

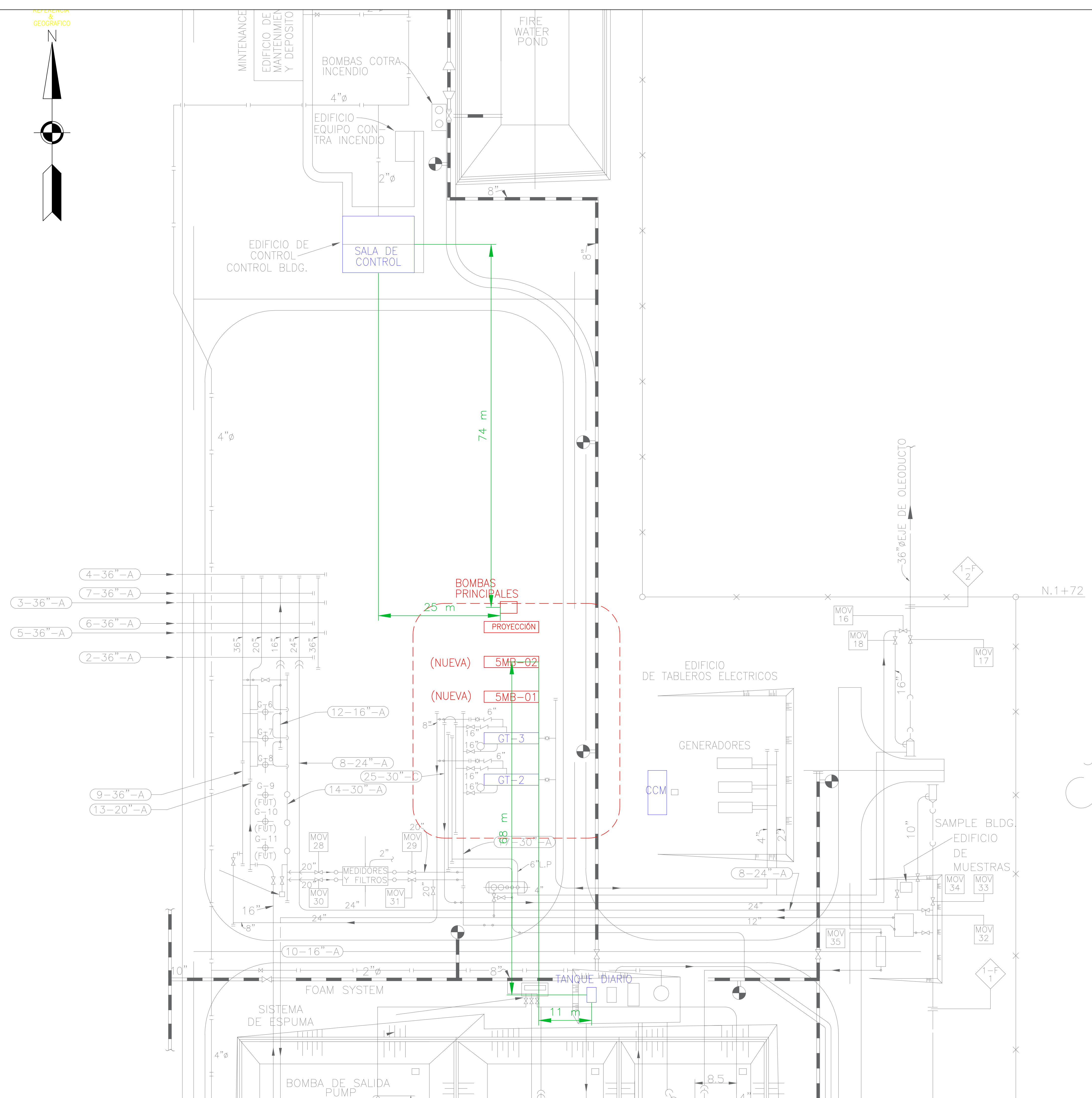
## **APÉNDICE 02.01**

- PLANOS REFERENCIALES - INSTALACIONES PROYECTADAS
- PLANOS - INSTALACIONES EXISTENTES
- CRONOGRAMA REFERENCIAL

**PLANOS REFERENCIALES - INSTALACIONES  
PROYECTADAS**

**ESTACIÓN 5**

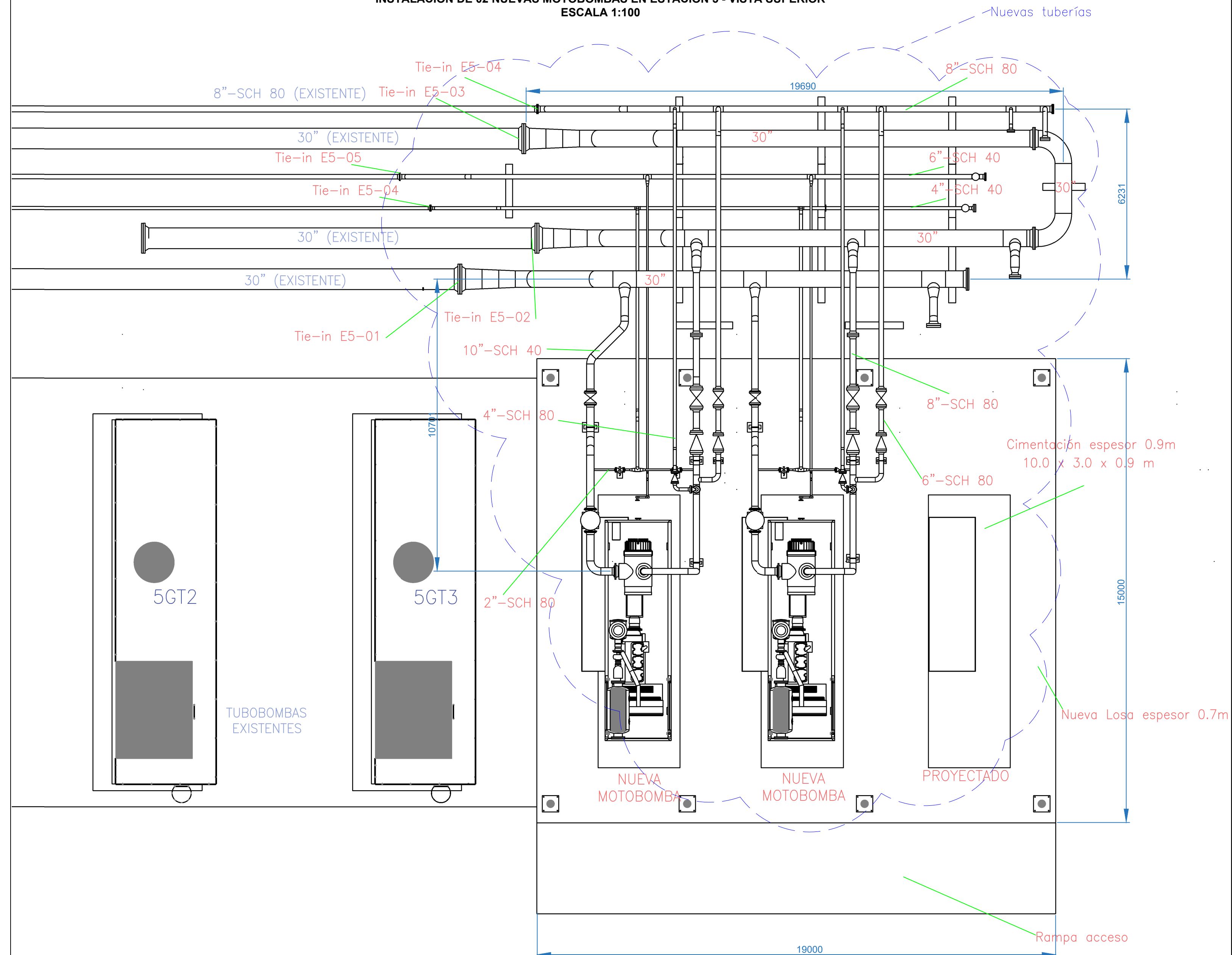




NOTAS:



[illegible]

