

## **Tanque TK 6 Base de Combustible Puerto de Moa.**

### **Informe Ingeniero - Geológico para Proyecto Técnico Ejecutivo**

#### **INDICE**

| <b>Contenido</b>                                                                   | <b>Página</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Introducción.</b>                                                               | 1             |
| <b>Capítulo I.- Ubicación geográfica y descripción general del lugar.</b>          | 1             |
| <b>Capítulo II.- Trabajos realizados.</b>                                          | 2             |
| II.1.- Trabajos de topografía.                                                     | 2             |
| II.2.- Trabajos de perforación y muestreo.                                         | 2             |
| II.3.- Trabajos de Laboratorio.                                                    | 2             |
| II.4.- Trabajos de geofísica.                                                      | 3             |
| II.5.- Trabajos de gabinete.                                                       | 3             |
| <b>Capítulo III.- Estudio de antecedentes.</b>                                     | 4             |
| <b>Capítulo IV.- Características geológicas de la región.</b>                      | 5             |
| <b>Capítulo V.- Condiciones ingeniero – geológicas e hidrogeológicas del área.</b> | 5             |
| V.1.- Condiciones ingeniero – geológicas.                                          | 5-6           |
| V.2.- Condiciones hidrogeológicas.                                                 | 7             |
| <b>Capítulo VI.- Consideraciones finales.</b>                                      | 7-9           |
| <b>Referencias Bibliográficas.</b>                                                 | 9             |

#### **ANEXOS:**

1. Plano con la ubicación de las calas y perfiles en planta.
2. Perfiles Ingeniero Geológicos
3. Columnas litológicas de las calas.
4. Tarea Técnica de Investigación.

## Introducción.

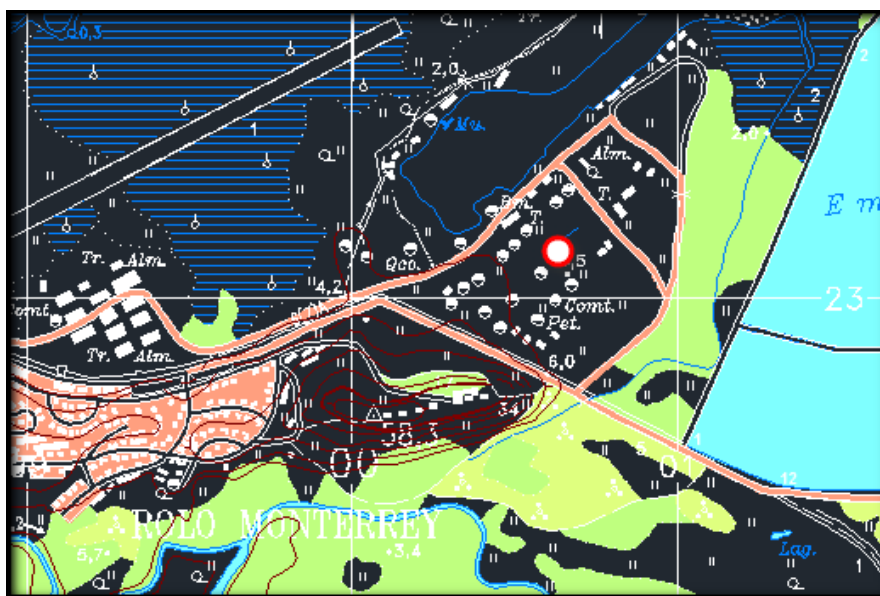
En el presente informe se ofrecen los resultados de la **Investigación Ingeniero Geológica e Hidrogeológica** para la **Etapas de Ingeniería de Detalle** del Tanque TK 6 de la Base de Combustible del Puerto de Moa. El trabajo fue solicitado por Rosa Ivonne Torres Campos, Especialista Principal del Grupo de Inversiones y está amparado por el Contrato 62116719.

Para la elaboración del informe se tuvo en cuenta la Tarea Técnica emitida por el cliente (Anexo No. 1), y la NC 722:2009 (Edificaciones y Obras Civiles. Investigaciones Aplicadas Requisitos de alcance y contenido de la documentación técnica).

El objetivo de esta investigación es evaluar las condiciones ingeniero geológicas e hidrogeológicas del área de emplazamiento de dicha obra para el diseño geotécnico de la cimentación.

## Capítulo I.- Ubicación geográfica y descripción general del lugar.

El área se encuentra ubicada en el Puerto de Moa, al Norte de la Carretera Moa-Baracoa y frente a la elevación Vigía, las coordenadas centrales son: X: 700629.823 y Y-223135.516, (ver anexo 1). El área presenta un relieve llano y desprovisto de vegetación.



 **Figura 1.- Ubicación del área de trabajo. Hoja Cartográfica Moa 527, escala 1:100 000.**

## Capítulo II.- Trabajos realizados.

### II.1.- Trabajos de topografía.

Las actividades topográficas de apoyo a las investigaciones ingeniero geológicas consistieron en el replanteo de 2 puntos para ubicar los laboreos a realizar. Estos trabajos fueron realizados en el terreno por una comisión de topografía de esta entidad (UIC-Holguín).

### II.2.- Trabajos de perforación y muestreo.

Se ejecutaron 2 perforaciones en el área en los extremos del Tanque TK 6 distribuidas de forma equidistante de Sur a Norte y a una profundidad de 19 m cada una. Se empleó el método de percusión y rotación realizándose ensayos in situ de SPT y lográndose un muestreo aceptable. Las calas están a 55 m de distancia una de la otra.

