


	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>1 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

### ÍNDICE DE REVISIONES



Fecha	Revisión	Observaciones
06-Sep-2022	A	Para Comentarios del Cliente.
25-Nov-2022	0	Para Construcción.

Victor Perez Ing. Proyectos	William Montero Gerente de Proyecto	Juan Carlos Ferrufino Gerente de Ingeniería
<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR</b>	<b>APROBADO POR</b>

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>2 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

## ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCION	3
2.	OBJETIVO	3
3.	ÁREA DE ESTUDIO	4
4.	CONSIDERACIONES GEOLOGICAS Y ESTRATIGRAFICAS	6
5.	EQUIPO DE ENSAYO	9
6.	METODO DE TRABAJO	10
6.1.	TRABAJO DE CAMPO	10
6.1.1.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR	10
6.1.2.	TRABAJO DE LABORATORIO	11
6.1.3.	TRABAJO DE GABINETE	11
6.1.4.	CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	11
6.1.5.	FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A UNA FALLA POR CORTE	13
7.	RESULTADOS DE ENSAYOS DE SPT	14
8.	NIVEL FREÁTICO Y NIVEL ESTÁTICO	15
9.	CONCLUSIONES	16
9.1.	CONCLUSIONES DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)	16
10.	RECOMENDACIONES	17
10.1.	RECOMENDACIONES PARA LA TRAMPA RECEPTORA	17
10.2.	RECOMENDACIONES PARA EDIFICACIONES MENORES	19

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>3 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

## 1. INTRODUCCION

GAS TRANSBOLIVIANO (GTB) Transportadora de gas hacia el vecino País del Brasil, identifico, en el Plan Estratégico de YPFB 2022-2026, el requerimiento de suministro de Gas Natural para alimentar la futura Planta Siderúrgica del Mutún (ESM), para lo cual GTB definirá una capacidad de transporte del Gas a ser provisto por YPFB (Cargador).

Para proveer el Volumen de Gas a ESM, desde las instalaciones de GTB, se requiere definir:

- Ubicación del Punto de conexionado (TIE IN) en las Instalaciones superficiales de la Estación de Medición Mutún de GTB.
- Diseñar un Puente de Medición de Transferencia de Custodia, con varios ramales para cubrir la demanda inicial y las proyecciones de aumento de consumo ante una ampliación de la Planta de ESM.
- Diseñar un ducto de interconexión, para conectar el Puente de Medición y el futuro gasoducto, que transportara gas a la Planta Siderúrgica Mutún de ESM.

Para el inicio de las actividades de ingeniería de acuerdo a los requerimientos se realizó actividades de campo como el estudio geotécnico.

## 2. OBJETIVO

El estudio geotécnico se constituye como un componente básico del proyecto, determina los siguientes objetivos principales:

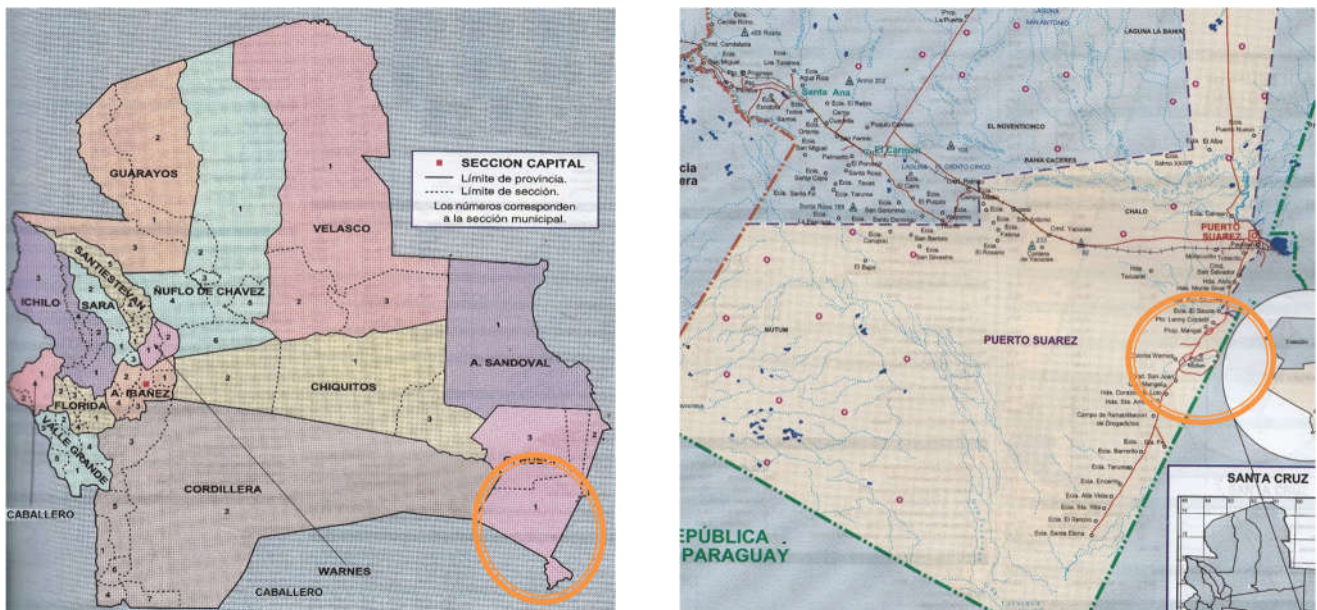
- Reconocimiento del entorno sedimentario del área y sus características físicas.
- Estudio geotécnico para la determinación de los correspondientes parámetros referidos especialmente a la resistencia al corte y tensión admisible del suelo de fundación.
- Distribución y clasificación de materiales (Suelos), no solamente en superficie, sino también en profundidad, hasta los límites establecidos en el alcance de cada pozo de 8 m.

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>“SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN”</b>	HOJA: <b>4 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

### 3. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está ubicado en la comunidad El Mutún, Municipio Puerto Suarez, 1º Sección, Provincia German Busch, Zona Sur-Este de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. (Fig. 1).

**Figura 1:** Ubicación área de estudio



De acuerdo con los requerimientos del proyecto se utilizó un GPS marca Garmin Vista para la ubicación de los Sondeos. A continuación, se muestra un detalle de las ubicaciones de los sondeos (Figura 2).

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>5 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

**Figura 2:** Ubicación de los puntos de estudio de SPT



A continuación, se muestra las coordenadas de los estudios (sistema WGS-84, huso 20) del lugar.

**Tabla 1:** Ubicación de las coordenadas de los SPT

ENSAYOS EN COORDENADAS UTM, METROS, WGS-84, Zona 20					
Nº	Coordenadas				Observaciones
	20K	UTM	Progresiva	Elevación	
SPT-03	413392,00	7887051,00	0 + 000	164,00 msnm	
SPT-04	413385,00	7887033,00	0 + 000	162,00 msnm	

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>6 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

#### 4. CONSIDERACIONES GEOLOGICAS Y ESTRATIGRAFICAS

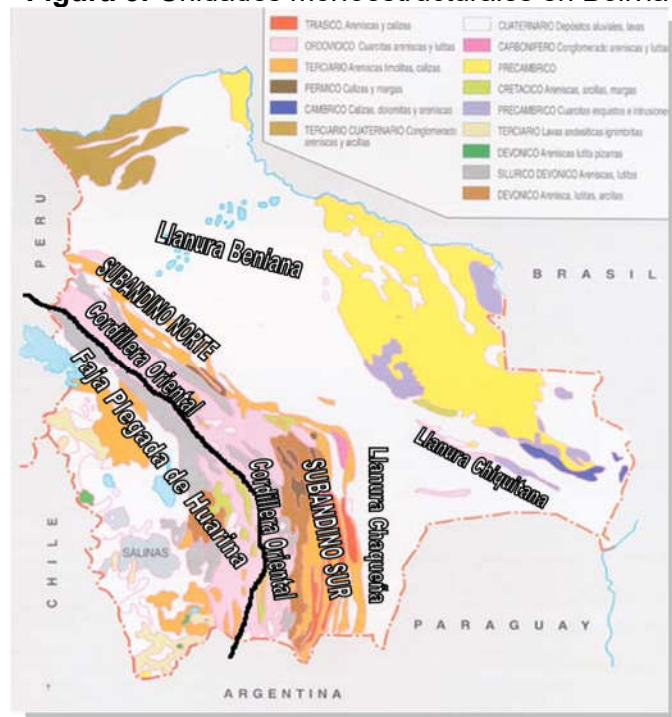
Esta sección del presente estudio geotécnico tiene como objetivo principal el de mostrar los diferentes tipos de Suelos por el examen tactivisual que se encontrarán en el desarrollo del presente estudio se obtuvo información de los compendios de YPFB y GEOBOL de los estudios realizados por la zona, se recomienda que para un mejor estudio o una mejor interpretación se ajuste a hojas Geológicas y topográficas dadas por la Carta nacional compiladas por el Instituto Geográfico Militar de ser necesario.