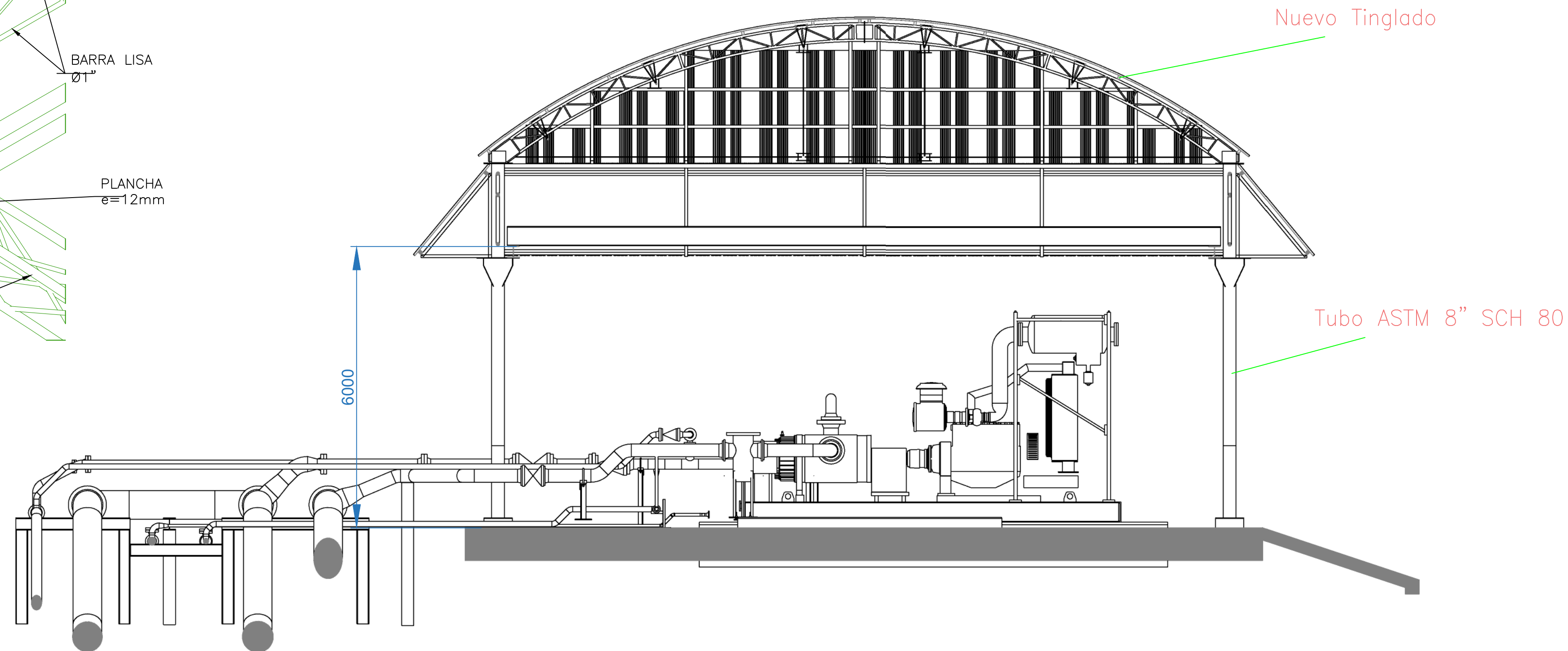
**INSTALACIÓN DE 02 NUEVAS MOTOBOMBAS EN ESTACIÓN 5 - VISTA SUPERIOR**  
**ESCALA 1:100**



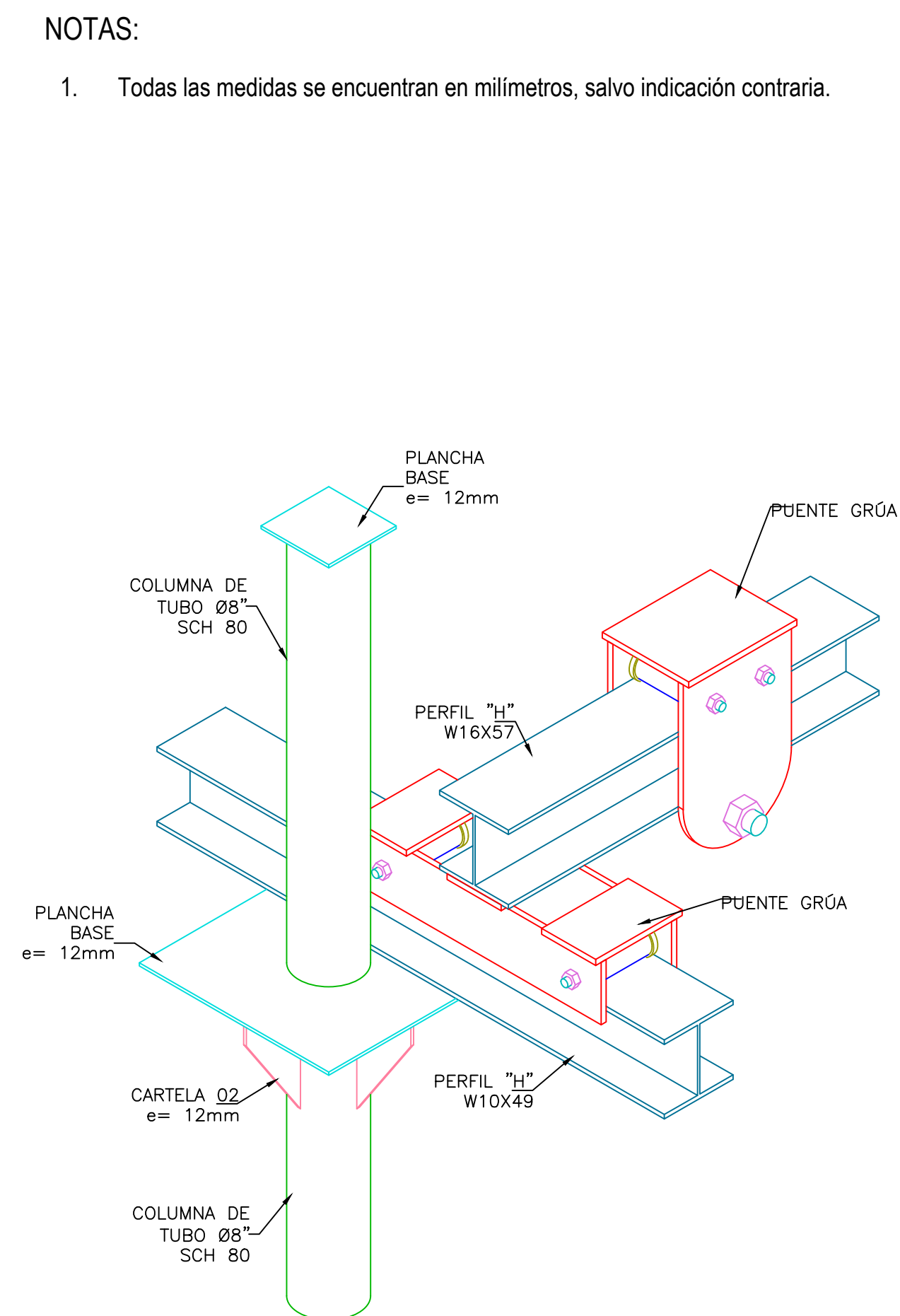
NOTAS:

1. Todas las medidas se encuentran en milímetros, salvo indicación contraria.

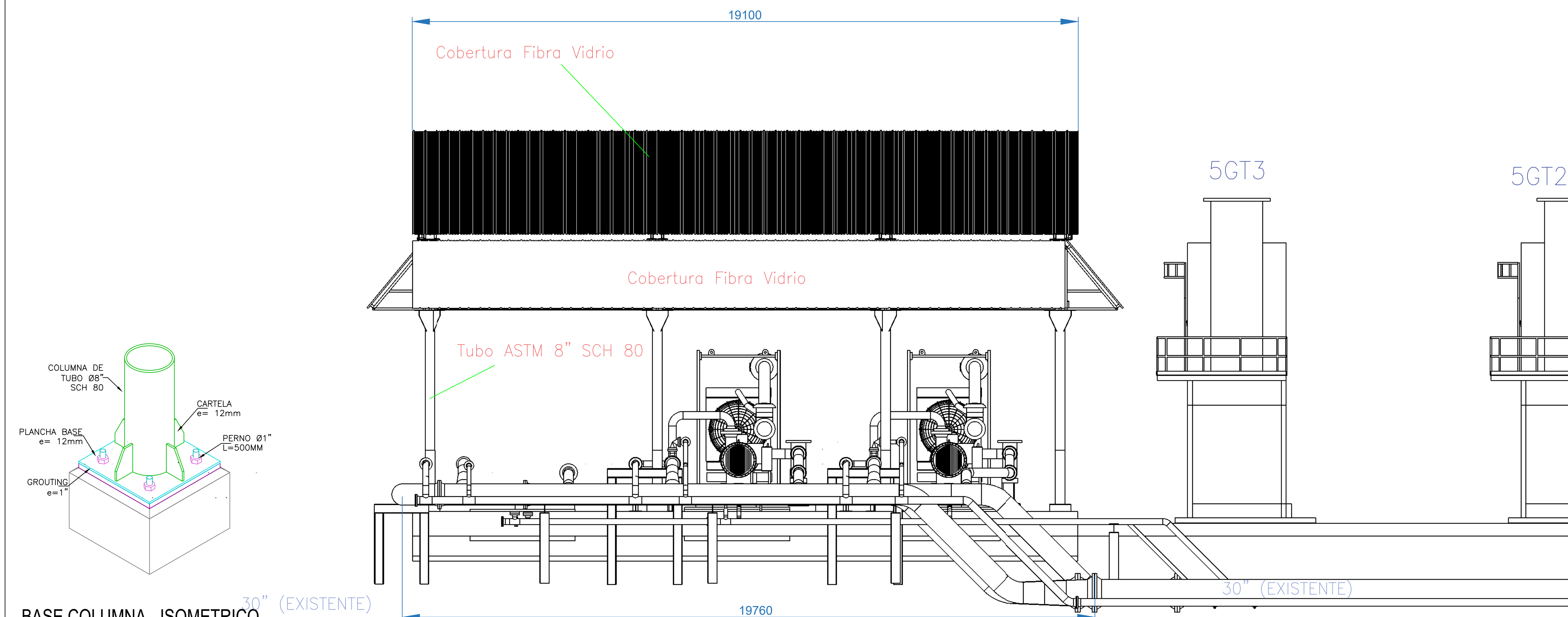
<div>3</div>									
<div>2</div>									
<div>1</div>									
<div>0</div>									
Rev.	Fecha	Descripción			Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Aprob.
Escala:	Fecha:	Diseñado:	Dibujado:		Jefe Ingen.:				
<div><div>Petroperú</div></div>									
<div>PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERU S.A.</div> <div>OLEODUCTO NORPERUANO</div>									
<div>INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP</div>									
<div>PIPING INSTALACIÓN DE NUEVAS BOMBAS EN ESTACIÓN 5 - VISTA SUPERIOR</div>									
<div>Petroperú</div>	FORMATO		PLANO N°.:				REV.:		
	A2		OLE-E5-PIP-MEC-PL-002				0		