### II.3.- Trabajos de Laboratorio.

Los ensayos de laboratorio se realizaron con el objetivo de determinar las propiedades geotécnicas (físicas y mecánicas) de los suelos, los que se rigieron por las especificaciones de las normas internacionales del grupo ASTM y las cubanas NC correspondientes:

*Tabla 1.- Normas de los ensayos de laboratorio realizados.*

|                                    |                                                                                                                    |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Peso Específico Natural (Densidad) | NC 156: 2002 Geotecnia. Determinación del peso específico natural.                                                 |
| Humedad                            | NC 67: 2000 Geotecnia. Determinación del contenido de humedad de los suelos y rocas en el laboratorio.             |
| Límites de Plasticidad             | NC 58: 2000 Geotecnia. Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos.    |
| Granulometría – Hidrómetro         | NC 20: 1999 Geotecnia. Determinación de la granulometría de los suelos.                                            |
| Peso Específico de los sólidos     | NC 19: 1999 Geotecnia. Determinación del peso específico de los suelos.                                            |
| Cortante directo                   | NC 325:2004 Geotecnia. Determinación de la resistencia al esfuerzo cortante directo.                               |
| Consolidación natural              | ASTM D 2435-04 Método de ensayo estándar para la determinación de las propiedades de consolidación unidimensional. |

## **II.4.- Trabajos de geofísica.**

Para la determinación de la resistividad eléctrica del área se empleó el método geofísico de geoelectricidad.

Se utilizó el resistivímetro francés Syscal Modelo R1 Plus con dos canales de medición simultánea, de corriente alterna de baja frecuencia, fabricado por la compañía **Iris-Instruments**.

## **II.5.- Trabajos de gabinete.**

Los trabajos de gabinete se fundamentaron en la interpretación y correlación de los resultados de los trabajos de campo realizados en el presente estudio y finalmente en la elaboración del informe ingeniero geológico, utilizándose y aplicando diferentes normas, instructivos y programas de computación, entre los que pueden mencionarse los siguientes:

- Norma Cubana NC 54-269: 1984: Procedimiento para la ejecución de las Etapas de las Investigaciones Ingeniero Geológicas en Edificaciones.
- Propuesta de norma para el diseño de cimentaciones superficiales. UCLV. 2002.
- Norma Cubana NC 722:2009 Investigaciones ingenieras aplicadas. Requisitos de alcance y contenido de la documentación técnica.
- NC 61: 2000 Geotecnia. Identificación y descripción de los suelos (examen visual y ensayos manuales simples).
- Paquete de Office 2010, AUTOCAD, SURFER 8.0, 10.0 y 15.0.

## **Capítulo III.- Estudio de antecedentes.**

- IIG para Tanque Combustible FUELL en Puerto de Moa, 2011. Ing. José Raúl Madrigal.
- IIG para Camino Minero, FENSA, 2012. Ing. José Raúl Madrigal.
- Levantamiento geológico de la Brigada Cubano-Húngara (1971-1976), cuyos resultados se publicaron en el libro Contribución a la Geología de Cuba Oriental, estudio regional que aporta información general sobre las Formaciones Geológicas presentes en el área de estudio, así como las diferentes litologías que las componen.

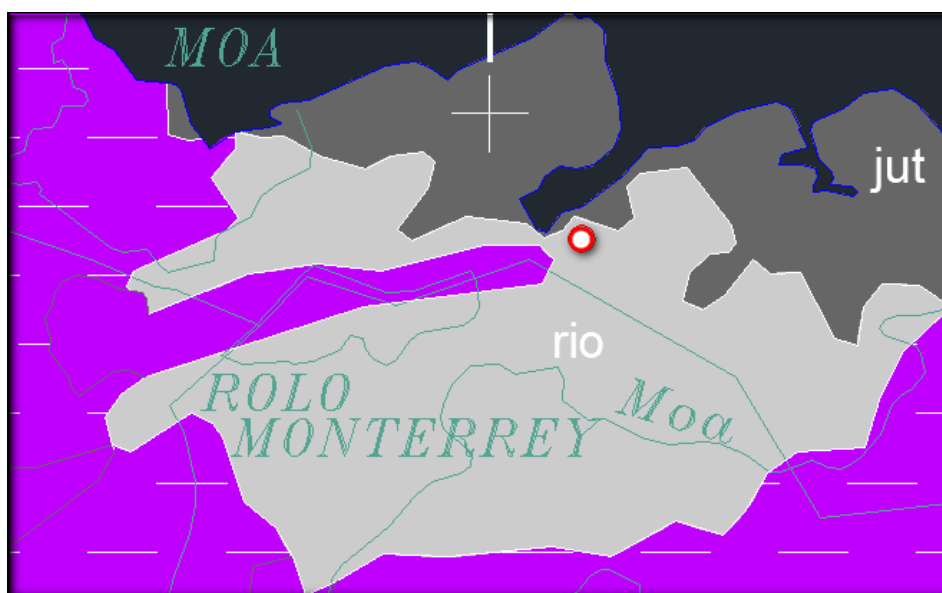
## **Capítulo IV.- Características geológicas de la región.**

Desde el punto de vista regional el área investigada tiene que ver con dos Formaciones Geológicas bien definidas las cuales se describen a continuación:

**Formación Río:** Constituida por bloques, cantos rodados, gravas, arenas, aleurolitas y arcillas derivadas de la erosión fluvial y regional, se caracteriza por el redondeo de sus fragmentos. La estratificación generalmente es cruzada y lenticular, típica de las terrazas y del acarreo fluvial.

**Formación Jutía:** Constituida por sedimentos no consolidados, friables y fragmentarios como aleurolita calcárea y órgano-detritica, arena margosa y arcillosa, a veces con gravas pequeñas de color castaño grisáceo. En las partes lagunares se observan capas y lentes de turba.

También aparecen depósitos de suelos lateríticos superficiales.



