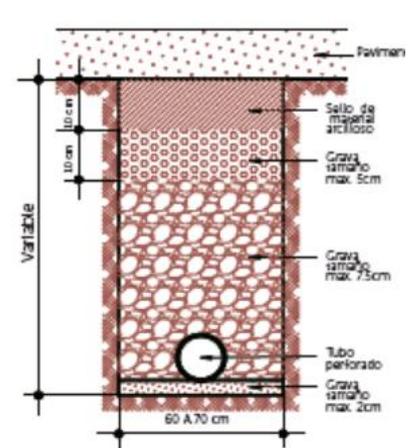


NOMENCLATURA:

- DNE = Diámetro nominal del tubo
- de = Diámetro exterior del tubo
- LT = Longitud del rollo
- h = Altura de cresta
- e2 = Espesor en cresta
- e3 = Espesor en el valle
- X = Ancho de orificio de drenaje
- Y = Alto de orificio de drenaje
- n = Número de orificios de drenaje por valle



DISPOSICIÓN GENERAL DE RELLENO



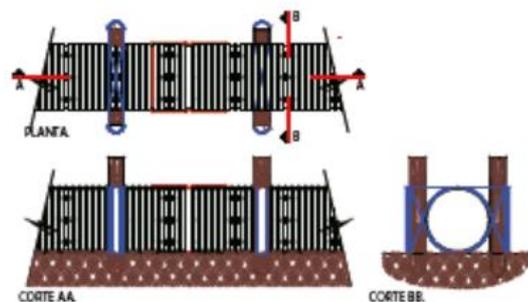
| DIÁMETROS | | | ESPEORES | | | | DIMENSIONES ESTRUCTURALES | | | | | | NÚMEROS DE ORIFICIOS POR VALLE | AREA DRENANTE AD |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|--------------------|
| DNE | de | | e2 | | e3 | | LT | h | X | | Y | | | |
| (mm) | Min. (mm) | Max. (mm) | Min. (mm) | Max. (mm) | Min. (mm) | Max. (mm) | Min. (m) | Max. (mm) | Min. (mm) | Max. (mm) | Min. (mm) | Max. (mm) | n | mm ² /m |
| 110 | 109,40 | 110,40 | 0,50 | 0,70 | 0,60 | 0,85 | 100 | 3,55 | 1,30 | 1,70 | 5,50 | 6,50 | 8,00 | 6946 |
| 160 | 159,10 | 160,50 | 0,55 | 0,80 | 0,65 | 0,90 | 50 | 4,78 | 1,70 | 2,30 | 5,50 | 7,50 | 8,00 | 5402 |
| 200 | 198,80 | 200,60 | 0,60 | 0,85 | 0,70 | 0,95 | 25 | 6,32 | 2,00 | 3,00 | 5,50 | 8,50 | 8,00 | 3858 |

UNIONES

La unión entre tuberías corrugadas de PVC rígido debe realizarse por medio de la unión de PVC rígido E/C para desagüe normal.

Los extremos a unir deben quedar seguros mediante estacas ancladas al terreno y cuerdas de nylon sujetas a estas, antes de continuar la instalación.

La hermeticidad en la junta no es requerida en los sistemas de drenaje.



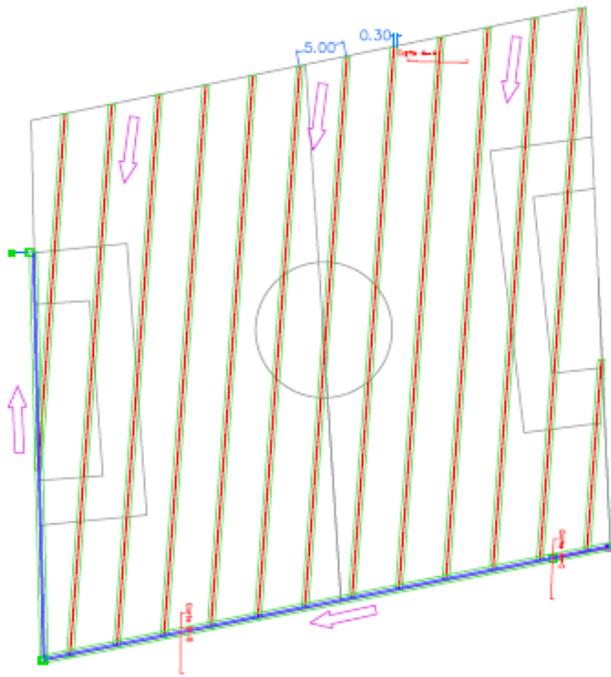
Rev.: 2017 - 11 - 21

MEXICHEM ECUADOR S.A.