### INSTALACIÓN DE 02 NUEVAS MOTOBOMBAS EN ESTACIÓN 5 - LATERAL ESCALA 1:100



DETALLE ISOMÉTRICO  
COLOCACIÓN RIEL GRÚA  
S/E



BASE COLUMNA - ISOMETRICO

**INSTALACIÓN DE 02 NUEVAS MOTOBOMBAS EN ESTACIÓN 5 - VISTA FRONTAL**  
**ESCALA 1:100**

<div>3</div>										
<div>2</div>										
<div>1</div>										
<div>0</div>										
Rev.	Fecha	Descripción			Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Rev.	Aprob.
Escala:		Fecha:		Diseñado:		Dibujado:		Jefe Ingen.:		



PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERU S.A.  
OLEODUCTO NORPERUANO

**INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP**

PIPING INSTALACIÓN DE NUEVAS BOMBAS EN ESTACIÓN 5 - VISTA FRONTAL  
Y LATERAL

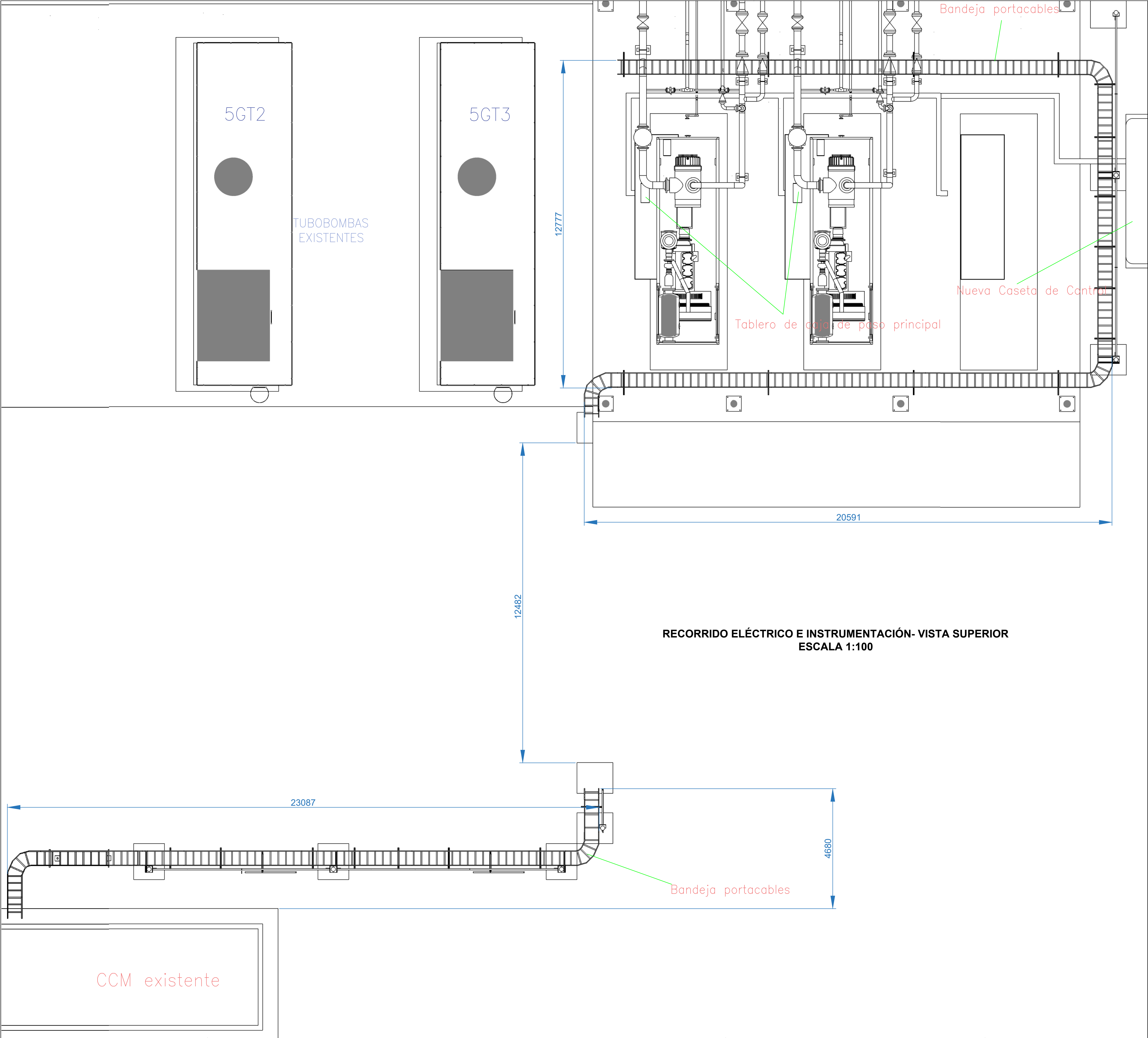


FORMATO	A2
---------	----



PLANO Nº.:	
	OLE-E5-PIP-MEC-PL-003

EV.:	
0	



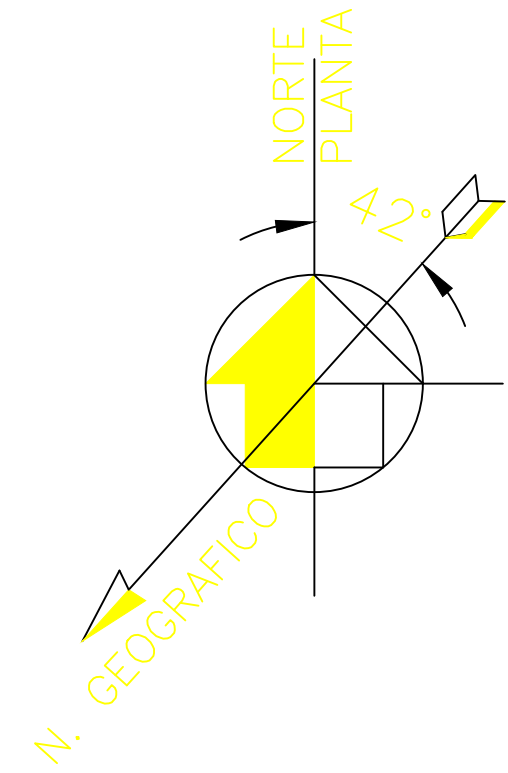


- NOTAS:
1. Todas las medidas se encuentran en milímetros, salvo indicación contraria.

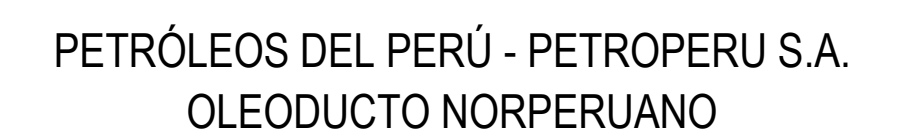
3										
2										
1										
0										
Rev.	Fecha	Descripción			Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Rev.	Aprob.
Escala:	Fecha:	Diseñado:	Dibujado:		Jefe Ingen.:					
<div> <b>Petroperú</b></div>										
<div><b>PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERU S.A.</b> <b>OLEODUCTO NORPERUANO</b></div>										
<div><b>INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP</b></div>										
<div><u>RECORRIDO INSTALACIONES ELÉCTRICAS - VISTA SUPERIOR</u></div>										
<div> <b>Petroperú</b></div>		FORMATO			PLANO N°:				REV.:	
		A2			OLE-E5-REC-ELE-PL-001				0	