 **Figura 3.- Mapa geológico regional del área de estudio a escala 1:100 000**

## **Capítulo V.- Condiciones ingeniero – geológicas e hidrogeológicas del área.**

### **V.1.- Condiciones ingeniero – geológicas.**

El corte ingeniero geológico presente en el área de estudio está constituido por las litologías que se describen en el capítulo anterior. A continuación se detalla el corte por capas o elementos ingeniero geológicos:

- Plataforma de relleno tecnificado conformada por suelos lateríticos de color rojizo, su espesor es de 0.50m.
- Plataforma de relleno tecnificado conformado por suelos de origen serpentinitico, de color azul verdoso y composición gravo arenosa, saturada. Subyace a la plataforma laterítica y su potencia oscila entre 1.7m y 2.25m.

**Capa 1:** Cieno de color negro a azul oscuro de composición arcillo limo arenosa, plástico, muy húmedo, de consistencia muy blanda. Según la Norma Cubana NC 59:2000 clasifican como un suelo

MH (limo plástico con arena). Esta Capa presenta espesores que oscilan de 2.6 m hasta 3.45 m, (ver columnas y perfiles en anexos 2 y 3). A continuación se ofrecen las tablas con las propiedades físicas y mecánicas de esta material.

*Tabla 2.- Propiedades físicas de la Capa 1.*

| Granulometría (%)       |       |        | Límites (%) |    |    | G <sub>s</sub>    | W   | (Y <sub>f</sub> ) | (Y <sub>d</sub> ) | e    | S   |
|-------------------------|-------|--------|-------------|----|----|-------------------|-----|-------------------|-------------------|------|-----|
| Finos<br>(Arcilla+Limo) | Arena | Gravas | LL          | LP | IP | KN/m <sup>3</sup> | (%) | KN/m <sup>3</sup> | KN/m <sup>3</sup> | -    | (%) |
| 75                      | 21    | 4      | 73          | 45 | 28 | 26.8              | 61  | 16.0              | 9.93              | 1.70 | 97  |

*Tabla 3.- Propiedades mecánicas de la Capa 1.*

| Cortante Directo |       | Módulo de Deformación | Coeficiente de Poisson (μ) |
|------------------|-------|-----------------------|----------------------------|
| C (KPa)          | Φ (°) | E(KPa)                |                            |
| 10               | 5     | 4000                  | 0,30                       |

| Módulo de Balasto para placas de 30 (K <sub>30</sub> ) según Terzaghi |
|-----------------------------------------------------------------------|
| 0.8 kP/cm <sup>3</sup>                                                |

| Resistividad eléctrica de la Capa 1 |
|-------------------------------------|
| 10-20 ohm - metro                   |

**Capa 2:** Suelo de origen aluvial y de color verde amarillento, de composición areno limosa con gravas, las gravas redondeadas, de color azul y de hasta 5 cm de diámetro, de baja plasticidad, muy húmedo. Según la Norma Cubana NC 59:2000 clasifican como un suelo SM (arena limosa con gravas). Esta Capa presenta espesores de 1.30 m hasta 1.60 m, (ver columnas y perfiles en anexos 2 y 3). A continuación se ofrecen las tablas con las propiedades físicas y mecánicas de esta material.

*Tabla 4.- Propiedades físicas de la Capa 2.*

| Granulometría (%)       |       |        | Límites (%) |    |    | G <sub>s</sub>    | W   | (Y <sub>f</sub> ) | (Y <sub>d</sub> ) | e    | S   |
|-------------------------|-------|--------|-------------|----|----|-------------------|-----|-------------------|-------------------|------|-----|
| Finos<br>(Arcilla+Limo) | Arena | Gravas | LL          | LP | IP | KN/m <sup>3</sup> | (%) | KN/m <sup>3</sup> | KN/m <sup>3</sup> | -    | (%) |
| 20                      | 43    | 37     | 54          | 49 | 15 | 26.5              | 33  | 20.61             | 15.5              | 0.70 | 100 |

Tabla 5.- Propiedades mecánicas de la Capa 2.

| Cortante Directo |                       | Módulo de Deformación | Coeficiente de Poisson ( $\mu$ ) |
|------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| C (KPa)          | $\Phi$ ( $^{\circ}$ ) | E(KPa)                |                                  |
| 30               | 28                    | 7 400                 | 0,35                             |

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| Módulo de Balasto para placas de 30 (K30) según Terzaghi |
| 9 kP/cm3                                                 |

|                                     |
|-------------------------------------|
| Resistividad eléctrica de la Capa 2 |
| 150 ohm - metro                     |

**Capa 3:** Suelo de origen marino sedimentario de composición areno limosa y escasas gravas, de color carmelito amarillento, húmedo, de baja plasticidad, de compacidad media a densa. Esta capa subyace a la capa 2 hasta la profundidad de investigación. Según la Norma Cubana NC 59:2000 clasifican como un suelo SM (arena limosa).

Tabla 6.- Propiedades físicas de la Capa 3.

| Granulometría (%)       |       |        | Límites (%) |    |    | Gs                | W    | ( $\gamma_f$ )    | ( $\gamma_d$ )    | e    | S   |
|-------------------------|-------|--------|-------------|----|----|-------------------|------|-------------------|-------------------|------|-----|
| Finos<br>(Arcilla+Limo) | Arena | Gravas | LL          | LP | IP | KN/m <sup>3</sup> | (%)  | KN/m <sup>3</sup> | KN/m <sup>3</sup> | -    | (%) |
| 49                      | 43    | 8      | 50          | 37 | 12 | 26.6              | 27.1 | 20.58             | 16.21             | 0.64 | 99  |

Tabla 7.- Propiedades mecánicas de la Capa 3.

| Cortante Directo |                       | Módulo de Deformación | Coeficiente de Poisson ( $\mu$ ) |
|------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| C (KPa)          | $\Phi$ ( $^{\circ}$ ) | E(KPa)                |                                  |
| 25               | 35                    | 30 000                | 0,33                             |

|                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|
| Módulo de Balasto para placas de 30 (K <sub>30</sub> ) según Terzaghi |
| 18 kP/cm3                                                             |

|                                     |
|-------------------------------------|
| Resistividad eléctrica de la Capa 2 |
| 80-100 ohm - metro                  |

## V.2.- Condiciones hidrogeológicas.

El nivel de las aguas freáticas se detectó en las 2 calas realizadas a profundidades muy superficiales (0.8m y 1.22m), evidentemente tiene que ver con el nivel del mar y oscila con las mareas y producto a esto, mantiene los elementos ingeniero geológicos investigados en condiciones de saturación, lo que los convierte en capas desfavorables para la cimentación.