Durán: Km. 4.5 Vía Durán - Tambo
 PBX: 3716900 • Fax: 2808048
 Quito: Av. Siena 2-14 y Miguel Ángel,
 Sector La Primavera-Cumbayá Telf.: 3934420
www.plastigama.com



PLASTIGAMA
 SOLUCIONES SIEMPRE

ANEXO E: CROQUIS IDEA DRENAJE

Tubería secundaria FI 110mm con pendiente 1%

Tubería principal FI 200mm con pendiente 2%

— — — Excavación

Caja de revisión existente

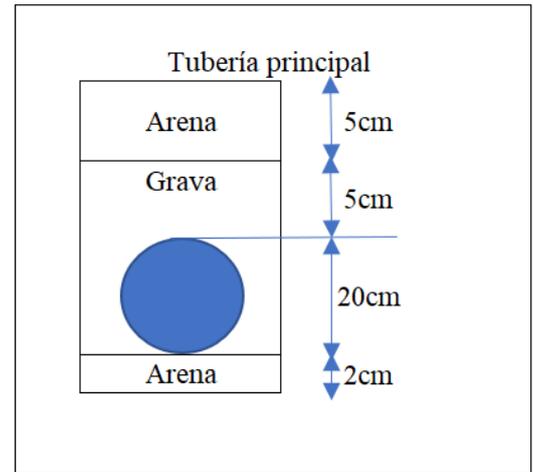
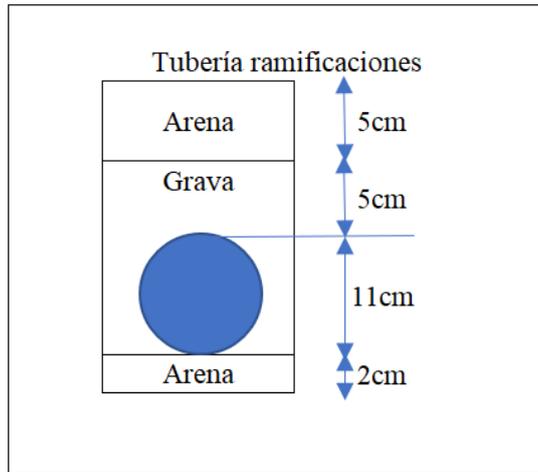
Caja de revisión