**PLANOS REFERENCIALES - INSTALACIONES  
PROYECTADAS**

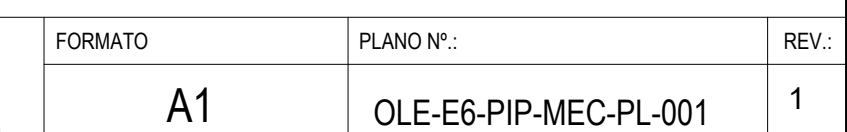
**ESTACIÓN 6**

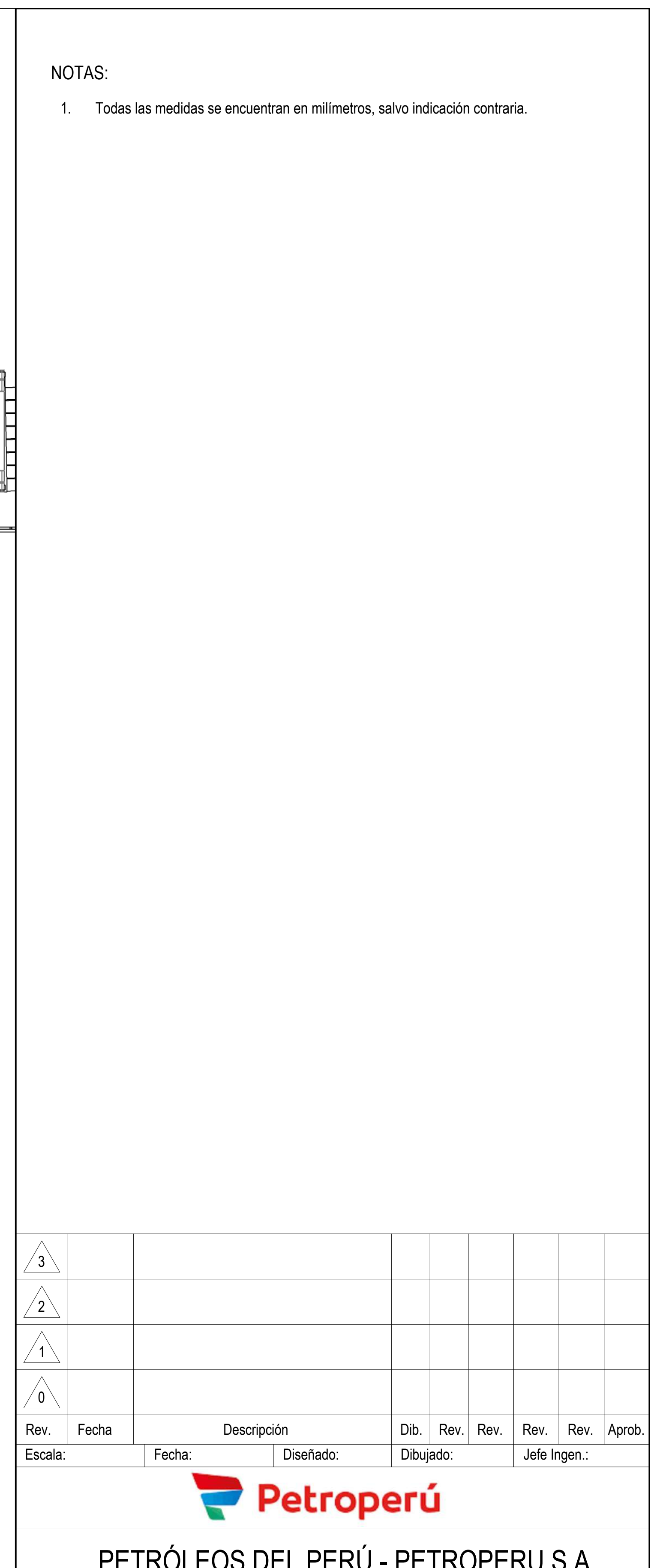


3											
2											
1											
0											
Rev.	Fecha	Descripción				Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Rev.	Aprob.
Escala:		Fecha:	Diseñado:			Dibujado:	Jefe Ingen:				



UBICACIÓN DE NUEVAS BOMBAS PRINCIPALES - ESTACIÓN 6  
PLOT PLAN





<p><b>OLEODUCTO NORPERUANO</b></p> <p><b>INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP</b></p> <p><b>PIPING INSTALACIÓN DE NUEVAS BOMBAS EN ESTACIÓN 6 - VISTA SUPERIOR</b></p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

\_\_\_\_\_









**PLANOS REFERENCIALES - INSTALACIONES  
PROYECTADAS**

**ESTACIÓN 7**



**INSTALACIÓN DE 02 NUEVAS MOTOBOMBAS EN ESTACIÓN 7 - VISTA SUPERIOR**  
**ESCALA 1:100**

The drawing illustrates the layout of a pump station. Key components and labels include:

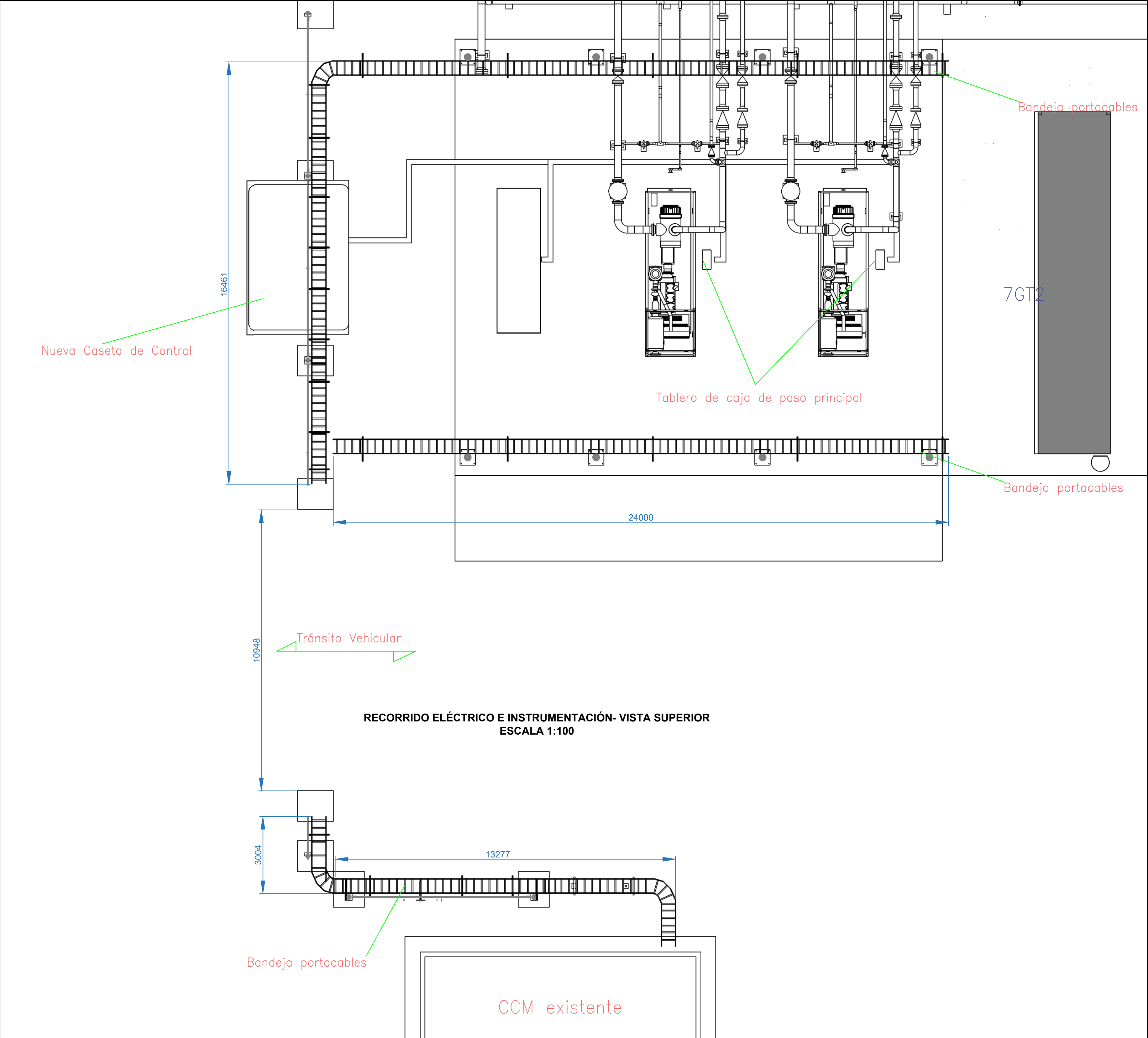
- Existing Infrastructure:**
  - 30" (EXISTENTE) pipes at the top and right.
  - Tie-in E7-02, Tie-in E7-03, Tie-in E7-04, Tie-in E7-05, and Tie-in E7-06.
  - 8"-SCH 80, 6"-SCH 80, 4"-SCH 80, and 2"-SCH 80 pipes.
  - TURBOBOMBAS EXISTENTE (7GT2 and 7GT1) on the right.
- New Installation (PROYECTADO):**
  - Two NUEVA MOTOBOMBA units.
  - 20"-SCH 40, 10"-SCH 40, and 6"-SCH 40 pipes.
  - 8"-SCH 80 and 6"-SCH 80 pipes connecting to the pumps.
- Structural Elements:**
  - Cimentación espesor 0.9m 5.65 x 1.7 x 0.9 m.
  - Nueva Losa espesor 0.7m.
  - Rampa acceso (Access Ramp) at the bottom right.
- Dimensions:**
  - 25795 (Total width)
  - 29154 (Width of pump area)
  - 10338 (Height of pump area)
  - 13000 (Height of concrete slab)
  - 18000 (Width of concrete slab)

1. Todas las medidas se encuentran en milímetros, salvo indicación contraria.

3										
2										
1										
0										
Rev.	Fecha	Descripción			Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Rev.	Aprob.
Escala:	Fecha:	Diseñado:			Dibujado:			Jefe Ingen.:		
 <b>Petroperú</b>										
<p align="center"><b>PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERU S.A.</b></p> <p align="center"><b>OLEODUCTO NORPERUANO</b></p>										
<p align="center"><b>INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP</b></p>										
<p align="center"><u>PIPING INSTALACIÓN DE NUEVAS BOMBAS EN ESTACIÓN 7- VISTA SUPERIOR</u></p>										
FORMATO		PLANO N°.: A2						REV.: 0		
		OLE-E7-PIP-MEC-PL-002								







- NOTAS:
1. Todas las medidas se encuentran en milímetros, salvo indicación contraria.