Regionalmente el área estudiada desde el punto de vista geomorfológico pertenece a dos unidades Morfo estructurales determinadas como:

- Escudo precámbrico
- Llanura Chaco Beniana

En base a la investigación y descripción geológica se pudo evidenciar dos unidades diferenciadas.

**Figura 3: Unidades morfoestructurales en Bolivia**





	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>7 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

La primera unidad, determinada como el escudo brasileño, presenta como una superficie más o menos plana, ligeramente ondulada, cuya máxima elevación alcanza cerca de la localidad de Concepción (en el departamento de Santa Cruz).



Desde este sector y hacia el Sur Este decrece en altitud hasta perderse por debajo de los sedimentos aluvionales que constituyen la Llanura chaco Beniana. Litológicamente este basamento está constituido por rocas cristalinas muy antiguas de origen ígneo y metamórfico de edad precámbrica erosionado por diferentes factores, hasta formar una Peneplanicie (antigua superficie plana).

La segunda unidad conocida como Llanura Chaco Beniana cubre todo a parcialmente el basamento cristalino y se caracteriza por una ausencia casi total de relieve formada por materiales sueltos, o poco consolidados de origen aluvial, pertenecientes al sistema cuaternario.

Ambas Unidades Geológicas se muestran en el cuadro Crono estratigráfico siguiente

**Tabla 2: Cuadro Cronoestratigráfico de Puerto Suarez**

<b>CUADRO CRONOESTRATIGRAFICO DE LA REGION DE PUERTO SUAREZ</b>				
<b>Era</b>	<b>Sistema</b>	<b>Unidad Geológica</b>	<b>Litología</b>	<b>Descripción Litológica</b>
Cenozoica	Cuaternario	Coluvio		Mezcla heterogénea de grava y arcilla
		Aluvio		Arcilla gris a negra plasticidad
		Terraza		Conglomerado de gravas calcáreas blandas, en matrix arcillosa de color gris
Proterozoica	Precámbrico	Murciélago		Calizas de color verde a gris claro, muy laminadas

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>8 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

### **Sedimentos Coluviales.-**

Depósito con cierta continuidad física poco consolidados de edad reciente se encuentran cubriendo a los materiales que forman la corteza aluvial. Están constituidos por una mezcla heterogénea de gravas, de composición litológica, textura y estructura variable en una matrix de limo arena de color marrón a gris.

### **Sedimentos Aluviales.-**

Litológicamente está constituida por depósitos de material detrítico fino de naturaleza plástica representada por una arcilla de color gris a negro, color adquirido por la sedimentación de materiales finos.

El espesor de este facie sedimentario es variable y constituye el producto de la actual estratificación rocosa más antigua.

### **Terrazas Aluviales.-**



Esta Unidad geológica, se encuentra en ambas orillas del canal Tamengo, con un mayor desarrollo sobre la orilla Este del Canal sobre la república de Brasil, adopta una posición estructural horizontal.

Litológicamente está constituida por un conglomerado de gravas calcáreas blancas, en una matriz arcillosa de color gris a negro con fragmentos rocosos o clastos, desde redondeados a sub redondeados de tamaño variable, parcialmente consolidados con un cemento arcilloso calcáreo.

La forma de este depósito es tabular, constituyendo el marco natural u orilla Oeste de Canal Tamengo (El Canal Tamengo es un canal natural-artificial que conecta la Laguna Cáceres cerca de Puerto Suárez en Bolivia con el río Paraguay en Brasil).

### **Substrato de Roca del Grupo Murciélagos.-**



	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>9 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

Este tipo de roca se puede evidenciar que aflora en la superficie en algunos puntos del tramo, esta unidad determinada como sustrato de roca o basamento rocoso, se encuentra constituyendo el cuerpo principal del basamento cristalino precámbrico de distribución regional en el Oriente Boliviano que constituye la continuación del Escudo Brasileño ampliamente desarrollado en la república del Brasil.

Litológicamente, este sustrato está constituido por una serie de edad precámbrica, donde diferencian materiales calcáreos de origen marino, metamorfizados, de color gris claro a verde, con una estructura laminar muy acentuada y presencia de laminillas de calcita contenidos en los planos de discontinuidad.

El contacto geológico determinado entre la cubierta de edad cuaternaria y el sustrato de rocas metamórficas de edad Proterozoica está dado por una zona de intemperización, meteorización o descomposición de estas rocas que forman un nivel característico de espesor variable

## 5. EQUIPO DE ENSAYO

En el presente trabajo, se empleó un equipo portátil de penetración estándar, el cual cumple con todas las especificaciones técnicas requeridas:

- Equipo de hınca:
  - ✓ Peso del martinete 63.5 Kg. (140 lbs.)
  - ✓ Cabeza de hınca y tubo guía
  - ✓ Altura de caída libre de 75 cm. (30 pulg.)
- Características del Muestreador - Cuchara de Terzaghi:

Saca muestras bipartido punta de acero con cabeza de acoplamiento con dos orificios y válvula de retención de bola.

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: 10 de 34
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

- ✓ Diámetro externo 2 pulg.
- ✓ Diámetro interno 1 3/8 pulg.
- ✓ Longitud de cuchara 27 pulg.

## 6. METODO DE TRABAJO

La metodología de trabajo fue convencionalmente dividida en las siguientes cinco etapas:

- ✓ Trabajo de campo.
- ✓ Reconocimiento preliminar del terreno.
- ✓ Trabajos de laboratorio.
- ✓ Trabajos de gabinete.
- ✓ Cálculo de capacidad portante.

### 6.1. TRABAJO DE CAMPO



Consiste en la movilización al sitio de trabajo, ingreso a los predios y desmovilización. Los ensayos y actividades específicas se describen por separado.

#### 6.1.1. ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR

Se realizaron cuatro ensayos de penetración estándar S.P.T. (Standard Penetration Test) cada metro de acuerdo con las normas internacionales ASTM-1586 (AASHTO T-206-70). Los ensayos consistieron en hacer penetrar en el suelo un Muestreador (o cuchara de Terzaghi) por medio de Golpes dados por el martillo (de peso 63.5 kg) en caída libre desde 75 cm. El valor "N" corresponde al número de golpes necesarios para que el muestreador penetre en el suelo 30 cm.

Los Valores de N del SPT sufren correcciones por diversos efectos tales como el peso propio del suelo, nivel freático y otros. Estas correcciones han sido efectuadas en el presente trabajo, presentando en consecuencia valores de N corregidos.

Cuando el número de golpes necesarios para la hincada de uno de los tramos (15 cm) es superior a 35 golpes, se da por terminado el ensayo, indicando con una "R" dando como resultado "Rechazo".

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>11 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

### 6.1.2. TRABAJO DE LABORATORIO

A partir de las muestras extraídas se realizaron los diferentes ensayos de laboratorio, cuya relación nominal es la siguiente:

- Contenido de Humedad natural según ASTM D-2216-71
- Análisis granulométrico según ASTM D-422
- Límites de consistencia:
  - Limite liquido según ASTM D-4318
  - Limite plástico según ASTM D-4318
- Índice de plasticidad
- Clasificación Unificada de Suelos (S.U.C.S.) ASTM D-2487-66T



### 6.1.3. TRABAJO DE GABINETE

En gabinete se han realizado diversos trabajos, conjuncionando los resultados de los trabajos de Campo y laboratorio los que nos han permitido determinar los siguientes aspectos:

- Perfiles individuales de los sondeos, en los cuales se puede apreciar las propiedades tanto físicas como mecánicas.
- Conclusiones y recomendaciones para tipos de fundaciones
- Tensiones admisibles a distintas profundidades y coeficiente de seguridad adoptado
- Angulo de fricción, valor de Cohesión pesos específicos del suelo

### 6.1.4. CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

Se ha determinado la capacidad portante del terreno basados en teorías (o fórmulas) universalmente conocidas pero se deja a criterio del calculista si las considera ya que existen distintas fórmulas para el cálculo de este valor. Se ha determinado la capacidad portante admisible de carga sobre la base de la fórmula de Meyerhof y la formula de Bowles con un N ya corregido.