## Capítulo VI.- Consideraciones finales.

1. Producto de la complejidad hidrogeológica del área investigada y la mala calidad de los suelos detectados en esta, la zona se considera desfavorable para la cimentación.
2. Desde el punto de vista regional el área investigada tiene que ver con dos Formaciones Geológicas bien definidas las cuales se describen a continuación:

**Formación Río:** Constituida por bloques, cantos rodados, gravas, arenas, aleurolitas y arcillas derivadas de la erosión fluvial y regional, se caracteriza por el redondeo de sus fragmentos. La estratificación generalmente es cruzada y lenticular, típica de las terrazas y del acarreo fluvial.

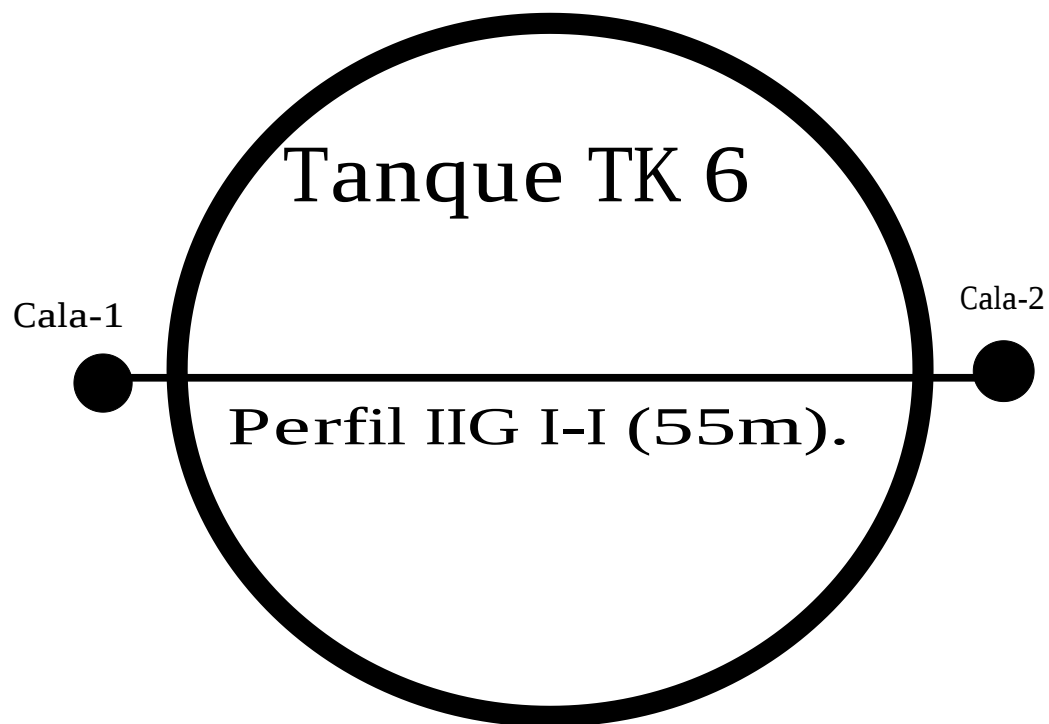
**Formación Jutía:** Constituida por sedimentos no consolidados, friables y fragmentarios como aleurolita calcárea y órgano-detrítica, arena margosa y arcillosa, a veces con gravas pequeñas de color castaño grisáceo. En las partes lagunares se observan capas y lentes de turba. También aparecen depósitos de suelos lateríticos superficiales.

3. El corte ingeniero geológico del área de estudio está representado por 3 capas o elementos ingeniero geológicos los cuales detallamos a continuación:
  - **Capa 1:** Cieno de color negro a azul oscuro de composición arcillo limo arenosa, plástico, muy húmedo, de consistencia muy blanda. Según la Norma Cubana NC 59:2000 clasifican como un suelo MH (limo plástico con arena). Esta Capa presenta espesores que oscilan de 2.6 m hasta 3.45 m, (ver columnas y perfiles en anexos 2 y 3).
  - **Capa 2:** Suelo de origen aluvial y de color verde amarillento, de composición areno limosa con gravas, las gravas redondeadas, de color azul y de hasta 5 cm de diámetro, de baja plasticidad, muy húmedo, de baja compacidad. Según la Norma Cubana NC 59:2000 clasifican como un suelo SM (arena limosa con gravas). Esta Capa presenta espesores de 1.30 m hasta 1.60 m, (ver columnas y perfiles en anexos 2 y 3).