3										
2										
1										
0										
Rev.	Fecha	Descripción			Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Rev.	Aprob.
Escala:		Fecha:	Diseñado:	Dibujado:		Jefe Ingen.:				
<div> <b>Petroperú</b></div>										
<div><div>PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERU S.A.</div><div>OLEODUCTO NORPERUANO</div></div>										
<div>INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP</div>										
<div><u>RECORRIDO INSTALACIONES ELÉCTRICAS - VISTA SUPERIOR</u></div>										
<div> <b>Petroperú</b></div>	FORMATO			PLANO N°:				REV.:		
	A2			OLE-E7-REC-ELE-PL-001				0		


**PLANOS REFERENCIALES - INSTALACIONES  
PROYECTADAS**

**ESTACIÓN 8**



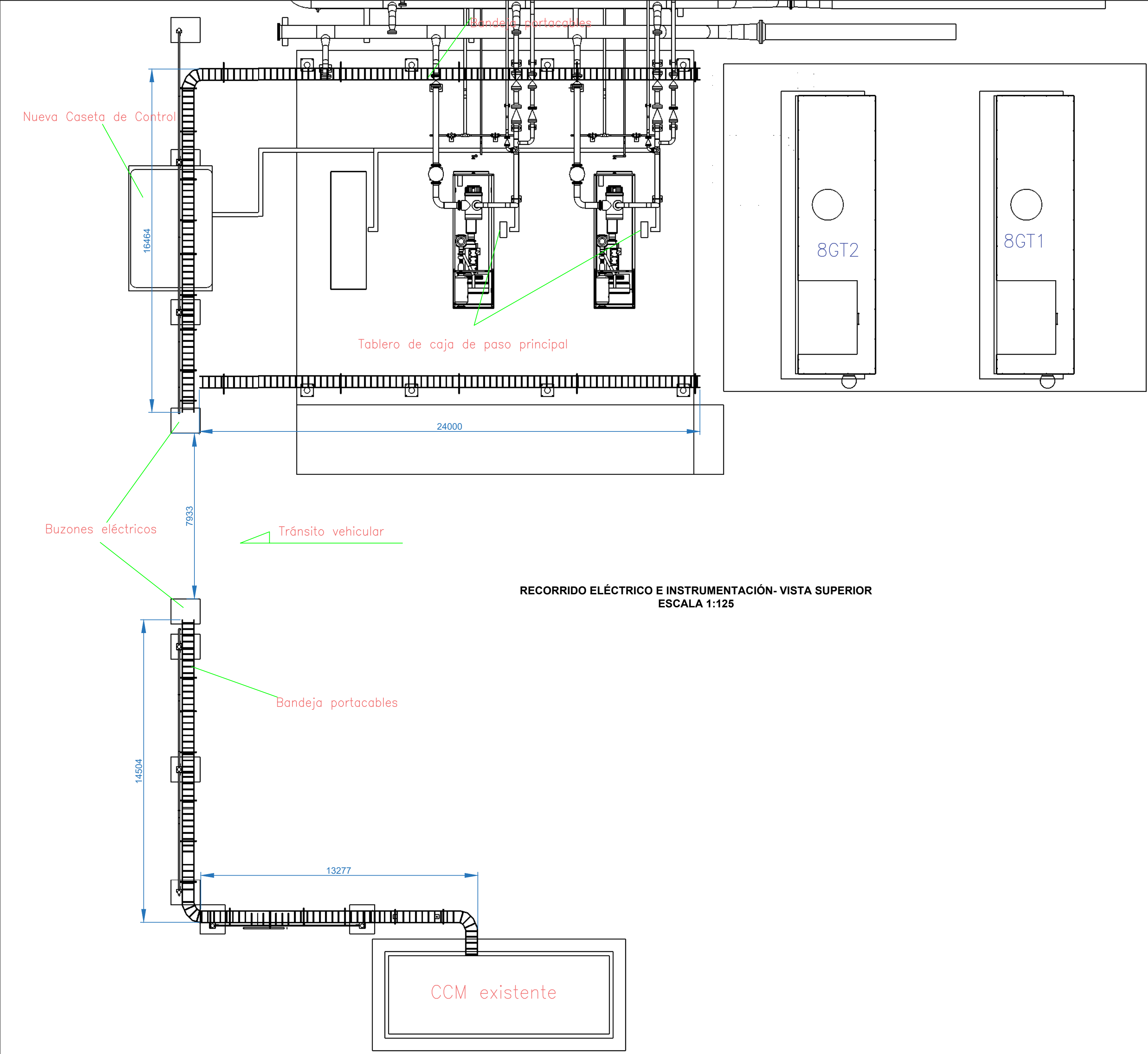




	FORMATO	PLANO N°:	REV.:
	A2	OLE-E8-PIP-MEC-PL-002	1



<div>3</div>											
<div>2</div>											
<div>1</div>											
<div>0</div>											
Rev.	Fecha	Descripción				Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Rev.	Apr.
Escala:	Fecha:	Diseñado:		Dibujado:		Jefe Ingen.:					
<div><div></div><div>Petroperú</div></div>											
<div><div>PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERU S.A.</div><div>OLEODUCTO NORPERUANO</div></div>											
<div>INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP</div>											
<div><div>PIPING INSTALACIÓN DE NUEVAS BOMBAS EN ESTACIÓN 8 - VISTA FRONTAL</div><div><u>Y LATERAL</u></div></div>											
<div><div></div><div>Petroperú</div></div>		FORMATO		PLANO N°.: 1							
		A2		OLE-E8-PIP-MEC-PL-003							



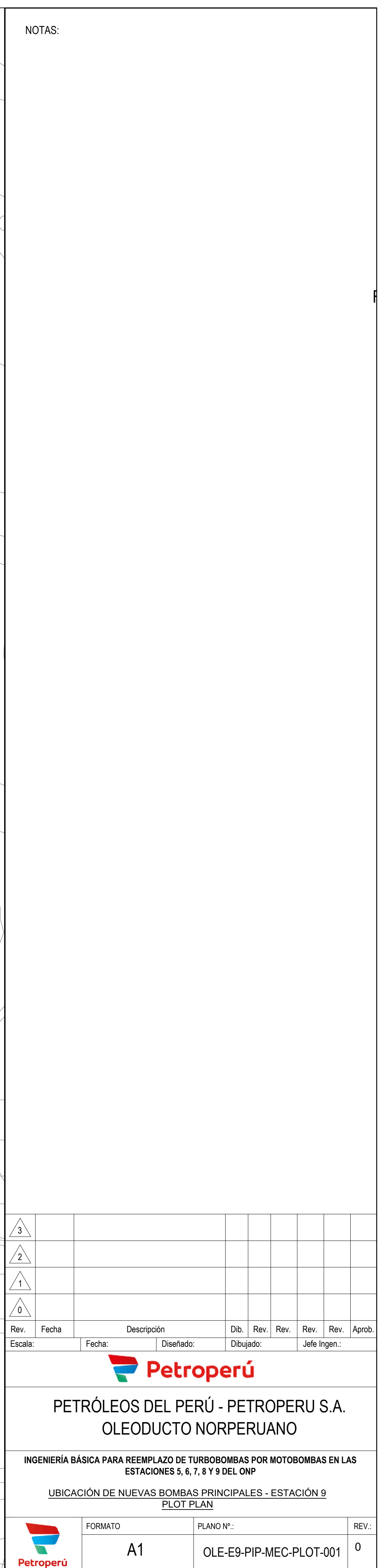
- NOTAS:
1. Todas las medidas se encuentran en milímetros, salvo indicación contraria.

<div>3</div>									
<div>2</div>									
<div>1</div>									
<div>0</div>									
Rev.	Fecha	Descripción		Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Rev.	Aprob.
Escala:		Fecha:	Diseñado:	Dibujado:		Jefe Ingen.:			
<div><div></div><div>Petroperú</div></div>									
PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERU S.A.									
OLEODUCTO NORPERUANO									
INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP									
RECORRIDO INSTALACIONES ELÉCTRICAS - VISTA SUPERIOR									
<div><div><div></div><div>Petroperú</div></div></div>									
FORMATO		PLANO N°:				REV.:			
A2		OLE-E8-REC-ELE-PL-001				1			

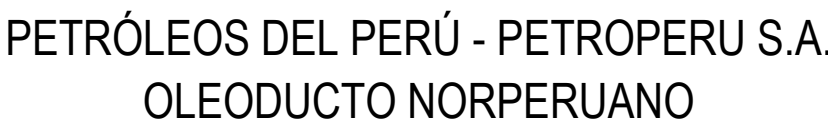
**PLANOS REFERENCIALES - INSTALACIONES  
PROYECTADAS**