Sumidero de aguas lluvias

ANEXO F: VOLÚMENES DE OBRA

| Descripción | Unidades | Cantidad | Longitud [m] | Ancho [m] | Área [m2] | Altura [m] | Total |
|---|----------|----------|--------------|-----------|-------------|------------|----------------|
| 1. Replanteo y Nivelación | | | | | | | |
| Área cancha | m2 | 1 | - | - | 3520.36 | - | 3520.36 |
| Total | | | | | | | 3520.36 |
| 2. Excavación | | | | | | | |
| Excavación tubería ramificaciones (pendiente natural del terreno) | m3 | 12 | 58.4 | 0.6 | 35.04 | 0.23 | 96.71 |
| Excavación tubería ramificaciones (pendiente del 1%) | m3 | 12 | 58.4 | 0.6 | 35.04 | 0.2 | 84.10 |
| Excavación tubería principal (pendiente natural del terreno) | m3 | 1 | 118.46 | 0.6 | 71.076 | 0.32 | 22.74 |
| Excavación tubería principal (pendiente del 2%) | m3 | 1 | 118.46 | 0.6 | 71.076 | 1.1 | 78.18 |
| Excavación cajas de revisión | m3 | 5 | 0.6 | 0.6 | 0.36 | 0.38 | 0.684 |
| Total | | | | | | | 282.42 |
| 3. Desalojo material excavación | | | | | | | |
| Volumen excavación | m3 | - | - | - | - | - | 282.42 |
| Total | | | | | | | 282.42 |
| 4. Material Pétreo | | | | | | | |
| Grava 3/4 tubería ramificaciones | m3 | 12 | 58.4 | 0.6 | 35.04 | 0.16 | 67.28 |
| Volumen tubería de 110mm | m3 | 12 | 58.4 | | 0.009503318 | | -6.66 |
| Grava 3/4 tubería principal | m3 | 1 | 236.92 | 0.6 | 142.152 | 0.25 | 35.54 |
| Volumen tubería de 200mm | m3 | 1 | 236.92 | | 0.031415927 | | -7.44 |
| Total | | | | | | | 88.71 |
| 5. Arena | | | | | | | |
| Arena base ramificaciones | m3 | 12 | 58.4 | 0.6 | 35.04 | 0.02 | 8.41 |
| Arena base tubería principal | m3 | 1 | 236.92 | 0.6 | 142.152 | 0.02 | 2.84 |
| Arena superior ramificaciones | m3 | 12 | 58.4 | 0.6 | 35.04 | 0.05 | 21.02 |
| Arena superior tubería principal | m3 | 1 | 236.92 | 0.6 | 142.152 | 0.05 | 7.11 |
| Arena nivel cancha 5cm | m3 | 1 | - | - | 3520.36 | 0.05 | 176.02 |
| Total | | | | | | | 215.40 |
| 6. Tubería | | | | | | | |
| Tubería de drenaje ϕ 110mm | m | 12 | 58.4 | - | - | - | 700.80 |
| Tubería de drenaje ϕ 200mm | m | 1 | 236.92 | - | - | - | 236.92 |
| Total | | | | | | | - |
| 7. Caja de revisión | | | | | | | |
| HS caja | U | 3 | - | - | - | - | 3.00 |
| Total | | | | | | | 3.00 |
| 8. Compactación a maquina | | | | | | | |
| Área cancha | m2 | 1 | - | - | 3520.36 | - | 3520.36 |
| Total | | | | | | | 3520.36 |
| 9. Señalización | | | | | | | |
| Longitud | ML | 465.5532 | - | - | - | - | 465.5532 |
| Total | | | | | | | 465.55 |
| 10. Césped sintético | | | | | | | |
| Césped sintético (área cancha) | m2 | - | - | - | 3520.36 | - | 3520.36 |
| Total | | | | | | | 3520.36 |
| 11. Material arcillo | | | | | | | |
| Material arcilloso (tierra) | m3 | - | - | - | 3520.36 | 0.1 | 352.036 |
| Total | | | | | | | 352.04 |
| 12. Césped natural | | | | | | | |
| Césped natural (área cancha) | m2 | - | - | - | 3520.36 | - | 3520.36 |
| Total | | | | | | | 3520.36 |

Estos volúmenes se realizaron a partir de la siguiente sección transversal:



ANEXO G: PRECIOS UNITARIOS

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|--|----------|-------------|------------|-------------|-------------------|
| Rubro: Replanteo y nivelación con equipo topográfico | | | | | |
| Detalle: Con equipo de alta precisión | | | | | Unidad: m2 |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | | | | | 0.00037 |
| Equipo topográfico | 1.00000 | 10.00000 | 10.00000 | 0.01000 | 0.10000 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.10 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Cadenero | 1.00000 | 3.65000 | 3.65000 | 0.01000 | 0.03650 |
| Topógrafo 2: experiencia mayor a 5 años | 1.00000 | 4.04000 | 4.04000 | 0.01000 | 0.04040 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.08 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| Pintura esmalte | gl | 0.02000 | 15.00000 | 0.30000 | |
| Estacas-varios | global | 0.01000 | 10.00000 | 0.10000 | |
| SUBTOTAL | | | | | 0.4 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 0.57727 |
| INDIRECTOS (%) | | | | | 10.00% |
| COSTO RUBRO | | | | | 0.64 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|---|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Rubro: Excavación manual en suelo (drenaje) | | | | | |
| Detalle: | | | | | Unidad: m3 |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | | | | | 0.2232 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.22 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 1.00000 | 3.60000 | 3.60000 | 0.85000 | 3.06000 |
| Maestro mayor | 1.00000 | 4.04000 | 4.04000 | 0.85000 | 3.43400 |
| SUBTOTAL | | | | | 6.49 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 6.7172 |
| INDIRECTOS (%) | | | | 10.00% | 0.67172 |
| COSTO RUBRO | | | | | 7.39 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|--|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Rubro: Compactación capa de arena cancha de fútbol | | | | | |
| Detalle: | | | | | Unidad: m2 |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | | | | | 0.12059 |
| Rodillo | 1.00000 | 18.00000 | 18.00000 | 0.01000 | 0.18000 |
| Motoniveladora | 1 | 25.00000 | 25.00000 | 0.01000 | 0.25000 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.55 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 1.00000 | 3.60000 | 3.60000 | 0.01000 | 0.03600 |
| Operador de Rodillo | 1.00000 | 4.04000 | 4.04000 | 0.01000 | 0.04040 |
| Operador de Motoniveladora | 1.00000 | 4.04000 | 4.04000 | 0.01000 | 0.04040 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.12 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| Agua | m3 | 0.01000 | 15.00000 | 0.15000 | |
| SUBTOTAL | | | | | 0.15 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 0.81739 |
| INDIRECTOS (%) | | | | | 10.00% |
| COSTO RUBRO | | | | | 0.90 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|--|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| Rubro: Tubería perforada de PVC para drenaje D=110mm | | | | | |
| Detalle: Incluye suministro e instalación | | | | | Unidad: ML |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales [5%] | | | | | 0.10570 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.11 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 2.00000 | 3.60000 | 7.20000 | 0.20000 | 1.44000 |
| Plomero | 1.00000 | 3.65000 | 3.65000 | 0.20000 | 0.73000 |
| SUBTOTAL | | | | | 2.17 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| Tubería PVC perforada D=110mm para dren | ML | 1.05000 | 3.50000 | 3.67500 | |
| SUBTOTAL | | | | | 3.68 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 5.9507 |
| INDIRECTOS (%) | | | | | 10.00% 0.59507 |
| COSTO RUBRO | | | | | 6.55 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|---|----------|-------------|------------|-------------|-------------------|
| Rubro: Desalojo material | | | | | |
| Detalle: | | | | | Unidad: m3 |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | | | | | 0.11767 |
| Retroexcavadora | 1.00000 | 20.00000 | 20.00000 | 0.10000 | 2.00000 |
| Volqueta | 1.00000 | 22.00000 | 22.00000 | 0.10000 | 2.20000 |
| SUBTOTAL | | | | | 4.32 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 1.00000 | 3.60000 | 3.60000 | 0.33333 | 1.19999 |
| Operador de Rodillo | 1.00000 | 4.04000 | 4.04000 | 0.10000 | 0.40400 |
| Chofer Volqueta | 1.00000 | 5.29000 | 5.29000 | 0.10000 | 0.52900 |
| SUBTOTAL | | | | | 2.13 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0.00 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+D+P) | | | | | 6.450658 |
| INDIRECTOS (%) | | | | | 10.00% |
| COSTO RUBRO | | | | | 7.10 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|---|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Rubro: Suministro y colocado de material granular para drenaje 3/4" | | | | | |
| Detalle: | | | | | Unidad: m3 |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | | | | | 0.10570 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.11 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 2.00000 | 3.60000 | 7.20000 | 0.20000 | 1.44000 |