- **Capa 3:** Suelo de origen marino sedimentario de composición areno limosa y escasas gravas, de color carmelita amarillento, húmedo, de baja plasticidad, de compacidad media a densa. Esta capa subyace a la capa 2 hasta la profundidad de investigación. Según la Norma Cubana NC 59:2000 clasifican como un suelo SM (arena limosa).
4. El nivel de las aguas freáticas se detectó en las 2 calas realizadas a profundidades muy superficiales (0.8m y 1.22m), evidentemente tiene que ver con el nivel del mar y oscila con las mareas y producto a esto mantiene los estratos ingeniero geológicos investigados en condiciones de saturación, lo que los convierte en capas desfavorables para la cimentación.
  5. **Se descarta la cimentación superficial sobre las capas 1 y 2 debido sus malas condiciones ingeniero geológicas e hidrogeológicas.**
  6. **Se recomienda la cimentación indirecta (pilotes) en la capa 3, tomando como profundidad de apoyo de la punta de los pilotes los 11 metros, (ver SPT en Columnas Litológicas).**
  7. Desde el punto de vista químico las aguas clasifican como bicarbonatadas, magnésico cálcicas o sódicas, neutras y duras. No presentan ningún tipo de agresividad.
  8. En el capítulo V del informe se ofrecen los datos necesarios para los cálculos del diseño geotécnico.
  9. Realizar el diseño geotécnico de las cimentaciones partiendo de las solicitudes de las obras y las propiedades físico - mecánicas del suelo y roca que servirá de base a las mismas.
  10. De presentarse algún problema inesperado durante la excavación de los cimientos contactar de inmediato con los especialistas de la ENIA (INVECONS) de la UIC Holguín.

## Referencias Bibliográficas.

1. Levantamiento geológico de la Brigada Cubano-Húngara (1971-1976), cuyos resultados se publicaron en el libro Contribución a la Geología de Cuba Oriental, estudio regional que aporta información general sobre las Formaciones Geológicas presentes en el área de estudio, así como las diferentes litologías que las componen.
2. A.C.C. Instituto de Geología y Paleontología. Mapa geológico de Cuba a escala 1: 100 000 (Edición actualizada).
3. NC 59: 2000. Geotecnia. Clasificación Geotécnica de los suelos.
4. Facultad de Construcciones UCLV. Propuesta de Norma para el diseño Geotécnico de Cimentaciones Superficiales.2002.



|                                                                                      |                                                            |                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | OBRA: IIG Tanque TK 6 Base de Combustible.Moa.             | FECHA: 15/10/19 |  |
|                                                                                      | PLANO: Croquis con la ubicacion de calas y perfil IIG I-I. | ESCALA:         |                                                                                       |
|                                                                                      | AUTOR: Jose Raul Madrigal Valdivia                         | ANEXO No.1      |                                                                                       |

# L E Y E N D A



- Plataforma de laterita.



- Plataforma de serpentinita.



- Cieno de color negro a azul oscuro de composición arcillo limo arenosa, plástico, muy húmedo, de consistencia muy blanda. Suelo MH.



- Suelo de origen aluvial y de color verde amarillento, de composición areno limosa con gravas, de baja compactad. Suelo SM.



- Suelo de origen marino sedimentario de composición areno limosa y escasas gravas, de color carmelito amarillento, húmedo, de baja plasticidad, de compactad media a densa. Suelo SM.