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>12 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

Los cálculos presentes de capacidades portantes se hace referencia a una base estándar de 1.20 m de ancho mínimo.

- Para Suelos Cohesivos Según Meyerhof, el valor de capacidad de carga admisible en cualquier tipo de suelo de fundación, a una profundidad h, para fundaciones del tipo cuadradas de Ancho B

$$Q_{ultima} = C \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma \cdot h \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \cdot S_y \cdot d_y \cdot i_y$$

$$Q_{adm} = \frac{Q_{ultima}}{FS} \dots\dots\dots(1)$$

Qadm = Capacidad portante Admisible del suelo (Kg/cm<sup>2</sup>).

FS = Factor de seguridad por lo general se asume **FS=3**

C = Cohesión (kg/ cm<sup>2</sup>); C`=2\*(C)/3 → en algunos casos se utilizando el caso de corte local (por seguridad)

γ = Peso Específico del material (kg/ cm<sup>3</sup>)

B = Dimensión menor de la cimentación (cm.)



h = Nivel de desplante de la fundación o nivel de fundación (cm)

Nc; Nq; Ny = Factores de Capacidad de Carga de Terzaghi (a dimensionales) utilizando en algunos casos el corte general (Libro Braja M. Das, 5º Edición, Pag. 129) y en otros el corte local (Libro Braja M. Das, 5º Edición, Pag. 130).

Sc; Sq; Sy = Factores de Forma de Meyerhof

dc; dq; dy = Factores de Profundidad de Meyerhof

ic; iq; iy = Factores de por carga inclinada de Meyerhof

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>13 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

- Para Suelos No Cohesivos. - Para el caso de los suelos granulares se aplicó el siguiente criterio propuesta por Bowles (1982) la cual es una modificación a la propuesta por Terzaghi en función del Número de Golpes con la menor dimensión de la fundación (B) y basada en Consideraciones de Asentamientos:

$$Q_{adm} = \frac{N_{corr} \times S \times C_w \times K_d}{5} ; \quad \text{Cuando } B \leq 1.20 \text{ m} \dots\dots(2)$$

$$Q_{adm} = \frac{N_{corr} \times S \times C_w \times K_d}{8} \left[ \frac{B + 0.3}{B} \right]^2 ; \quad \text{Cuando } B > 1.20 \text{ m} \dots\dots(3)$$

Si  $D_f \leq B$  la  $Q_{adm}$  ha de reducirse un 60%

Si  $D_f > B$  la  $Q_{adm}$  ha de reducirse un 70%

Dónde:

$Q_{adm}$  = Capacidad portante Admisible del suelo (Kg/cm<sup>2</sup>).

$N_{corr}$  = Numero de golpes corregido.

B = Dimensión menor de la cimentación (m.).

S = Asentamiento con el que se calcula la tensión, asume igual a 20.0 mm (0.80" en Pulgadas) por seguridad, para obtener un valor conservador.

$K_d$  = Factor de Corrección por efecto de la profundidad =  $1 + 0.33 \cdot D_f/B \leq 1.33$



$D_f$  = Nivel de desplante (m).

$C_w$  = Corrección según profundidad  $D_w$  del nivel freático, si no existe se asume igual a 1.

#### 6.1.5. FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A UNA FALLA POR CORTE

El factor de Seguridad mínima que deberán tener las cimentaciones son las siguientes:

- Para Cargas de servicio se utiliza un Factor de 3.00

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>14 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

## 7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE SPT

Los suelos encontrados en el sitio de la futura construcción son suelos aluviales en condición SECOS A PARCIALMENTE SECOS.

Pero en ningún de los estudios realizados se evidencio la presencia del Nivel Freático hasta el final del Estudio, para el cual se considera como nivel 0.00 la boca del sondeo realizado.

En el anexo 1 (Registro de campo) se determinan las características de los perfiles, conjuntamente a los parámetros geotécnicos. En este numeral se describe literalmente la secuencia de la perforación:

### ➤ **SPT N° 03**

Este sondeo alcanzo una profundidad de 1.50 m, y su configuración sedimentaria es la siguiente:

- Desde 0.00 m. Hasta 0.20 m. Capa Vegetal.
- Desde 0.20 m. Hasta 1.50 m. Mezclas de gravas de diferentes medidas y pidras de mayor tamaño, en matrix en arena arcillosa, de condición in-situ bien estable (Se encontró durante la perforación un material bien Estable por ese motivo se denomina Rechazo "R" o posiblemente se encontró Afloramiento del "Cuarzo", también llamado el "Escudo Brasileiro"), de una compacidad muy alta, de estado parcialmente saturado y de coloración marrón con patinas de color gris claro de interpretación geológica-abanico aluvial.



No se evidencio la presencia del Nivel Freático hasta el final del Estudio Geotécnico. Para el estudio se considera como nivel 0,00 m. la boca del sondeo realizado.

### ➤ **SPT N° 04**

Este sondeo alcanzo una profundidad de 1.20 m, y su configuración sedimentaria es la siguiente:

- Desde 0.00 m. Hasta 0.10 m. Capa Vegetal.
- Desde 0.10 m. Hasta 0.50 m. Arcilla muy plástica de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado saturado y de coloración marrón oscuro.



	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>15 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

- Desde 0.50 m. Hasta 1.20 m. Mezclas de gravas bien graduadas y piedras de mayor tamaño, en matrix en arena bien graduadas, de condición in-situ bien estable (Se encontró durante la perforación un material bien estable por ese motivo se denomina Rechazo "R" o posiblemente se encontró Afloramiento del "Cuarzo", también llamado el "Escudo Brasileiro"), de una compacidad muy alta, de estado parcialmente saturado y de coloración marrón con patinas de color gris claro de interpretación geológica-abanico aluvial.



No se evidenció la presencia del Nivel Freático hasta el final del Estudio Geotécnico. Para el estudio se considera como nivel 0,00 m. la boca del sondeo realizado.

## **8. NIVEL FREÁTICO Y NIVEL ESTÁTICO**

Los suelos encontrados en el sitio de la futura Estructura son suelos aluviales en condición SECOS A PARCIALMENTE SECOS en la fecha de la exploración, del 15 al 19 de julio del 2019, no se evidencio la presencia del nivel freático o agua hasta la profundidad final de estudio ya que para todos los estudios se considera como nivel 0,00 la boca del sondeo realizado.

Se verifico el Nivel Estático después de 24 Hrs y no se observó presencia de agua en el lugar, pero se desconoce su variabilidad en el tiempo. Sólo se informa el nivel detectado a la fecha de exploración, se desconocen su variación estacional y en el tiempo, nuevamente se aclara que este tema escapa al alcance de este informe.

En razón de la presión artesiana de los estratos permeabilidad y saturados, las oscilaciones de los niveles freáticos pueden ser importantes, por lo que se aconseja tener cuidado en las excavaciones. La existencia de un nivel freático alto constituye un factor de gran importancia en el proyecto y ejecución de las fundaciones, si bien sus efectos están asociados a la naturaleza del terreno y en particular de su permeabilidad y a los estratos de arcilla (impermeables) que se encuentran que posiblemente no dejen filtrar (o bajar) el agua. La acción más directa se traduce asentamientos bruscos o en empujes hidrostáticos sobre los muros de sótanos y sub presiones sobre las obras de fundación.

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>16 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

## 9. CONCLUSIONES

Las conclusiones presentes, se han obtenido en base a los trabajos de campo cuyo alcance es de 4 (cuatro) exploraciones geotécnicas (S.P.T.) de diferentes profundidades por la configuración geológica, dichos estudios se basan en reconocimientos puntuales en campo y del análisis de laboratorio realizado sobre muestras, también puntuales, extraídas del terreno. De este modo, cabe la posibilidad de que existan diferencias por el área relativamente extensa de construcción, en cuanto a las características geológicas y geotécnicas del terreno, entre la interpretación que se expone en el presente estudio y los condicionantes realmente presentes en el subsuelo.



A partir de una serie de ensayos de Penetración Estándar SPT y de excavaciones a cielo abierto (calicatas) de variable profundidad realizadas en la línea como en la quebrada y se realizaron ensayos de penetración estándar (S.P.T.) en cada de las cuales se han obtenido muestras representativas.