| Albañil | 1.00000 | 3.65000 | 3.65000 | 0.20000 | 0.73000 |
| SUBTOTAL | | | | | 2.17 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| Material granular 3/4" | m3 | 1.05000 | 15.00000 | 15.75000 | |
| SUBTOTAL | | | | | 15.75 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 18.0257 |
| INDIRECTOS (%) | | | | | 10.00% |
| COSTO RUBRO | | | | | 19.83 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|---|----------|-------------|------------|---------------|------------------|
| Rubro: Caja de revisión 60x60cm h=0.7cm con H.S 210kg/cm2 | | | | | |
| Detalle: | | | | | Unidad: U |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | | | | | 1.23450 |
| Concretera | 0.25000 | 3.50000 | 0.87500 | 2.00000 | 1.75000 |
| Vibrador | 0.10000 | 2.50000 | 0.25000 | 2.00000 | 0.50000 |
| SUBTOTAL | | | | | 3.48 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 2.00000 | 3.60000 | 7.20000 | 2.00000 | 14.40000 |
| Albañil | 1.00000 | 3.65000 | 3.65000 | 2.00000 | 7.30000 |
| Maestro mayor | 0.50000 | 4.04000 | 2.02000 | 2.00000 | 4.04000 |
| SUBTOTAL | | | | | 25.74 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| Cemento | kg | 128.80000 | 0.16000 | 20.60800 | |
| Árena gruesa | m3 | 0.24000 | 10.00000 | 2.40000 | |
| Grava | m3 | 0.35000 | 15.00000 | 5.25000 | |
| Cerco metálico | u | 1.00000 | 15.00000 | 15.00000 | |
| SUBTOTAL | | | | | 43.26 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 72.4825 |
| INDIRECTOS (%) | | | | 10.00% | 7.24825 |
| COSTO RUBRO | | | | | 79.74 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|--|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Rubro: Tubería perforada de PVC para drenaje D=200mm | | | | | |
| Detalle: Incluye suministro e instalación | | | | | Unidad: ML |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | | | | | 0.05789 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.06 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 3.00000 | 3.60000 | 10.80000 | 0.08000 | 0.86400 |
| Plomero | 1.00000 | 3.65000 | 3.65000 | 0.08000 | 0.29200 |
| Maestro mayor | 1.00000 | 4.04000 | 4.04000 | 0.08000 | 0.32320 |
| SUBTOTAL | | | | | 1.48 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| Tubería de drenaje D=200mm | ML | 1.00100 | 7.50000 | 7.50750 | |
| SUBTOTAL | | | | | 7.51 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 9.04459 |
| INDIRECTOS (%) | | | | | 10.00% 0.904459 |
| COSTO RUBRO | | | | | 9.95 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|---|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------------|
| Rubro: | Césped sintético | | | | |
| Detalle: | | | | | Unidad: m2 |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | 1.00000 | | | | 0.08825 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.09 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 1.00000 | 3.60000 | 3.60000 | 0.40000 | 1.44000 |
| Albañil | 1.00000 | 3.65000 | 3.65000 | 0.40000 | 1.46000 |
| Maestro mayor | 1.00000 | 4.04000 | 4.04000 | 0.40000 | 1.61600 |
| SUBTOTAL | | | | | 4.52 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| Césped sintético | m2 | 1.00000 | 15.00000 | 15.00000 | |
| Árena fina | m3 | 0.03000 | 10.00000 | 0.30000 | |
| Caucho | m2 | 0.02000 | 30.00000 | 0.60000 | |
| SUBTOTAL | | | | | 15.90 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 20.50425 |
| INDIRECTOS (%) | | | | | 10.00% 2.050425 |
| COSTO RUBRO | | | | | 22.56 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|---|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Rubro: Señalización con pintura de tráfico | | | | | |
| Detalle: | | | | | Unidad: ML |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | | | | | 0.11767 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.12 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 1.00000 | 3.60000 | 3.60000 | 0.06000 | 0.21600 |
| Pintor | 1.00000 | 3.65000 | 3.65000 | 0.06000 | 0.21900 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.44 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| Pintura de tráfico | g/L | 0.00250 | 28.00000 | 0.07000 | |
| SUBTOTAL | | | | | 0.07 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 0.62267 |
| INDIRECTOS (%) | | | | 10.00% | 0.062267 |
| COSTO RUBRO | | | | | 0.69 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|---|-----------------|----------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Rubro: | | Material arcilloso (suelo) | | | |
| Detalle: | | Unidad: m3 | | | |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | 1.00000 | | | | 0.08825 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.09 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 1.00000 | 3.60000 | 3.60000 | 0.40000 | 1.44000 |
| Albañil | 1.00000 | 3.65000 | 3.65000 | 0.40000 | 1.46000 |
| SUBTOTAL | | | | | 2.90 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| Material arcilloso | m3 | 1.00000 | 6.00000 | 6.00000 | |
| SUBTOTAL | | | | | 6.00 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 8.98825 |
| INDIRECTOS (%) | | | | 10.00% | 0.898825 |
| COSTO RUBRO | | | | | 9.89 |