**ESTACIÓN 9**



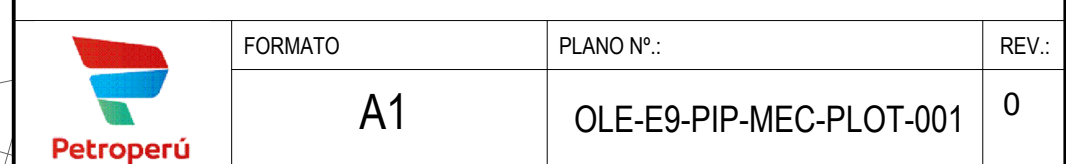


Rev.	Fecha	Descripción		Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Rev.	Aprob.
Escala:		Fecha:	Diseñado:	Dibujado:		Jefe Ingen.:			



**INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP**

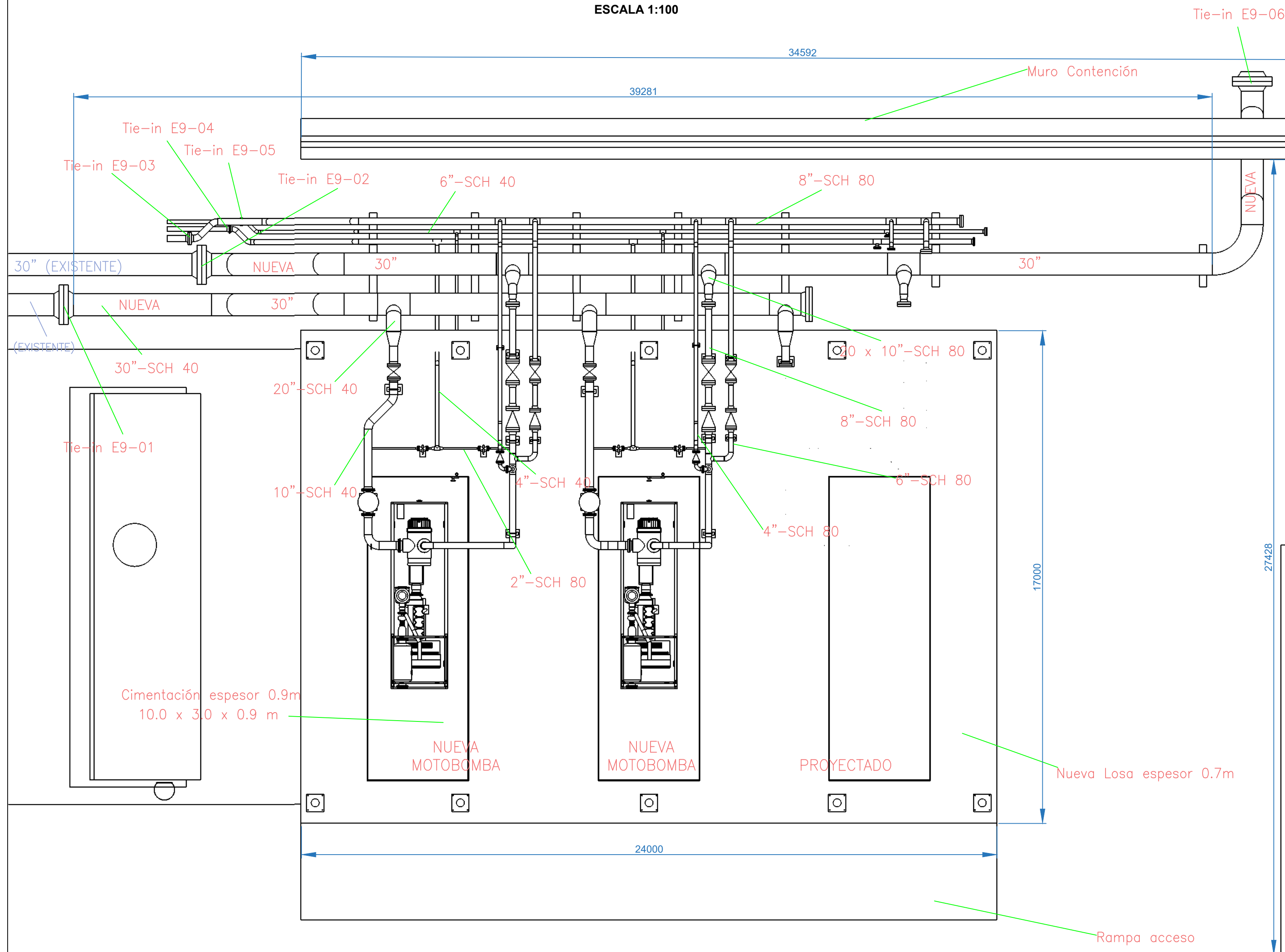
UBICACIÓN DE NUEVAS BOMBAS PRINCIPALES - ESTACIÓN  
PLOT PLAN



**INSTALACIÓN DE 02 NUEVAS MOTOBOMBAS EN ESTACIÓN 9 - VISTA SUPERIOR**  
**ESCALA 1:100**

NOTAS:

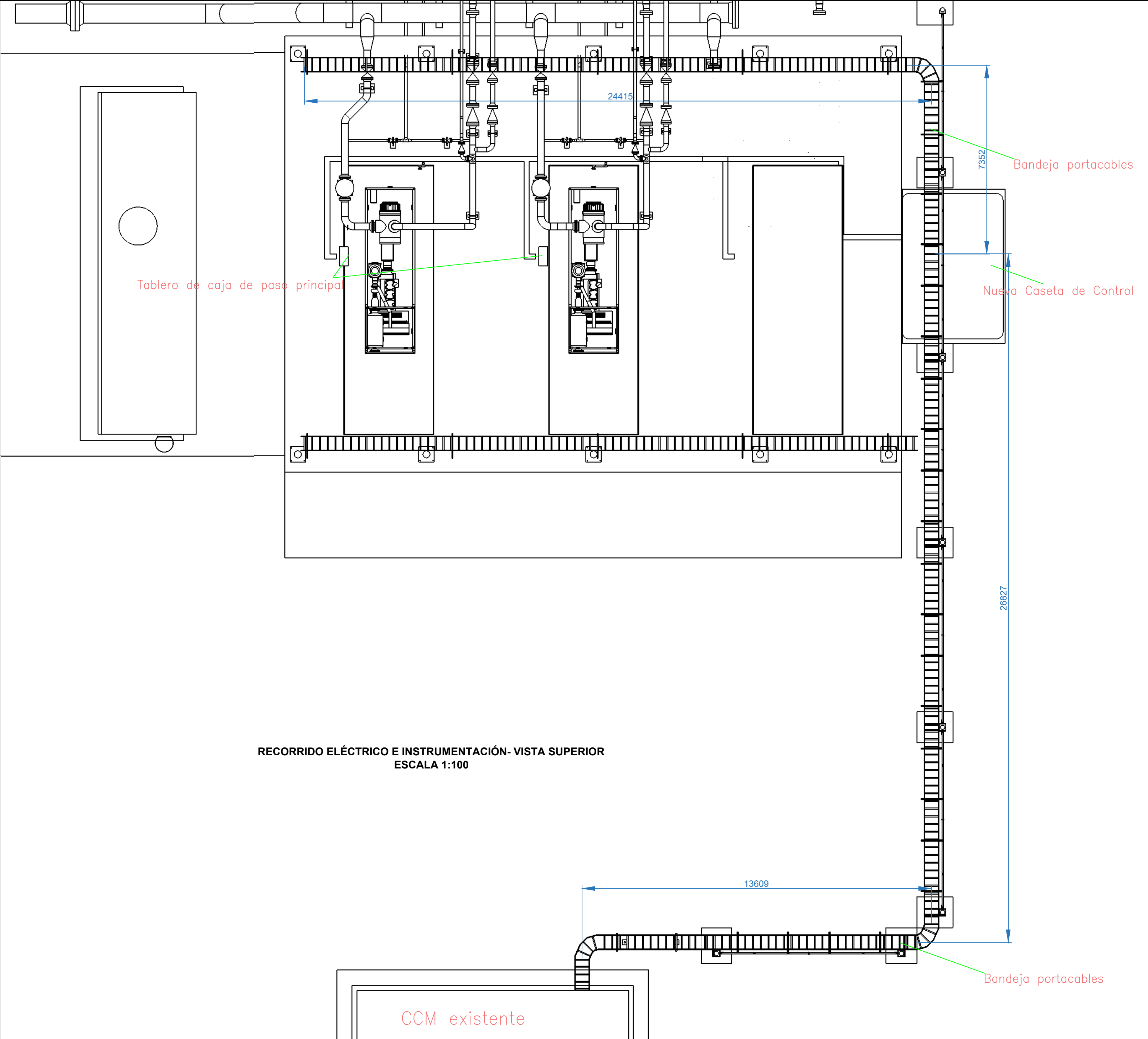
1. Todas las medidas se encuentran en milímetros, salvo indicación contraria.