Los suelos son suelos residuales tropicales en condición SECO A PARCIALMENTE SECO. Estos suelos son susceptibles a la humedad, cuando están sumergidos mucho tiempo (más de 7 días) afecta a sus características mecánicas y físicas, cambiando su comportamiento ante cargas elevadas.

### 9.1. CONCLUSIONES DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

Las conclusiones presentes, se han obtenido en base a los trabajos de campo de exploraciones geotécnicas (S.P.T.) cuyo alcance es de dos (2) estudios los cuales se realizaron en lugares estratégicos al principio y al final del tramo, realizados a diferentes profundidades y no se pudo penetrar más por la configuración estratigráfica.

El terreno presente es de estratigrafía algo errática, formado por suelos de formación residual hasta cierta profundidad con predominancia en la superficie de arcillas de alta plasticidad, de diversos colores a mayor profundidad se encuentran mezclados con sólidos de diferentes tamaños del tipo areniscas y lutitas hasta la finalización de los estudios de diferentes profundidades por la configuración del terreno que dificulta la penetración a excavación manual, esta descripción es más o menos similar en todos los estudios realizados.

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>17 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

En los trabajos de excavación, podrán realizarse con maquinaria. Además, las excavaciones podrán soportar taludes verticales hasta cierta profundidad, siempre y cuando estén protegidas de las lluvias y se deberá evitar el tránsito de personas por el sello de la excavación.

Los taludes de corte pueden soportar altas pendientes, sin embargo, por la poca resistencia a la erosión hídrica y a los cambios que se producen en los suelos por la presencia de agua, deben tener mayor inclinación para permitir la protección con gramíneas u otros elementos y concebir un sistema de drenaje eficiente.

Este estudio geotécnico, analiza el terreno desde el punto de vista de su capacidad portante para cimentar estructuras en él, no recogiendo el comportamiento del terreno en relación con otros fenómenos imprevisibles que puedan acontecer (deslizamientos, desplazamientos, oquedades, cavernas, etc).

## **10. RECOMENDACIONES**

Una vez conocida la naturaleza del terreno se plantea el problema de elegir la cimentación más adecuada, tanto desde punto de vista geotécnico y estructural como económico, estando este último punto muy ligado a la mayor o menor facilidad constructiva o necesidades de la estructura.



### **10.1. RECOMENDACIONES PARA LA TRAMPA RECEPTORA**

Las trampas receptoras son bidireccionales (sirven tanto para lanzamiento como para recepción) y estarán provistas con los sistemas adecuados para manipular "Intelligent Pigs".

Se deben realizar las construcciones necesarias para instalar los "barrels" para su funcionamiento (por ej. pernos de anclaje). Estas construcciones deberán estar diseñadas para soportar los esfuerzos cuando los "barrels" estén instalados y funcionando.

También se deberá considerar una puesta a tierra para cuando el "skid" esté en posición.

Las fundaciones de estas estructuras podrán ser superficiales del tipo losa (skid) o tipo zapatas, y todas tienen que ser de Hormigón Armado (Hº Aº).

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>18 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

Se aclara que se desconoce si el nivel de la planchada puede variar según se realice corte o relleno, por lo que el nivel de fundación puede variar, ya que para uso de zapatas de fundación se tendría que utilizar una profundidad de fundación no menor a 1.20 m y para losas (skid), se tendría que utilizar una profundidad de fundación no menor a 0.20 m (por la capa vegetal) para evitar posibles erosiones.



Antes de asentar las fundaciones se recomienda realizar una re-compactación del terreno para uniformizar los suelos bajo las fundaciones, es importante realizar estos trabajos en época seca (sin lluvia) ya que los suelos en la superficie son suelos cohesivos representados por arcillas de alta a mediana plasticidad en estado casi secos y estos cuando llegan a saturarse son inestables o pierden gran parte de su resistencia.

En otras palabras, estos suelos soportarán cargas elevadas si no llegan a saturarse, para ello se deben construir drenajes superficiales para evacuar las aguas para que estas no se estanquen y lleguen a infiltrarse al suelo de soporte de fundación. Otra solución sería mediante un mejoramiento con cambio de material (preferentemente granular en toda la base de la fundación) para uniformizar los suelos de apoyo y asegurar que el suelo es homogéneo hasta una cierta profundidad, ya que será el apoyo que se utilizará para sostener la carga concentrada.

Se debe cambiar y mejorar el suelo hasta una profundidad mínima de 0.30 metros de espesor (por seguridad), este espesor puede variar a menos, por lo que se recomienda realizar otro estudio de suelos una vez se tenga terminado el nivel final de la estructura.

Como suelo mejorado se puede usar el suelo tipo GW hasta GP-GM en Clasificación SUSC (de A-1-a hasta A-1-b en Clasificación AASHTO), tipo capa base (material con predominancia de fragmentos de roca o grava con ligante bien graduado de material fino), más estables al agua, la cual debe estar debidamente compactada al 95% de la densidad máxima según Proctor T-180 modificado, en capas no mayores de 0.20 m hasta el nivel final de la planchada donde se asentara el patín de la torre, con la finalidad de uniformizar la compacidad de los suelos.

La capacidad portante del subsuelo o esfuerzo de trabajo máximo, promedio de acuerdo con los sondeos, ensayos realizados y el cálculo de capacidad portante para la profundidad de desplante

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>19 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

recomendada es del orden de:

$$q_{adm} = 1.00 \text{ Kg/cm}^2 = 10.0 \text{ Ton/m}^2$$

En realidad, el valor de la capacidad portante en estos suelos mejorados es más alto, pero se opta este valor viendo por el lado de la seguridad, según el libro Curso Aplicado de Cimentaciones de José M. Rodríguez Ortiz, (pag. 61), para gravas y bloques regularmente graduados en matriz fino, excavados con relativa facilidad, siempre y cuando se realice el mejoramiento mediante compactación con cambio de material.

Antes de asentar las fundaciones se deberá colocar preferentemente una capa de hormigón pobre en un espesor no menor a 0.05 m.



Se recomienda la construcción de un buen sistema de drenaje pluvial, la planchada debe tener pendientes mayores al 0.5% hacia los canales perimetrales, para evitar que el agua de lluvia se infiltre en las capas interiores del suelo.

Si se decide por el diseño de otra alternativa de fundación, el ingeniero proyectista deberá basarse en los perfiles estratigráficos adjuntos al presente informe.

## **10.2. RECOMENDACIONES PARA EDIFICACIONES MENORES**

En esta recomendación se agrupan a las edificaciones menores como oficinas o administración, galpones, taller de mantenimiento, depósitos y otros, por ser estructuras comunes y sin cargas extraordinarias, el tipo de fundación recomendada para este tipo de estructuras (galpones) a construirse será fundaciones superficiales.

La cimentación propiamente dicha será de tipo superficial a base de zapatas individuales y/o corridas construidas en Hormigón Armado y según las cargas deberán estar enlazar por vigas de amarre ortogonales para transferir un porcentaje de la carga de cada zapata en una u otra dirección y tratar de minimizar los asentamientos, ya que cuando la estructura es pesada por su propia naturaleza, las zapatas aisladas asientan independientemente y por ende las columnas (asentadas sobre ellas)

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>20 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

presentan escasa resistencia frente a giros o desplazamientos horizontales, por ello se recomienda en lo posible el empleo de vigas de amarre.

Si la estructura no es pesada (lo definirá por el calculista) se podrá optar por este tipo de fundaciones superficiales, directas sobre el material natural, si se da una buena profundidad de cimentación y si se realiza o construye un adecuado sistema de drenaje superficial o evacuación de agua de lluvia de manera que no se permita la acumulación de aguas pluviales en las excavaciones.

Las dimensiones y espesor de la fundación superficial serán determinadas por el calculista, en función de la magnitud de la obra, para tal efecto debe tomarse muy en cuenta el perfil geotécnico.

Para la profundidad de las cimentaciones (Df) se recomienda una profundidad no menor de 1.40 metros de tal manera que resista los esfuerzos horizontales producidos por agentes climáticos, o posibles erosiones.



La capacidad portante del subsuelo o esfuerzo de trabajo máximo recomendado para la profundidad de desplante recomendada y según el espesor del material de reemplazo que se utilice como mejoramiento, es del orden de:

$$Q_{adm} = 1.00 \text{ Kg/cm}^2, \text{ si se asienta sobre el material natural con un drenaje}$$



Se aclara que los valores recomendados para el cálculo son menores a los que se presentan en los perfiles geotécnicos, esto debido a que se presentaron sólidos los cuales generan presiones debido a las fricciones paracitos a la penetración de la cuchara de Terzaghi.