C-1 - Cala con su numero



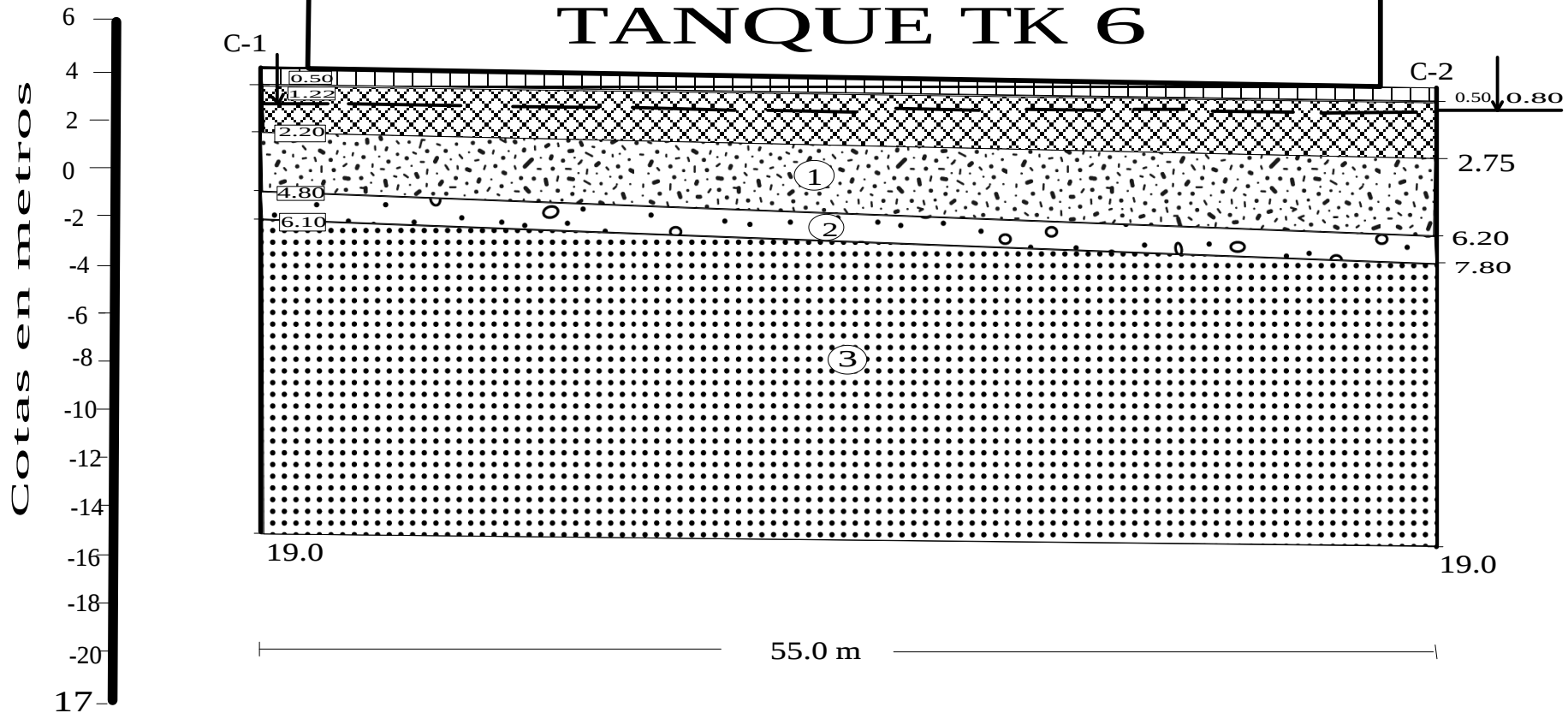
2.9 - Intercepto de profundidad

0.80 - Profundidad del manto freatico

19.0 - Profundidad de la cala

## Perfil IG I-I

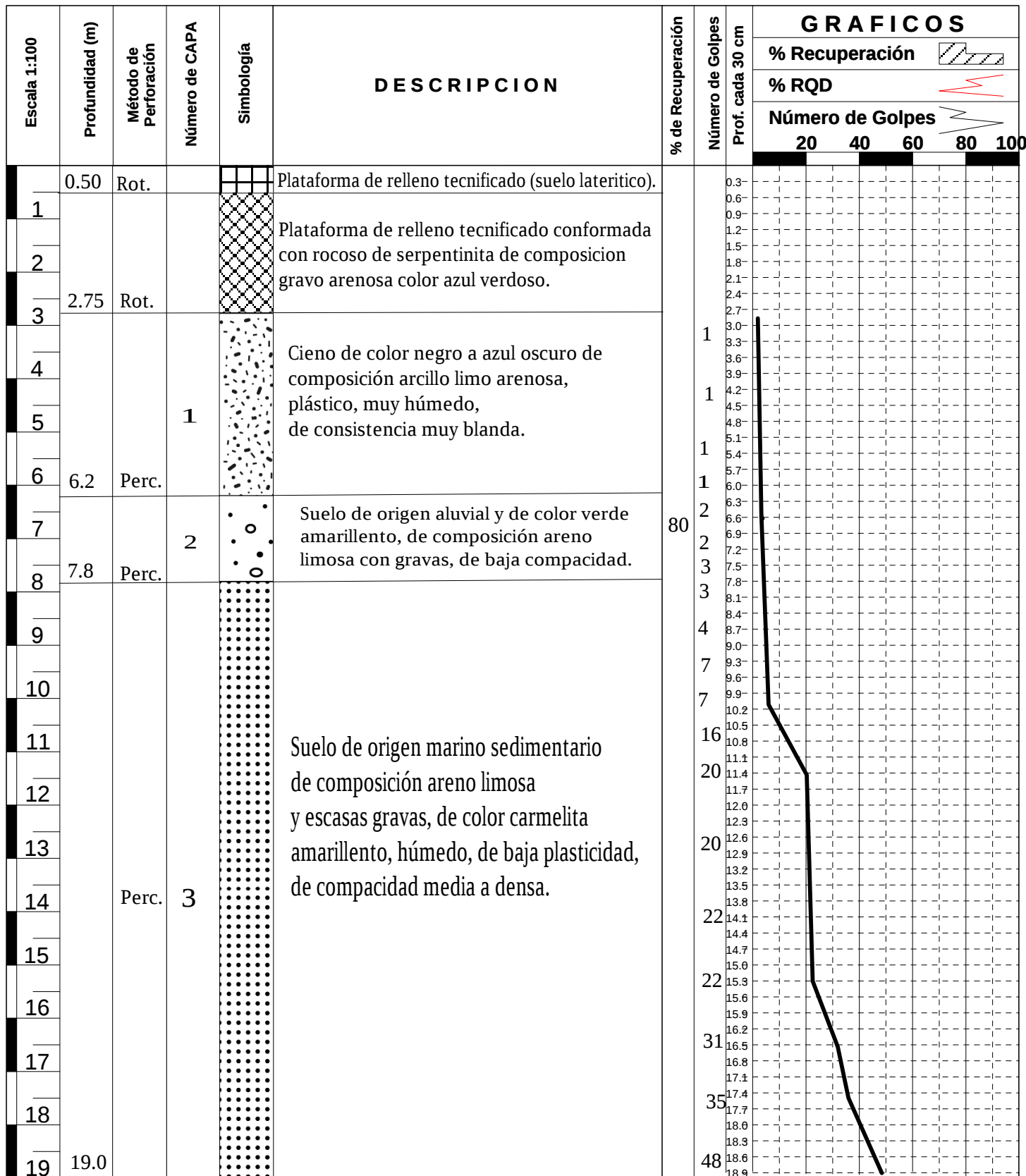
### TANQUE TK 6



|                                                                                      |                                                |                             |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | OBRA: IIG Tanque TK 6 Base de Combustible.Moa. | FECHA: 15/10/19             |  |
|                                                                                      | PLANO: Perfil Ingeniero - Geológico I-I.       | ESCALA:<br>H:1:1000 V:1:100 |                                                                                       |
|                                                                                      | AUTOR: Jose Raul Madrigal Valdivia             | ANEXO No.2                  |                                                                                       |



|                                                             |                                               |  |                                    |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|------------------------------------|
| OBRA: IIG para Tanque 06 Base de Combustible Puerto de Moa. |                                               |  | Fecha de perforación: 17/09/19     |
| CALA: 2                                                     | COORDENADAS: X:700686.035 Y:223143.472 Z:3.57 |  | Prof. del Nivel Freático (m): 0.80 |
| Profundidad Total (m): 19                                   |                                               |  | Cota del Nivel Freático (m): 3.77  |



## **TAREA TECNICA PARA REPARACION DE TK DE COMBUTIBLE REPARACION TK-06 DE FUEL OIL.**

### **1. Introducción y Antecedentes:**

El Tanque 6 ( TK-06) de La Base de Combustible , es un depósito de combustible de 20 000 m<sup>3</sup>, para almacenar Fuel Oil , pertenece a la Empresa Puerto Moa, y se subordina a la UEB de Recepción y Suministro, es el objeto principal dentro de esta tarea técnica, cuyo fin es plasmar en un Proyecto el proceso de reparación de este tanque, cuyas condiciones actuales le impiden hoy almacenar el producto con la mayor fiabilidad y seguridad posible , debido al grado de deterioro producto de más de 25 años de explotación de manera ininterrumpida.