<div><div>3</div></div>										
<div><div>2</div></div>										
<div><div>1</div></div>										
<div><div>0</div></div>										
Rev.	Fecha	Descripción			Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Rev.	Aprob.
Escala:	Fecha:	Diseñado:	Dibujado:		Jefe Ingen.:					
<div><div></div><div>Petroperú</div></div>										
<div>PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERU S.A.</div> <div>OLEODUCTO NORPERUANO</div>										
<div>INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP</div>										
<div>PIPING INSTALACIÓN DE NUEVAS BOMBAS EN ESTACIÓN 9 - VISTA SUPERIOR</div>										
<div><div></div><div>Petroperú</div></div>		FORMATO	PLANO N°.:					REV.:		
		A2	OLE-E9-PIP-MEC-PL-002					0		







NOTAS:

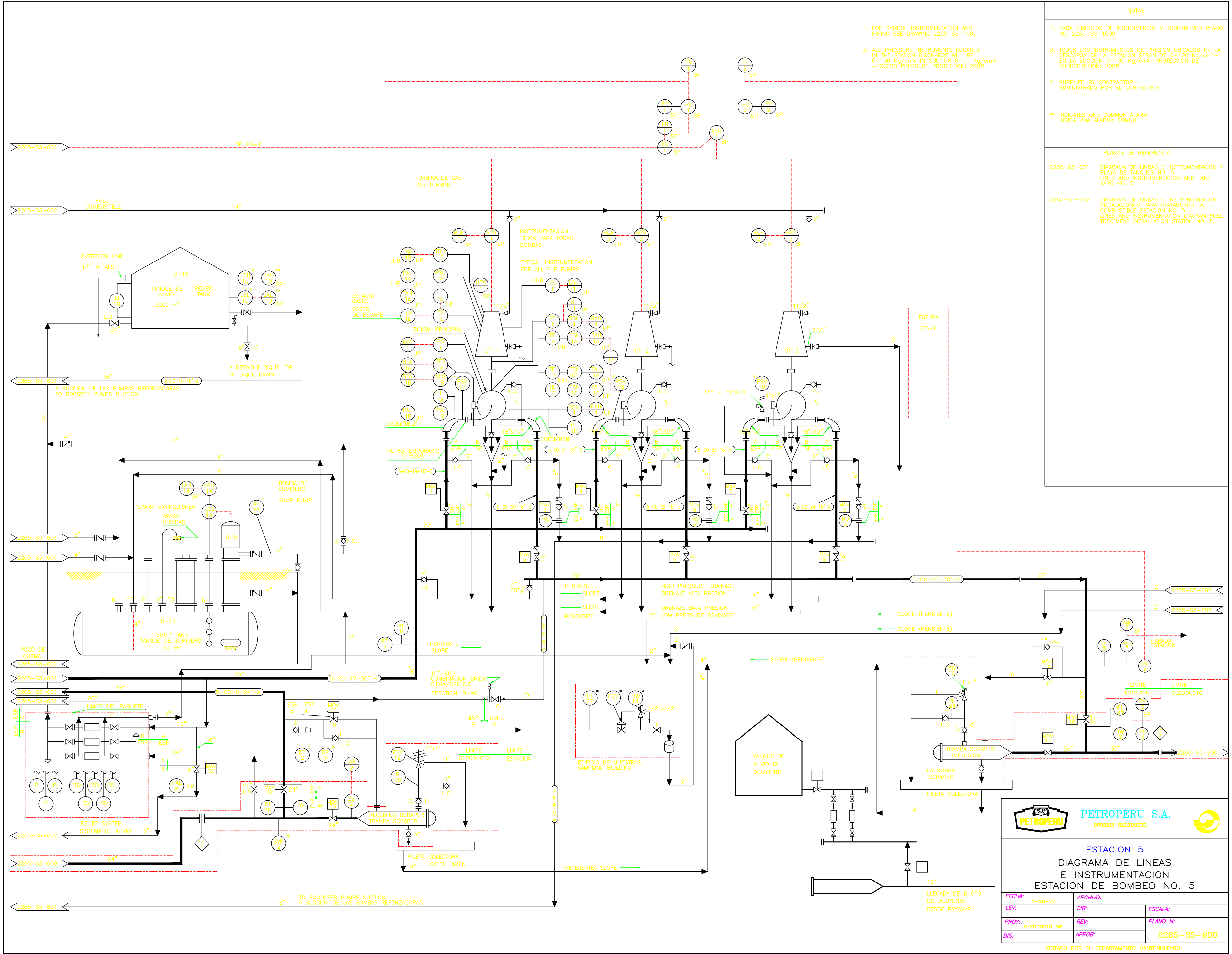
1. Todas las medidas se encuentran en milímetros, salvo indicación contraria.

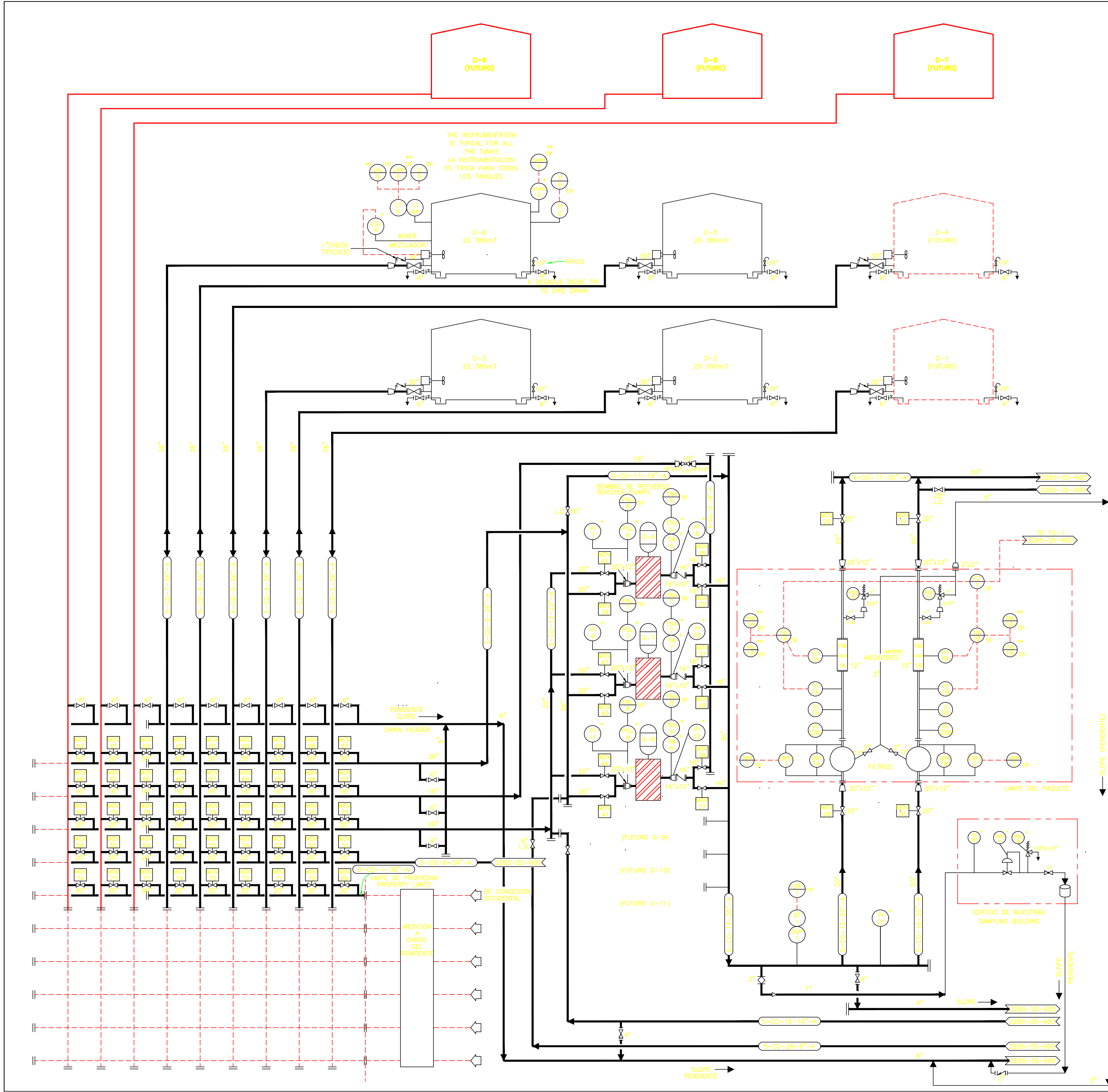
3									
2									
1									
0									
Rev.	Fecha	Descripción		Dib.	Rev.	Rev.	Rev.	Rev.	Aprob.
Escala:		Fecha:	Diseñado:	Dibujado:			Jefe Ingen.:		
<div> <b>Petroperú</b></div>									
<div><div>PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERU S.A.</div><div>OLEODUCTO NORPERUANO</div></div>									
<div>INGENIERÍA BÁSICA PARA REEMPLAZO DE TURBOBOMBAS POR MOTOBOMBAS EN LAS ESTACIONES 5, 6, 7, 8 Y 9 DEL ONP</div>									
<div><u>RECORRIDO INSTALACIONES ELÉCTRICAS - VISTA SUPERIOR</u></div>									
<div> <b>Petroperú</b></div>	FORMATO		PLANO N°:				REV.:		
	A2		OLE-E9-REC-ELE-PL-001				1		



## **PLANOS - INSTALACIONES EXISTENTES**

### **ESTACIÓN 5**





NOTAS

1.PARA SIMBOLOS DE INSTRUMENTOS Y TUBERIA — VER PLANO No.2265-S5-1000 FOR INSTRUMENTATION AND PIPING SYMBOLS SEE DRAWING No.2265-S5-1000