Las excavaciones para las zapatas y las posibles vigas de amarre podrán realizarse dejando taludes verticales. Una vez se haya alcanzado la profundidad deseada deberán removerse los materiales extraños garantizando un adecuado suelo de fundación nivelados y debidamente compactados en terreno, sin perturbar para colocar una capa de concreto pobre de 5 cm de espesor que sirva de protección y limpieza antes de fundir el concreto.





	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: 21 de 34
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	



Recordamos nuevamente, en especial para esta alternativa de fundación, en todo sector del proyecto debe construirse un adecuado sistema de drenaje superficial de manera que permita el escurrimiento de las aguas pluviales, debido a que existirían cambios de condición y resistencia mecánica iniciales de los estos suelos, por cambio en el contenido de humedad, es recomendable, ejecutar sistema de drenajes y/o darle pendientes del terreno para evacuar las aguas.

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: 22 de 34
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	



## ANEXO A

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>23 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	



CLIENTE / Client: SINOSTEEL		PROGRESIVA / Progressive: 0 + 000		S.P.T. N° <b>03</b>	
PROYECTO / Project: "INGENIERIA BASICA Y DETALLE DEL GASODUCTO PARA LA PLANTA DE ACERO"		COORDENADAS / Coordinates: Coordenada N 20 KM=0413392.00			
UBICACION / Location: Comunidad El Morin, Municipio Puerto Suarez, 1ª Sección, Provincia German Busch, Zona Sur-Este de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra		UTM=07887051.00			
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE PERFORACION</b>					
DIAMETRO EXTERNO: 2 PULG		PESO DEL MARTINETE: 140 LB			
DIAMETRO INTERNO: 1.58 PULG		ALTURA DE CAIDA LIBRE: 30 PULG			
<b>REGISTRO DE CAMPO</b>					
ESCALA 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 1.40 1.60 1.80	PROF. (m) 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 1.40 1.60 1.80	DESCRIPCION VISUAL DEL MATERIAL: Capa Vegetal Mezclas de gravas de diferentes medidas y pedras de mayor tamaño, en matriz en arena arcillosa, de condición in-situ bien estable (Se encontró durante la perforación un material bien estable por lo que se denomina Rechazo "R" o posiblemente se encontró Afloramiento del "Cuadro", también llamado el "Escudo Brasero", de una compactación muy alta, de estado parcialmente saturado y de coloración marrón con patinas de color gris claro de interpretación geológica ambigua ahumada	HUMEDAD NATURAL: 13.38%	GRAFICO DE VARIACION % HUM. Vs. PROF.	ANALISIS GRANULOMETRICO % MAS FINO 75 µm: 35.81 % MAS FINO 150 µm: 35.75 % MAS FINO 300 µm: 31.82 % MAS FINO 600 µm: 28.45 % DE LIMITE LIQUIDO: 33.87% INDICE PLASTICO: 15.03%
		LIMITES DE CONSISTENCIA CLASIF. DE SUELOS SEGUN SISTEMA S.E.C.A. Y A.A.S.T.O. GM A-2-4 (0)	PARAMETROS DE RESISTENCIA A LA PENETRACION ANG. FRIC. (°): 38 COEF. DE CORRECCION (Kg/cm²): 0.130 Densidad del Suelo (kg/m³): 2.120	REGISTRO DE GABINETE Numero de Golpes: 15 Indice de Resistencia a la Penetración: 60 Ng corr. presion: 60.00 Ng corr. golpes: 38 Ng calculo: 36	GRAFICO DE RESIS. A LA PENETRACION NUM. DE GOLPES Vs. PROF. 4.55 R
<b>FIN DEL SONDEO</b>					
<b>DESCRIPCION DE LOS RESULTADOS</b>					
ANGULO DE FRICCION: LA FORMULA OCUPADA ES $\phi(\text{grados}) = 27.10 + 0.0005(N_{\text{gol}})^{0.75}$ ANGULO MAXIMO DE FRICCION PARA SUELOS GRANULARES CON EL NUMERO DE GOLPES CORREGIDO POR UN FACTOR DE SEGURIDAD DEL LIBRO "PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES" AUTOR ING. BRAJA M. DAS Y PARA SUELOS COHESIVOS TABLAS DEL LIBRO MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES AUTOR ING. CARLOS CRESPO V.					
LA PRESION EFECTIVA: LA FORMULA OCUPADA ES $P_{\text{efectiva}} = (y - \gamma) \cdot h$ CUANDO LA MUESTRA ESTA SUMERGIDA EN AGUA: $P_{\text{efectiva}} = (\gamma' \cdot h)$ CUANDO LA MUESTRA ESTA SECA					
Factor de Correccion FC: $N_{\text{gol}} \cdot \text{real} \cdot \text{SPT} = N_{\text{gol}} \cdot \text{prof.}$					
Ng corr. presion: LA CORRECCION DEBE A LA PRESION INTERSTITIAL O GEOSTATICA CAUSADA POR LOS COMPONENTES SOLIDOS DEL SUELO QUE ESTAN ARRIBA DEL PUNTO CONSIDERADO, CON LA EXPRESION: $N_{\text{gol}} \cdot \text{corr. presion} = N_{\text{gol}} \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{atm}}}{P_{\text{total}}}\right)$					
Ng calculo: NUMERO DE GOLPES CORREGIDO A LA MUESTRA ES SUELO GRANULAR CON PRESENCIA DE AGUA Y SI LOS GOLPES SON MAYOR O IGUAL A 15, SERA CORREGIDO POR LA EXPRESION: $N_{\text{gol}} \cdot \text{calculo} = 15 + \frac{(N_{\text{gol}} - 15)}{2}$					
FATIGA ADMISIBLE: ESTAMOS EN PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO SE APLICA UN 95% CARGAS ADMISIBLES					
FECHA DE REALIZACION DEL ENSAYO: 17/07/2019		OBSERVACIONES:			
FECHA DE CONCLUSION DEL ENSAYO: 17/07/2019		No se evidencio la presencia del Nivel Freático hasta el final del Estudio Geotécnico. Para el estudio se considera como nivel 0,00 m. la boca del sondeo realizado.			
JEFE DE LABORATORIO					

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>24 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