La Base diseñada para prestar servicio de almacenaje de Fuel Oil y crudo a CUPET, y almacenaje y suministro de estos productos hacia la Che Guevara y solo fuel oil a la Pedro Sotto Alba, y almacenaje de reservas a PDVSA y al Estado Cubano, pertenecía a la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, y la misma cuenta con una capacidad total de 115 000 m<sup>3</sup>, con 5 Tk de 20 000 m<sup>3</sup>, uno de 15 000 m<sup>3</sup>, un tanque de desplazamiento de 2000 m<sup>3</sup> para las operaciones internas de la Base y la descarga de tanqueros, cuenta con una casa bomba con una bomba de recirculación y 4 para el suministro de Fuel Oil y crudo hacia la fábrica Che Guevara y Fuel Oil hacia la Pedro Sotto Alba, se poseen tres calentadores de línea y un sistema contra incendio que necesita modernizarse y ampliar sus capacidades, con 2 depósitos de agua de 700 m<sup>3</sup> , una casa bomba para el SCI con 2 bomba para agua de 300 m<sup>3</sup>/h y , 2 para el sistema de espuma, cuyo liquido espumógeno se deposita en dos balsas de 200 m<sup>3</sup> cada una. La base está diseñada para recibir sus productos desde el Oleoducto de Campo de Boyas de 3 715 m , con 1000 m de una línea submarina de 24 " , a partir de tierra, 2 líneas de 20 " y desde el Muelle 1 , y a través de estos oleoductos servir a Campo de Boyas y Muelle 1 para realizarse los posibles cabotajes.

La Base de Combustible está vinculada a un fuerte proceso inversionista, derivado del montaje de los Grupos Electrógenos de Fuel Oil , para la generación de energía eléctrica en el municipio de Moa y aporte al SEN , perteneciente a la Unión Eléctrica , cuyas obras inducidas de construcción y montaje de tanque de Fuel Oil, Planta de Tratamiento de residuales y Sistema Contra Incendio , mejorarán las condiciones operacionales de la actual Base de Combustible , a la cual pertenecerán.

Hoy la situación operacional de la base necesita llevar a efecto el proceso de reparación de los TK-02, TK-01 y TK-06, todos de una capacidad de 20 000 m<sup>3</sup>, los cuales presentan dificultades para almacenar y prestar a través de ellos un servicio seguro hacia las productoras de níquel, el primero de ellos, sometido a este programa de reparación, será el TK-02.

Tenemos ya una limitación de la capacidad operacional de la base reducida a 95 000 m<sup>3</sup>, debido a tener fuera de servicio el TK-02, conociéndose además la situación existentes en los TK-01 y TK-06. Solo se han reparado mediante proceso de Reparación Capital los tanques TK-3, TK-04 y TK-05.

### **2. Objetivos del Proyecto:**

El Proyecto de Reparación Capital del TK-03, tiene como objetivo realizar las descripciones de los trabajos de Mantenimiento, Seguridad y Medio Ambiente para restablecerse y modernizarse el estado técnico del TK, y lograr con la ejecución de la reparación la eliminación de todas aquellas deficiencias que hoy presenta este depósito y que han sido señaladas por organismos rectores, tales como MININT (Cuerpo de Bomberos), Auditorías Técnicas Internas y externas y otras, que son violadoras de las normas, lográndose entregar al operador un depósito fiable,

eficiente, eficaz y técnicamente apto, según las normas para la prestación segura de sus servicios, sin ocasionar daños al Medio Ambiente y con la adecuada protección del capital humano.

### 3. Alcance del Proyecto:

1. Desmontaje fondo y paredes internas del TK, Área de la base del TK = 1637.24 m<sup>2</sup>
2. Sustitución de cuatro Cámaras de espumas modelo 25-CE-125 de 2000 L/min., con sus plataformas y barandas y escaleras de acceso desde la cubierta del TK, ubicada a 90° entre ellas y cada uno de sus centros en el eje longitudinal del anillo de enfriamiento superior, aprovechando 4 de las aberturas de las anteriores cámaras de espumas.
3. Desmontaje de la cubierta del TK (cúpula).
4. Reparación de la escalera del TK.
5. Sustitución de 2 anillos de enfriamiento de diámetro entre 3" y 4" con 124 boquillas rociadoras 180 K 21 cada uno, con nudo roscado de 1/2". (Total TK: 248 boquillas y 248 nudos de 1/2"), un anillo ubicado sobre soportaría en el borde superior de Tk, alrededor de 30-40 cm por debajo del nivel del borde superior de la pared del TK y el otro sobre soportaría a la mitad de la altura de la pared del TK, a los 5.96 m.
6. Sustitución de 145 m de barandas en el borde inferior del techo del Tk, con una altura de 1,20 m y rodapiés.
7. Sustitución de los 5 calentadores interiores del TK, reparación de fallas, introducirles mejoras técnicas de forma tal que sean duraderos a los golpes de ariete, ejecución de prueba hidráulica y de presión a 7 Kgf/cm<sup>2</sup>. (Cambiar por Calentadores de boca 1 U)
8. Sustitución de todas las válvulas del TK.
9. Sustitución de la automática del TK: Sensores para el monitoreo de la temperatura y nivel del Tk (sistema radar 6 U).
10. Demolición del cimient, estudio de suelo y topografía, hacer el cimient nuevo.
11. Rehabilitación de la canalización, anillos interiores del cubeto y los exteriores del cubeto.
12. Rehabilitación de las líneas de vapor y petróleo.
13. Sustitución de la insolación en las líneas de vapor.