| PRECIOS UNITARIOS - CANCHA DE FÚTBOL COMUNA CENTRAL | | | | | |
|---|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| Rubro: | | Césped natural | | | |
| Detalle: | | Unidad: m2 | | | |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Herramientas manuales (5%) | 1.00000 | | | | 0.08825 |
| SUBTOTAL | | | | | 0.09 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| Peón | 1.00000 | 3.60000 | 3.60000 | 0.40000 | 1.44000 |
| Albañil | 1.00000 | 3.65000 | 3.65000 | 0.40000 | 1.46000 |
| SUBTOTAL | | | | | 2.90 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| Césped natural | m2 | 1.00000 | 6.20000 | 6.20000 | |
| SUBTOTAL | | | | | 6.20 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P.UNITARIO | COSTO | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 9.18825 |
| INDIRECTOS (%) | | | | | 10.00% |
| COSTO RUBRO | | | | | 10.11 |

ANEXO H: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

RUBRO 1: REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO

Descripción:

Se entiende como replanteo y nivelación con equipo topográfico, el replanteo total del área del proyecto de acuerdo a los respectivos planos constructivos previamente aprobados.

Especificación:

Establecida el área de trabajo, el constructor con aprobación del fiscalizador definirá el trazado de los ejes de acuerdo a lo especificado en los planos. Si en un caso existiera una divergencia entre lo diseñado y la realidad, se deberá notificar inmediatamente al fiscalizador para que este emita la disposición que corresponda.

Adicionalmente se deberá colocar un hito en el punto principal, el cual que no será removido durante el proceso constructivo y debe ser comprobado por el fiscalizador.

Este trabajo será realizado por un equipo topográfico; con aparatos de precisión.

Unidad: m²

Equipo mínimo: herramientas manuales, equipo topográfico.

Mano de obra mínima: peón, topógrafo.

Medición y forma de pago:

Para su cuantificación se calculará el área total nivelada conforme las medidas determinadas en el plano. La forma de pago será por metro cuadrado (m²).

· **RUBRO 2: EXCAVACIÓN MANUAL DEL SUELO (DRENAJE)**

Descripción:

Este trabajo consiste en la excavación a mano para la colocación de la tubería y cualquier otro material que sea necesario desalojar en el proyecto.

Especificación:

La excavación será realizada de acuerdo a lo especificado en los planos, especialmente lo relacionado con alineaciones y niveles. En caso de existir un imprevisto se deberá notificar inmediatamente al fiscalizador para que este emita la disposición que corresponda. Esta actividad se realizará manualmente.

Unidad: metro cúbico

Equipo mínimo: herramientas manuales.

Mano de obra mínima: peón, albañil.

Medición y forma de pago:

La excavación sea a mano o a máquina se medirá en metros cúbicos con aproximación a la décima, determinando los volúmenes de excavación una vez que éste haya sido ejecutado en obra. No se considerarán las excavaciones que fueron realizadas sin autorización, ni la remoción de derrumbes originadas por causas imputables al constructor.

Se tomará en cuenta excavaciones extras cuando estas fueron debidamente autorizadas por el fiscalizador.

· **RUBRO 3: DESALOJO MATERIAL**

Descripción:

Este trabajo consiste en el desalojo del material producto de la excavación para la colocación del drenaje de la cancha de fútbol.

Especificación:

El desalojo será realizado de acuerdo a los especificado por el fiscalizador.

Unidad: metro cúbico.

Equipo mínimo: herramientas manuales, volqueta, retroexcavadora.

Mano de obra mínima: peón, operador retroexcavadora, chofer volqueta.

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro cúbico, este incluye equipos y mano de obra.