CLIENTE / Client:		SINOSTEEL		PROGRESIVA / Progressive:		0 + 000		S.P.T. N°		04								
PROYECTO / Project:		"INGENIERIA BASICA Y DETALLE DEL GASODUCTO PARA LA PLANTA DE ACERO"		COORDENADAS / Coordinates:		Coordenada N 20 KM=0413355.00												
UBICACION / Location:		Comunidad El Morin, Municipio Puerto Suarez, 1ª Sección, Provincia German Busch, Zona Sur-Este de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra		UTM=07887033.00														
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE PERFORACION																		
DIAMETRO EXTERNO		2 PULG		PESO DEL MARTINETE		140 LB												
DIAMETRO INTERNO		1.58 PULG		ALTURA DE CAIDA LIBRE		30 PULG												
REGISTRO DE CAMPO																		
Escala	Prof. (m)	PRUEBA	DESCRIPCION VISUAL DEL MATERIAL	% HUMEDAD NATURAL	GRAFICO DE VARIACION % HUM. Vs. PROF.	ANALISIS GRANULOMETRICO				LIMITES DE CONSISTENCIA		PARAMETROS DE RESIST. DE LOS SUELOS		REGISTRO DE GABINETE		GRAFICO DE RESIS. A LA PENETRACION NUM DE GOLPES Vs PROF.	TENSION ADMISIBLE (Kg/cm²)	
						% MAS FINO 75µ	% MAS FINO 150µ	% MAS FINO 250µ	% MAS FINO 425µ	% DE LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	CLASIF. DE SUELOS SISTEMA S.E.C.A. Y A.A.S.E.T.O.	ANG. FRIC. (°)	CORRECCION (Nº de golpes)	Profundidad del Suelo (m)			Profundidad de Penetración (cm)
0.00			Capa Vegetal															
0.10			Arzulla muy plástica de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado saturado y de coloración marrón oscuro de interpenetración geológica-abanico aluvial	22.41%														
0.20																		
0.40																		
0.50																		
0.60																		
0.80																		
1.00																		
1.20																		
FIN DEL SONDEO																		
DESCRIPCION DE LOS RESULTADOS																		
ANGULO DE FRICCION		LA FORMULA OCUPADA ES $\phi(\text{grados}) = 27.10 + 0.35 \log \frac{1}{\sigma'_{eff}}$ ANGULO MAXIMO DE FRICCION PARA SUELOS GRANULARES CON EL NUMERO DE GOLPES CORREGIDO POR UN FACTOR DE SEGURIDAD DEL LIBRO "PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES" AUTOR ING. BRAJA M. DAS Y PARA SUELOS COHESIVOS TABLAS DEL LIBRO MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES AUTOR. ING. CARLOS CREPO V.																
LA PRISION EFECTIVA		LA FORMULA OCUPADA ES $P_{resionEfectiva} = (y - \gamma) \cdot h$ CUANDO LA MUESTRA ESTA SUMERGIDA EN AGUA. $P_{resionEfectiva} = (\gamma \cdot h)$ CUANDO LA MUESTRA ESTA SECA																
Factor de Correccion FC		DONDE $\gamma$ ES LA DENSIDAD NATURAL DEL SUELO (COMO EL MATERIAL SE ENCUENTRA SECO, NO SE CONSIDERA LA PRISION DE POROS)																
Nº real-SPT		FACTOR DE CORRECCION HALLADO POR GRAFICO CON LA PRISION EFECTIVA DEL LIBRO "MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES" AUTOR. ING. CARLOS CREPO VILLALAZ (CUARTA EDICION) PAG. 176. O APLICANDO ESTA FORMULA																
Nº 60-prof.		NUMERO REAL DE GOLPES DEL ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT), REALIZADO EN CAMPO, DONDE POR CONDICIONES DEL EQUIPO Y CAMPO, VIENE A SER $N_{60}$																
Nº corr.-presion		CORRECCION HECHA AL NUMERO DE GOLPES "Nº real-SPT" POR LA LONGITUD DE LAS CASERIAS DE PERFORACION (L).																
Nº corr.-golpes		LA CORRECCION SOLO ES APLICADA PARA LONGITUDES DE PERFORACION MAYORES O IGUALES A 20 m (L=30), POR LA EXPRESION $N_{60} - \text{prof} = (N_{60} - SPT) - (L - 30) \cdot (0.0075)$																
Nº calculo		CORRECCION DEBIDO A LA PRISION INTERSTICIAL O GEOSTATICA CAUSADA POR LOS COMPONENTES SOLIDOS DEL SUELO QUE ESTAN ARRIBA DEL PUNTO CONSIDERADO, CON LA EXPRESION, (Ecuación válida para $P_0 \geq 0.25 \text{ kg/cm}^2$ )																
FATIGA ADMISIBLE		NUMERO DE GOLPES CORREGIDO A LA MUESTRA ES SUELO GRANULAR CON PRESENCIA DE AGUA Y SI LOS GOLPES SON MAYOR O IGUAL A 15, SERA CORREGIDO POR LA EXPRESION $N_{60} - \text{golpes} = 15 + [(N_{60} - 15) / 2]$																
		ES EL VALOR CORREGIDO "Nº real-SPT" FINAL EL CUAL SERA USADO PARA EL CALCULO DEL VALOR ADMISIBLE DEL SUELO, POR SEGURIDAD SE CONSIDERA EL MENOR CALCULADO, Y EFICIENCIA SE APLICA DEL 85 A 95% PERO CUANDO ESTAMOS EN PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO SE APLICA UN 90%																
		CARGAS ADMISIBLES																
FECHA DE REALIZACION DEL ENSAYO:		17/07/2019		OBSERVACIONES:														
FECHA DE CONCLUSION DEL ENSAYO:		17/07/2019		No se evidencio la presencia del Nivel Freático hasta el final del Estudio Geotécnico. Para el estudio se considera como nivel 0,00 m. la boca del sondeo realizado.														
JEFE DE LABORATORIO																		

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: 25 de 34
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

## ANEXO B

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>26 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

## LABORATORIO DEL SPT

<b>CLIENTE / Client:</b> SINOSTEEL	<b>ALTURA / Height:</b> 164.00 m.	<b>COORDENADAS / Coordinate:</b> coordenada X 20 KM = 0413392.00
<b>PROYECTO / Project:</b> "INGENIERIA BASICA Y DETALLE DEL GASODUCTO PARA LA PLANTA"	<b>MUESTRA N°:</b> 01	coordenada Y UTM = 07887051.00
<b>UBICACION / Location:</b> Comunidad El Mutún, Municipio Puerto Suarez, 1ª Sección, Provincia German Berro	<b>FECHA DE MUESTREO / Date of Sampling:</b> 17/07/2019	
<b>FECHA DE ENSAYO / Date Testing:</b> miércoles, 24 de julio de 2019	<b>S.P.T. N°:</b> 03	<b>PROFUNDIDAD (m) / Dep:</b> 0.20 a 1.50
<b>PROGRESIVA / Progressive:</b> 0 + 000		

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO										ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO									
HUMEDAD HIGROSCOPICA					PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL					ANALISIS MECANICO DEL MORTERO DE LA MUESTRA									
Cápsula	N°	79P	Muestra Total Humeda	gr	1200.00	Cápsula	N°	207	Densidad Natural										
Peso de la Cápsula	gr	14.81	Agregado Grueso (Ret N°)	gr	735.00	Peso de la Cápsula	gr	23.28											
Suelo Húmedo + Cápsula	gr	172.06	Pasa N° 4 Húmedo	gr	465.00	Suelo Húmedo + Cápsula	gr	172.39	Tamaño Maximo										
Suelo Seco + Cápsula	gr	153.50	Peso del Agua	gr	54.88	PESO SUELO SECO	gr	131.51											
Peso del Agua	gr	18.56	Pasa N° 4 Seco	gr	410.12														
Peso del Suelo Seco	gr	138.69	Muestra Total Seca	gr	1145.12														
Contenido de Humedad	%	13.38																	

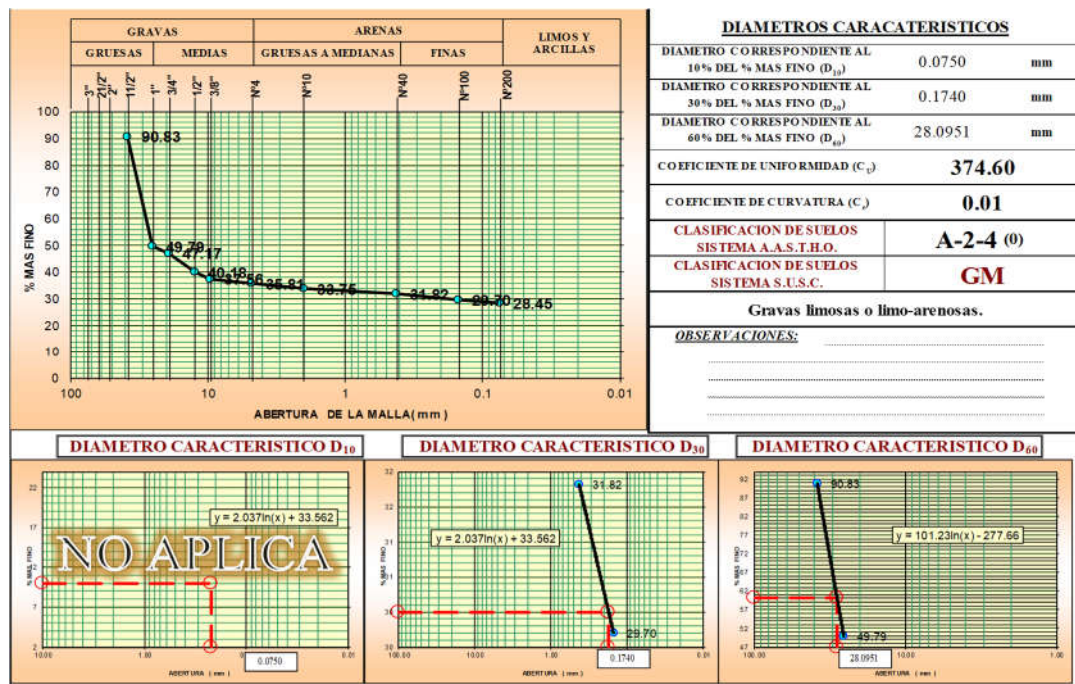
RETENIDO ACUM.										ESPECIFICACIONES									
TAMICES	ABERTURA (mm)	PESO RET. C/TAMIZ (gr)	RETENIDO ACUM. (gr)	% MAS FINO	LIMITE SUP.	LIMITE INF.													
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-													
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-													
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	-													
1 1/2"	38.10	105.00	105.00	9.17	90.83	-													
1"	25.40	470.00	575.00	50.21	49.79	-													
3/4"	19.10	30.00	605.00	52.83	47.17	-													
1/2"	12.50	80.00	685.00	59.82	40.18	-													
3/8"	9.52	30.00	715.00	62.44	37.56	-													
N°4	4.76	20.00	735.00	64.19	35.81	-													