### 4. Requerimientos técnicos para el desarrollo del Proyecto:

1. Operaciones dejará el TK en condiciones óptimas para iniciar los trabajos de apertura del TK y la ejecución de los trabajos de limpieza, los cuales son los más engorrosos, durante el vaciado se abrirán los registros, para que el TK vaya ventilándose y evacuando gases, se verterá al anillo de canalización y luego se bombeará el producto al TK de desplazamiento TK 6 A, hasta llegarse al límite de que no se le pueda extraer más productos al Tk, o sea el TK quedará en el fondaje.
2. Al quedarse con el fondaje el Tk (**Estimado en 391.75 m<sup>3</sup>**) y libre de gases determinado por una acertada medición de gases en múltiples puntos, abajo y arriba y en todo su perímetro, que certifique el nivel existente en el TK y que no existan peligros de inflamación se procederá a la apertura del TK, introduciendo en la zona de corte suficiente espuma en el interior del TK para que no ocurra la combustión e inflamación del producto o gases.
3. La limpieza del fondaje del TK se realizará tomándose las medidas correspondientes para que este producto no se vierta en el anillo de la canalización, pues de ocurrir esto tupiría la misma y se producirían estancamiento de agua y producto con la consecuente contaminación al medio ambiente, como tampoco se romperá el anillo para sacar el fondaje del interior del TK. Para realizar esta tarea se podrán hacer muros de bloque que protejan al anillo y ranflas para viabilizar el fondaje hacia el exterior del TK.
4. Como parte de este proyecto la política de medio Ambiente propondrá el tratamiento a seguir con el fondaje.
5. La Política de Gestión del Capital Humano será la encargada en este proyecto de determinar las acciones y el cumplimiento de las mismas para la protección del Hombre.

6. Se confeccionará un Cronograma que incluya todas las tareas y se controlará en nivel de avance de las ejecuciones a través del mismo.
7. Los diagnósticos de medición de espesores y defectoscopia a color de las soldaduras, así como la prueba hidráulica y de presión hidrostática tanto del recipiente como al calentador de boca serán certificados y entregados al Operador.
8. Se realizará informe conclusivo del Cumplimiento del proyecto, **“Informe de entrega y liquidación del Proyecto TK-06”**.

#### **Datos Generales del TK-06:**

- Diámetro nominal: 45.669 m
- Altura Nominal: 11.920 m
- Altura Total de medición: 13.721 m
- Altura Total de la pared del TK : 11.920 m
- Altura del punto de profundidad respecto a la pared del TK : 0.000 m
- Altura máxima de llenado: 10.715 m
- Distancia del Punto de profundidad respecto a la pared del TK: 5.240 m
- Producto en el TK en servicio: Fuel Oil.
- Densidad del Producto en servicio: 989.0 Kg/m<sup>3</sup>
- Tipo de techo: Fijo
- Tipo de Fondo: Plano.
- Cantidad de Rolos : 8
- Temperatura de la pared del TK: 31 °C

Es conveniente por operarse en la base de Combustible del Puerto Moa con dos productos: Fuel Oil y Crudo, preparar en la reparación del TK -06 las condiciones para la operación del Crudo , el cual tiene las siguientes características:

#### **Características del petróleo.**

- |                                                |                                        |
|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. Combustible Pesado                          | 2. Crudo Mejorado 1400 cSt             |
| 3. Valor calórico Inferior                     | 4. 9000 – 9208 cal/kg.                 |
| 5. Masa promedio 60 °F (15.5 °C )              | 6. 0,9881 – 0,9944 kg/ dm <sup>3</sup> |
| 7. Azufre                                      | 8. 6.33 – 8.0 % hm.                    |
| 9. Hidrogeno                                   | 10. 9,64 – 10,27 % hm.                 |
| 11. Carbono                                    | 12. 79,70 – 80,95 % hm.                |
| 13. Ceniza                                     | 14. 0.044 – 0,076 %hm. (0.10 max.)     |
| 15. Agua                                       | 16. 1,6 – 2,0 % hm.                    |
| 17. Vanadio                                    | 18. 64 - 86 ppm                        |
| 19. Níquel                                     | 20. 30 – 48 ppm                        |
| 21. Conradson                                  | 22. 10,55 – 13,34 % hm.                |
| 23. Sales                                      | 24. 310 – 462 ppm                      |
| 25. Asfáltenos                                 | 26. 17,3 - 19,75 % hm.                 |
| 27. Viscosidad a 50 °C                         | 28. 859 – 1484 cSt                     |
| 29. Viscosidad a 80 °C                         | 30. 133 - 213 cSt                      |
| 31. Punto de inflamación en recipiente abierto | 32. 40 °C                              |

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| 33. Punto de inflamación        | 34. Ambiente  |
| 35. Densidad 15 °C API          | 36. 9994 máx. |
| 37. Gravedad Específica         | 38. 10 min.   |
| 39. Punto de rocío °C           | 40. 0.15 máx. |
| 41. Sedimentos % Wt             | 42. 280 máx.  |
| 43. Sodio p.p.m                 | 44. 150 máx.  |
| 45. Vanadio p.p.m               | 46. 18 máx.   |
| 47. Agua por destilación % Wt   | 48. 2.0 máx.  |
| 49. Valor Calórico neto Kcal/Kg | 50. 9200 min. |

## **5. Valoración económica del Proyecto.**

### **5.1. Costo de operación.**

### **5.2. Costo de mantenimiento.**

### **5.3. Ingresos, Producción.**

### **5.4. Costo estimado del Proyecto,**

### **5.5. Amortización y depreciación.**