· **RUBRO 4: SUMINISTRO Y COLOCADO DE MATERIAL GRANULAR PARA DRENAJE**

Descripción:

Consiste en la colocación de material permeable que permita la infiltración del agua desde el terreno hasta la tubería, evitando la presencia de sub-presiones hidrostáticas que afecten o deformen la cancha de fútbol.

Especificación:

El material deberá ser colocado en capas, de tal manera que los materiales finos queden en contacto con la arena y los de mayor diámetro con la tubería de drenaje y la base de material granular.

Unidad: m³

Equipo mínimo: herramientas manuales.

Mano de obra mínima: peón, albañil.

Materiales: material granular $\frac{3}{4}$.

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro cúbico, este incluye materiales, mano de obra y transporte.

· **RUBRO 5: TUBERÍA PERFORADA DE PVC PARA DRENAJE D=110MM**

Descripción:

Consiste en la provisión y colocación de la tubería de PVC para drenaje.

Especificación:

La tubería tiene un diámetro de 110mm, este será colocado sobre la cama de arena, según lo establecido en los planos.

Unidad: metro lineal.

Equipo mínimo: herramientas manuales.

Mano de obra mínima: peón, albañil.

Materiales: tubería corrugada PVC perforada de 110mm más accesorios

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro lineal, este incluye materiales, accesorios, mano de obra y transporte.

· RUBRO 6: TUBERÍA PERFORADA DE PVC PARA DRENAJE D=200MM**Descripción:**

Consiste en la provisión y colocación de la tubería de PVC para drenaje.

Especificación:

La tubería tiene un diámetro de 200mm, este será colocado sobre la cama de arena, según lo establecido en los planos.

Unidad: metro lineal.

Equipo mínimo: herramientas manuales.

Mano de obra mínima: peón, albañil.

Materiales: tubería corrugada PVC perforada de 200mm más accesorios

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro lineal, este incluye materiales, accesorios, mano de obra y transporte.

· **RUBRO 7: SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ARENA**

Descripción:

Será situada en la base para la colocación tuberías de drenaje y para nivelar el suelo para una posterior colocación de césped.

Especificación:

Deberá ser colocada para la instalación de tuberías, en el fondo de las excavaciones con un espesor de 2cm, la misma deberá ir compactada para que la tubería no sufra ningún daño. Además, esta será colocada encima de la grava de $\frac{3}{4}$ con un espesor de 5cm, la cual servirá para el drenaje.

Se colocará otra capa de arena de 5cm en toda el área de la cancha con el objetivo de nivelar el suelo de acuerdo a lo establecido en los planos.

Unidad: metro cúbico.

Equipo mínimo: herramientas manuales.

Mano de obra mínima: peón, albañil.

Materiales: arena gruesa y fina

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro cúbico, este incluye materiales, mano de obra y transporte

· **RUBRO 8: COMPACTACIÓN DE LA CANCHA**

Descripción:

Una vez finalizado los drenes, se colocará una capa de arena de 5cm, la cual será tendida mediante motoniveladora de forma uniforme y compactada con rodillo.

Especificación:

El proceso de compactación definido por la fiscalización, será mediante el tendido, hidratación y la compactación de la arena, con la finalidad de tener una superficie nivelada, uniforme para que soporte el peso de la estructura (césped natural o sintético).

Unidad: metro cuadrado.

Equipo mínimo: herramientas manuales, motoniveladora y rodillo.

Mano de obra mínima: peón, operadores.

Materiales: Agua.

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro cuadrado, este incluye materiales, mano de obra, transporte y maquinaria.

· **RUBRO 9: CAJA DE REVISIÓN 60X60CM H=0.7CM CON H.S. 210 KG/CM2**

Descripción:

Estructura que permite el acceso al interior para efectos de limpieza y desalojo del agua en las tuberías del drenaje.

Especificación:

Se procederá a fundir paredes de hormigón de resistencia de 210 kg/cm², sobre una loseta de 10cm y una tapa de 10cm. La profundidad de la caja de revisión será de 70cm, estas estarán ubicadas de acuerdo a lo establecido en el plano.

Unidad: unidad.