LIMITE LIQUIDO										LIMITE PLASTICO									
ENSAYO N°	3	1	2	3															
GOLPES	N°	13	29	43															
Cápsula	gr	963	606	758	111	608													
Peso de la Cápsula	gr	13.26	11.90	12.25	11.30	11.51													
Suelo Húmedo + Cápsula	gr	41.62	40.82	39.62	42.69	35.86													
Suelo Seco + Cápsula	gr	34.01	33.60	33.03	37.71	32.00													
Peso del Agua	gr	7.61	7.22	6.59	4.98	3.86													
Peso del Suelo Seco	gr	20.75	21.70	20.78	26.41	20.49													
Contenido de Hume	%	36.67%	33.27%	31.71%	18.86%	18.84%													

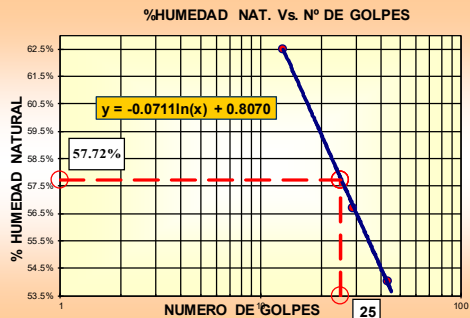
  



LIMITE LIQUIDO	%	33.87%
LIMITE PLASTICO	%	18.85%
INDICE DE PLASTICIDAD	%	15.03%



	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>27 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

CLIENTE / Client:		SINOSTEEL		MATERIAL / Material:		Arcillas muy plásticas, arcillas arenosas.																				
PROYECTO / Project:		"INGENIERÍA BÁSICA Y DETALLE DEL GASODUCTO PARA LA PLANTA DE APROGRESIVA / Progressive:		0 + 000																						
UBICACIÓN / Location		Comunidad El Mutún, Municipio Puerto Suarez, 1º Sección, Provincia German Busch, Z		COORDENADAS / Coordinat		Coordenada X 20 KM = 0413385.00																				
FECHA DE ENSAYO / Date Testing:		miércoles, 24 de julio de 2019		ALTURA / Height:		162.00 m. Coordenada Y UTM = 07887033.00																				
CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO:		S.P.T. N°	04	MUESTRA N°	01	PROFUNDIDAD (m):	0.10 a 0.50	FECHA DE MUESTREO:	17/07/2019																	
% DE HUMEDAD NATURAL Y ANALISIS GRANULOMETRICO																										
% DE HUMEDAD NATURAL	ASTM D2216-71 (Norma ASTM parte 19)			ANALISIS GRANULOMETRICO	AASHTO T87-70 (Preparac. de Muestra); AASHTO T88-70 (Proced. de Prueba)																					
	ENSAYO N°		1		2	TAMICES		PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% MAS FINO																
	N° TARA	8A	09V		SERIE	mm																				
	PESO TARA (gr)	17.75	25.24		Nº4	4.75	0.00	0.00	100.00																	
	PESO SUELO HUMEDO+TARA (gr)	187.94	134.12		Nº10	2.000	0.48	0.54	99.46																	
	PESO SUELO SECO+TARA (gr)	156.78			Nº40	0.425	6.09	6.85	93.15																	
	PESO DEL AGUA (gr)	31.16			Nº100	0.150	11.30	12.70	87.30																	
	PESO SUELO SECO (gr)	139.03	108.88		Nº200	0.075	14.91	16.76	83.24																	
	% HUMEDAD NATURAL	22.41%																								
	PESO SUELO SECO ANT. DEL LAV.		88.95																							
LIMITES DE ATTERBERG O DE CONSISTENCIA																										
AASHTO T89-68 / ASTM D423-66 (Limite Liquido); T90-70 (Limite Plastico y I.P.)																										
LIMITE LIQUIDO	ENSAYO N°		1	2	3	<div>% HUMEDAD NAT. Vs. N° DE GOLPES</div> 																				
	GOLPES	13	29	43																						
	N° TARA	528	103	639																						
	PESO TARA (gr)	13.62	12.06	14.62																						
	PESO SUELO HUMEDO+TARA (gr)	43.13	43.93	47.52																						
	PESO SUELO SECO+TARA (gr)	31.78	32.40	35.98																						
	PESO DEL AGUA (gr)	11.35	11.53	11.54																						
	PESO SUELO SECO (gr)	18.16	20.34	21.36																						
	% HUMEDAD NATURAL	62.50%	56.69%	54.03%																						
LIMITE PLASTICO	N° TARA	623	112	LIMITE PLASTICO	<div>RESULTADOS FINALES</div> <table><tr><td>LIMITE LIQUIDO</td><td>57.72%</td></tr><tr><td>LIMITE PLASTICO</td><td>26.38%</td></tr><tr><td>INDICE PLASTICO</td><td>31.3%</td></tr><tr><td>INDICE DE GRUPO (I.G.)</td><td>(20)</td></tr><tr><td colspan="2">CLASIF. AASHTO</td></tr><tr><td colspan="2">A-7-5 (20)</td></tr><tr><td colspan="2">CLASIF. SUCS</td></tr><tr><td colspan="2">CH</td></tr><tr><td colspan="2">Arcillas muy plásticas, arcillas arenosas</td></tr></table>				LIMITE LIQUIDO	57.72%	LIMITE PLASTICO	26.38%	INDICE PLASTICO	31.3%	INDICE DE GRUPO (I.G.)	(20)	CLASIF. AASHTO		A-7-5 (20)		CLASIF. SUCS		CH		Arcillas muy plásticas, arcillas arenosas	
	LIMITE LIQUIDO	57.72%																								
	LIMITE PLASTICO	26.38%																								
	INDICE PLASTICO	31.3%																								
	INDICE DE GRUPO (I.G.)	(20)																								
	CLASIF. AASHTO																									
	A-7-5 (20)																									
	CLASIF. SUCS																									
	CH																									
Arcillas muy plásticas, arcillas arenosas																										
PESO TARA (gr)	10.96	11.37																								
PESO SUELO HUMEDO+TARA (gr)	35.25	35.04																								
PESO SUELO SECO+TARA (gr)	30.18	30.10																								
PESO DEL AGUA (gr)	5.07	4.94																								
PESO SUELO SECO (gr)	19.22	18.73																								
% HUMEDAD NATURAL	26.38%	26.37%																								

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DE DOCUMENTO:
	INFORME TECNICO	MU-E50-EM/CI0032-01 de 01
	PROYECTO:	HOJA:
	"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"	28 de 34
	TITULO:	INFORME GEOTECNICO

CLIENTE / Client:

PROYECTO / Project:

UBICACIÓN / Location:

FECHA DE ENSAYO / Date Testing:

SINOSTEEL

"INGENIERÍA BÁSICA Y DETALLE DEL GASODUCTO PARA LA PLANT"

Comunidad El Mutún, Municipio Puerto Suarez, 1ª Sección, Provincia German B.

miércoles, 24 de julio de 2019

ALTURA / Height:

COORDENADAS / Coordinate:

PROFUNDIDAD (m) / Depth:

PROGRESIVA / Progressive:

162.00 m.

Coordenada X 20 KM = 0413385.00

Coordenada Y UTM = 07887033.00

0.50 a 1.20

0 + 000

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO

HUMEDAD HIGROSCÓPICA

Cápsula

Peso de la Cápsula

Suelo Húmedo + Cápsula

Suelo Seco + Cápsula

Peso del Agua

Peso del Suelo Seco

Contenido de Humedad

N°

35A

gr

18.23

gr

199.94

gr

178.50

gr

21.44

gr

160.27

%

13.38

PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL

Muestra Total Humeda

Agregado Grueso (Ret N°)

Pasa N° 4 Húmedo

Peso del Agua

Pasa N° 4 Seco

Muestra Total Seca

gr

1115.00

gr

1035.00

gr

80.00

gr

9.44

gr

70.56

gr

1105.56

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO

ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO DE LA MUESTRA

Cápsula

Peso de la Cápsula

Suelo Húmedo + Cápsula

PESO SUELO SECO

N°

27

gr

24.63

gr

167.13

gr

125.69

Densidad Natural

Tamaño Maximo

-

pulg

N.A.

TAMICES

ABERTURA (mm)

RETENIDO ACUM.

% MAS FINO

ESPECIFICACIONES

OBSERV.

gr

%

LÍMITE SUP.

LÍMITE INF.

N° 10

2.000

16.95

13.49

86.51

5.52

-

N° 40

0.425

30.67

24.40

75.60

4.82

-

N° 100

0.150

37.78

30.06

69.94

4.46

-

N° 200

0.075

42.06

33.46

66.54

4.25

-

LÍMITE LIQUIDO

LÍMITE PLÁSTICO

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

%

%

%

32.51%

19.93%

12.58%

OBSERVACIONES:

% HUMEDAD NAT. Vs. N° DE GOLPES

y = -0.0398ln(x) + 0.4538

32.51%

35.0%

34.0%

33.0%

32.0%



31.0%

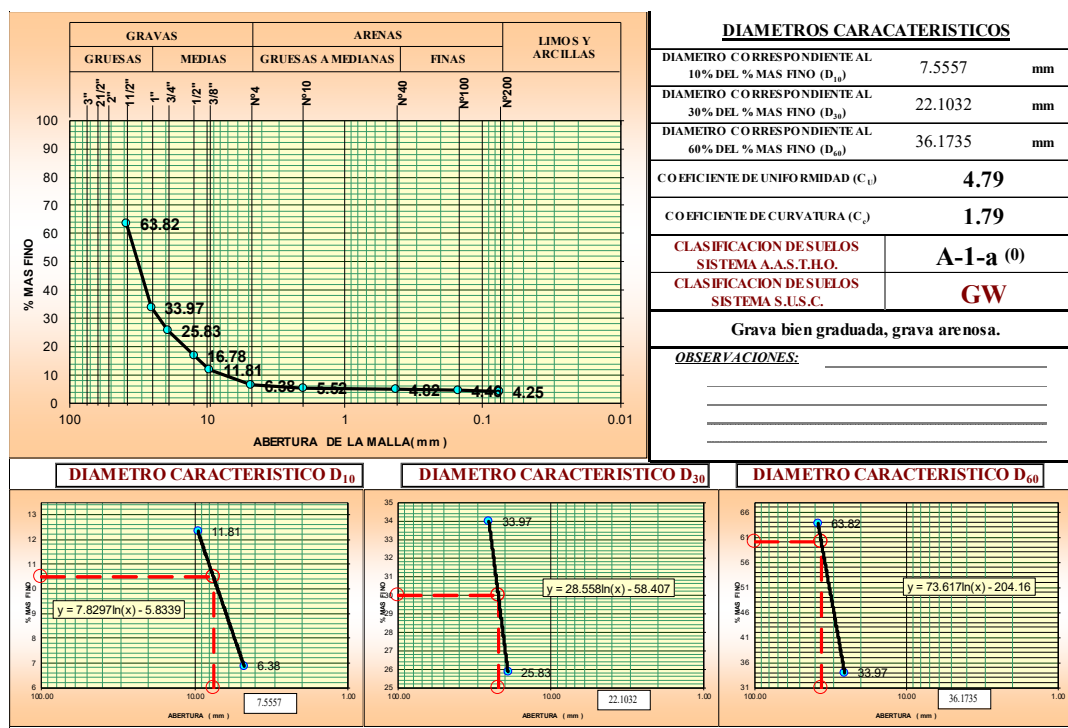
30.0%

1



25

100



	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>29 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	





## ANEXO C

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>30 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	






	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: 31 de 34
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

## ANEXO D

	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>32 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

S.P.T.- Nº 03



SE OBSERVA EL TERRENO DONDE SE REALIZARA EL TERCER PUNTO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO EL CUAL SE ENCUENTRA UBICADO EN LA ZONA SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA

SE OBSERVA COMO SE PROCEDE A LIMPIAR LOS PRIMEROS 0.55 m., PARA LUEGO INTRODUCIR MEDIANTE GOLPES LA CUCHARA DE TERZAGHI LOS RESTANTE 0.45 m



LUEGO SE PROCEDE A GOLPEAR CON EL MARTILLO DE PESO ESTANDARIZADO DE 63.5 Kg CON UNA ALTURA DE CAIDA DE 75 cm, SE ILUSTRAS COMO EL TECNICO RESPONSABLE CONTROLA EL NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR LOS 45 cm, EN INTERVALOS DE 15 cm, SONDEO Nº 03

SE OBSERVA COMO SE PROCEDE A VERIFICAR LA PENETRACION MIDIENDO LOS ACOPLES DE LA CUCHARA DE TERZAGHI, GRACIAS A ESTOS ACOPLES SE LLEGA A LA PROFUNDIDAD DESEADA

SE OBSERVA COMO PERSONAL EXTRAE LAS MUESTRAS DE LA CUCHARA DE TERZAGHI, PARA LUEGO REMITIRLA AL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PARA SU RESPECTIVO ANALISIS

INGENIERIA Y SERVICIOS S.R.L.



	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>33 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	



SE OBSERVA EL TERRENO DONDE SE REALIZARA EL CUARTO PUNTO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO EL CUAL SE ENCUENTRA UBICADO EN LA ZONA SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA



SE ILUSTRAS COMO EL RESPONSABLE DEL ENSAYO MIDE EN LA BARRA GUIA LAS ALTURAS A PENETRAR MEDIANTE GOLPES, POR NORMA SE CONTROLA EN NUMERO DE GOLPES CADA 15,00 CM. DE PENETRACION



LUEGO SE PROCEDE A GOLPEAR CON EL MARTILLO DE PESO ESTANDARIZADO DE 63.5 Kg CON UNA ALTURA DE CAIDA DE 75 cm, SE ILUSTRAS COMO EL TECNICO RESPONSABLE CONTROLA EL NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR LOS 45 cm, EN INTERVALOS DE 15 cm, SONDEO N° 04










SE OBSERVA COMO SE PROCEDE A VERIFICAR LA PENETRACION MIDIENDO LOS ACOPLS DE LA CUCHARA DE TERZAGHI, GRACIAS A ESTOS ACOPLS SE LLEGA A LA PROFUNDIDAD DESEADA



SE OBSERVA COMO PERSONAL EXTRAEE LAS MUESTRAS DE LA CUCHARA DE TERZAGHI, PARA LUEGO REMITIRLA AL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PARA SU RESPECTIVO ANALISIS



	TIPO DE DOCUMENTO: <b>INFORME TECNICO</b>	CÓDIGO DE DOCUMENTO: <b>MU-E50-EM/CI0032-01 de 01</b>
	PROYECTO: <b>"SERVICIO DE INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PUENTE DE MEDICION - SIDERURGICA MUTUN"</b>	HOJA: <b>34 de 34</b>
	TITULO: <b>INFORME GEOTECNICO</b>	

	<b>REPORTE FOTOGRÁFICO</b> REPORT PHOTOGRAPHIC	Rev : 00 Fecha : 25/07/19 Reporte N° EGS-193/19 Página 11 de 11
CLIENTE / Client: SINOSTEEL PROYECTO / Project: "INGENIERÍA BÁSICA Y DETALLE DEL GASODUCTO PARA LA PLANTA DE ACERO INTEGRADA DE MUTÚN"		LOCALIZACION / Location : Comunidad El Mutún, Municipio Puerto Suarez, 1º Sección, Provincia German Busch, Zona Sur-Este de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra
<h2 style="text-align: center;">TRABAJO DE LABORATORIO</h2>		
	<p>SE ILUSTRARÁ COMO EL TÉCNICO PROCEDE CON EL LAVADO DE LA MUESTRA POR EL TAMIZ # 200 POR SU CONDICIÓN DE SUELO FINO, PARA SU POSTERIOR ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</p>	
	<p>SE ILUSTRARÁ COMO SE PROCEDE CON EL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LAS MUESTRAS</p>	
	<p>SE ILUSTRARÁ EN LA FOTOGRAFÍA COMO SE PROCEDE A OBTENER LOS LÍMITES DE ATTERBERG (CONSISTENCIA) DE LOS SUELOS COHESIVOS</p>	
	<p>SE OBSERVA COMO SE OBTIENEN LOS PESOS PARA LOS DIFERENTES ENSAYOS REALIZADOS</p>	