Equipo mínimo: herramientas manuales, concretera.

Mano de obra mínima: peón, albañil.

Materiales: cemento, arena gruesa, grava, encofrado

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por cada unidad, este incluye materiales, mano de obra y equipos.

· **RUBRO 10: CESPED SINTÉTICO**

Descripción:

Una vez compactada la superficie (capa de arena) se procederá a colocar el piso sintético, para lo cual se deberá adoptar las especificaciones y recomendaciones del proveedor del césped sintético.

Especificación:

El césped sintético deberá tener las siguientes características:

Uso: Fútbol.

Contenido: U.V. Resistencia 100% PE Hilo Monofilamento.

Tipo: Hilo monofilamento.

Color: Verde Verde.

Título del hilo: 12000 Dtex/8F.

Altura del hilo: 50 (+/- 2% mm)

Total altura del hilo: 52mm (+/- 2% mm)

Indicador de la máquina: ¾ pulgadas.

Puntadas mechonas por metro lineal (ML): 140 densidad/m2: 14700

Hilo de peso (G/m2): 1811 (+/- 5%)

Peso total (G/m2): 3152

Diámetro de agujero para drenaje: 5mm

Agujeros x m2: 50

Ancho de rollo (m): 3.75m

Relleno de instalación primaria: Arena

Relleno de instalación secundaria: Caucho.

Unidad: metro cuadrado.

Equipo mínimo: herramientas manuales, concretera.

Mano de obra mínima: peón, albañil.

Materiales: cemento, arena gruesa, grava, encofrado

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro cuadrado, este incluye suministro, instalación, mano de obra, arena fina, caucho y transporte.

· **RUBRO 11: SEÑALIZACIÓN CON PINTURA DE TRÁFICO**

Descripción:

Este trabajo consiste en el rayado de la cancha de fútbol.

Especificación:

Se utilizará pintura de tráfico color blanco; las líneas se realizarán de acuerdo a los planos con un espesor aproximado de 2cm.

Unidad: metro lineal.

Equipo mínimo: herramientas manuales.

Mano de obra mínima: peón, pintor.

Materiales: pintura de tráfico.

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro lineal, este incluye mano de obra, y equipo.

· **RUBRO 12: MATERIAL ARCILLOSO (SUELO)**

Descripción:

Consiste en tierra negra con bastante absorción de agua.

Especificación:

El contratista proveerá de material arcilloso proveniente de la misma zona.

Unidad: metro cúbico.

Equipo mínimo: herramientas manuales.

Mano de obra mínima: peón, albañil.

Materiales: Material arcilloso (tierra negra).

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro cúbico, este incluye mano de obra, equipo y transporte.

· **RUBRO 13: CÉSPED NATURAL**

Descripción:

Este trabajo consiste en la adquisición e instalación de césped precultivado

Especificación:

El césped natural deberá tener las siguientes características:

Medidas: 2,50 m. x 0,40 m.

Superficie: 1 m².

Espesor: de 2,5 a 3 cm.

Colocación: Se instalación de forma manual.

Peso: Entre 20-22 kg cada rollo de césped.

Unidad: metro cuadrado.

Equipo mínimo: herramientas manuales.

Mano de obra mínima: peón, albañil.

Materiales: Césped natural.

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro cuadrado, este incluye suministro, mano de obra, colocación y transporte.

· **RUBRO 14: CÉSPED NATURAL**

Descripción:

Este trabajo consiste en la adquisición e instalación de césped precultivado

Especificación:

El césped natural deberá tener las siguientes características:

Medidas: 2,50 m. x 0,40 m.

Superficie: 1 m².

Espesor: de 2,5 a 3 cm.

Colocación: Se instalación de forma manual.

Peso: Entre 20-22 kg cada rollo de césped.

Unidad: metro cuadrado.

Equipo mínimo: herramientas manuales.

Mano de obra mínima: peón, albañil.

Materiales: Césped natural.

Medición y forma de pago:

Se pagará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el presupuesto por metro cuadrado, este incluye suministro, mano de obra, colocación y transporte.

.

ANEXO I: FOTOGRAFÍAS CANCHA