\* SUPPLIED BY CONTRACTOR

\*\* INDICATES ONE COMMON ALARM

PLANOS DE REFERENCIA

2265-S5-600 DIAGRAMA DE LINEAS E INSTRUMENTACION ESTACION DE BOMBEO No.5 LINES AND INSTRUMENTATION DIAGRAM PUMP STATION No.5

2265-S5-602 DIAGRAMA DE LINEAS E INSTRUMENTACION INSTALACIONES PARA TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE ESTACION No.5 LINES AND INSTRUMENTATION DIAGRAM FUEL TREATMENT INSTALLATIONS STATION No.5

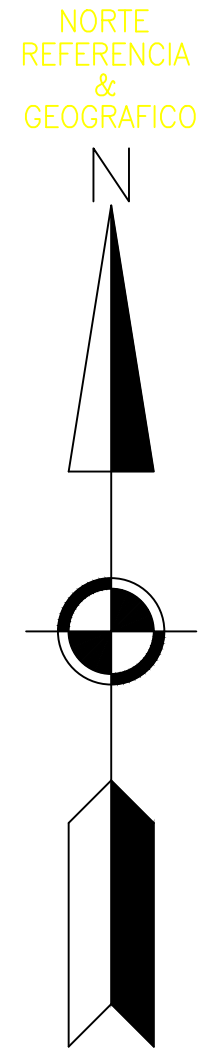
LINES AND INSTRUMENTATION DIAGRAM AND TANK YARD No.5

PETROPERU S.A.  
DIVISION OLEODUCTO

ESTACION NRO. 5  
DIAGRAMA DE LINEAS  
E INSTRUMENTACION Y  
PLAYA DE TANQUES No.5

FECHA: 1-20-77	ARCHIVO:	
LEV:	DIB:	ESCALA:
PROY: OLEODUCTO N-P	REV:	PLANO N:
DIS:	APROB:	2265-S5-601

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO



NOTE:FOR ALL DETAILS ON  
FOAM SYSTEM,SEE DWG.2265-S5-625.

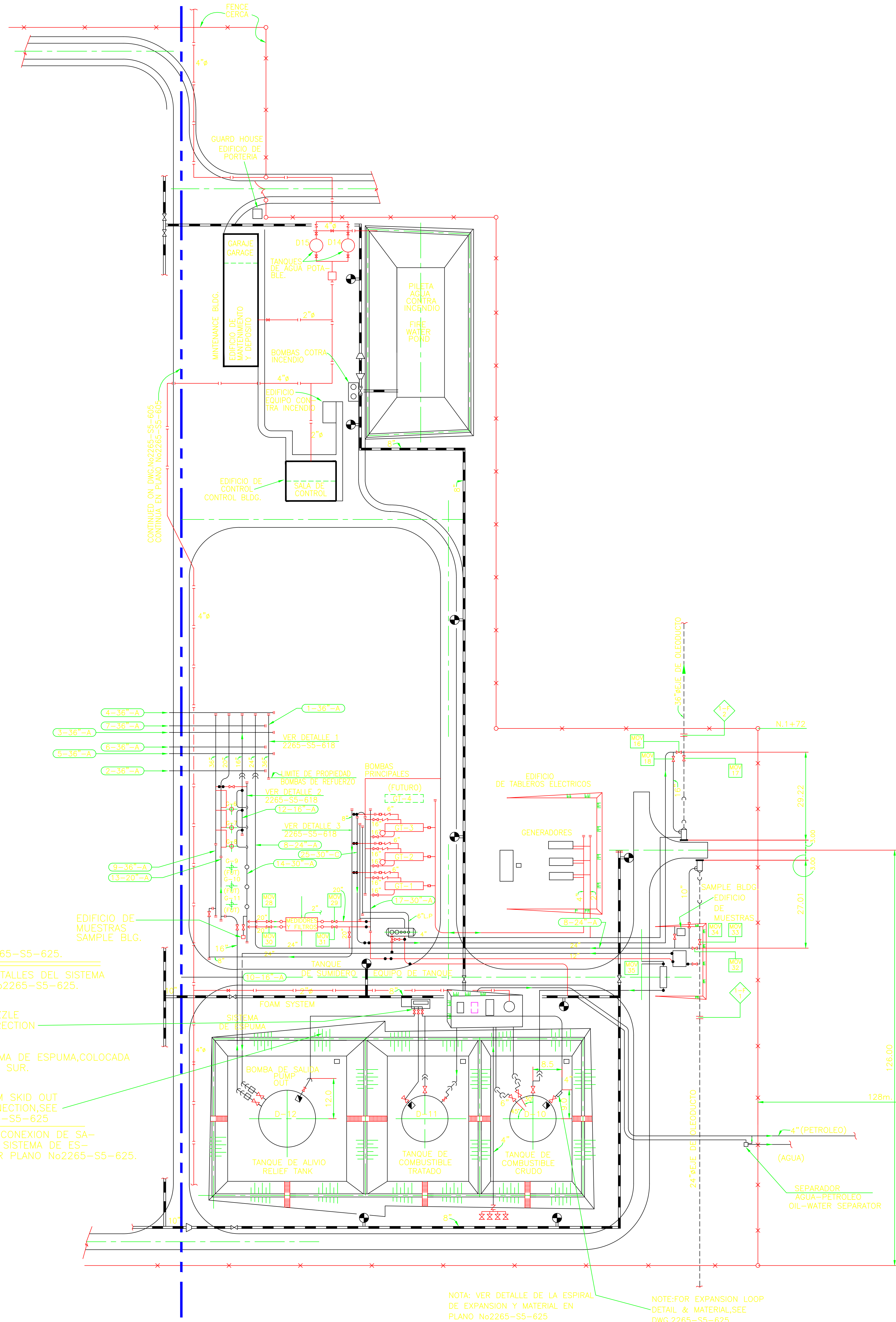
NOTA:PARA TODOS LOS DETALLES DEL SISTEMA  
DE ESPUMA,VER PLANO No2265-S5-625.

NOTE:  
PLACED FOAM SKID NOZZLE  
MANIFOLD IN SOUTH DIRECTION

NOTA:  
LA BOQUILLA DEL SISTEMA DE ESPUMA,COLOCADA  
EN DIRECCION HACIA EL SUR.

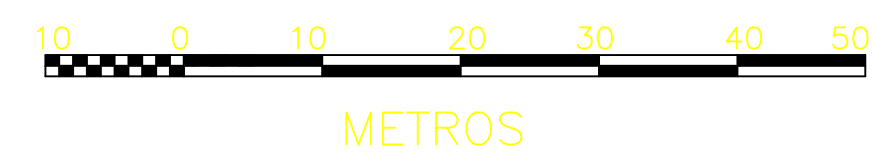
FOR FOAM SKID OUT  
LET CONNECTION,SEE  
DWG.2265-S5-625

PARA LA CONEXION DE SA-  
LIDA DEL SISTEMA DE ES-  
PUMA VER PLANO No2265-S5-625.



NOTA: VER DETALLE DE LA ESPIRAL  
DE EXPANSION Y MATERIAL EN  
PLANO No2265-S5-625

NOTE:FOR EXPANSION LOOP  
DETAIL & MATERIAL,SEE  
DWG.2265-S5-625



PIPING LOCATION STA. No5  
FOAM PIPING PLOT PLAN  
TANK AREA

#### NOTAS

- 1.PARA SIMBOLOS DE INSTRUMENTACION Y TUBERIA VER PLANO No2265-S5-1000
- 1.FOR INSTRUMENTATION AND PIPING SYMBOLS SEE DRAWING NO (2265-S5-1000).
- 2.ALL DIMENSIONS ARE IN METERS.

#### PLANOS DE REFERENCIA

- |             |                                                                                                                     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2265-S5-100 | PLANTA UBICACION Y NIVELES PLAYA DE TANQUES ESTACION No5                                                            |
| 2265-S5-100 | GRADING AND LOCATION PLAN TANK FARM STA.5                                                                           |
| 2265-S5-606 | DISPOSICION DE TUBERIAS ESTACION DE BOMBEO No5                                                                      |
| 2265-S5-606 | PIPING LOCATION,STATION No5                                                                                         |
| 2265-S5-110 | DETALLES CONSTRUCTIVOS,TIPICO                                                                                       |
| 2265-S5-110 | STRUCTURE DETAILS TYPICAL                                                                                           |
| 2265-S5-603 | DIAGRAMA DE LINEA E INSTRUMENTACION SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO PLAYA DE TANQUES Y ESTACION DE BOMBEO No5 |
| 2265-S5-603 | INSTRUMENTATION AND LINE DIAGRAM PROTECTION AGAINST FIRE SYSTEM TANK YARD AND PUMP STA. No5                         |

#### LEYENDA

- |  |                                                        |
|--|--------------------------------------------------------|
|  | TUBERIA DE PETROLEO<br>OIL PIPE                        |
|  | TUBERIA DE AGUA CONTRA INCENDIO<br>FIREWATER DE ESPUMA |
|  | EQUIPO DE ESPUMA<br>FOAM EQUIPMENT                     |



PETROPERU S.A.  
DIVISION OLEODUCTO



ESTACION No 5  
DISPOSICION DE TUBERIAS  
ESTACION DE BOMBEO No5

FECHA:	1/22/77	ARCHIVO:		ESCALA:	
LEV:		DIB:		REV:	
PROY:	OLEODUCTO N-P	DIS:		APROB:	
				2265-S5-606	

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO





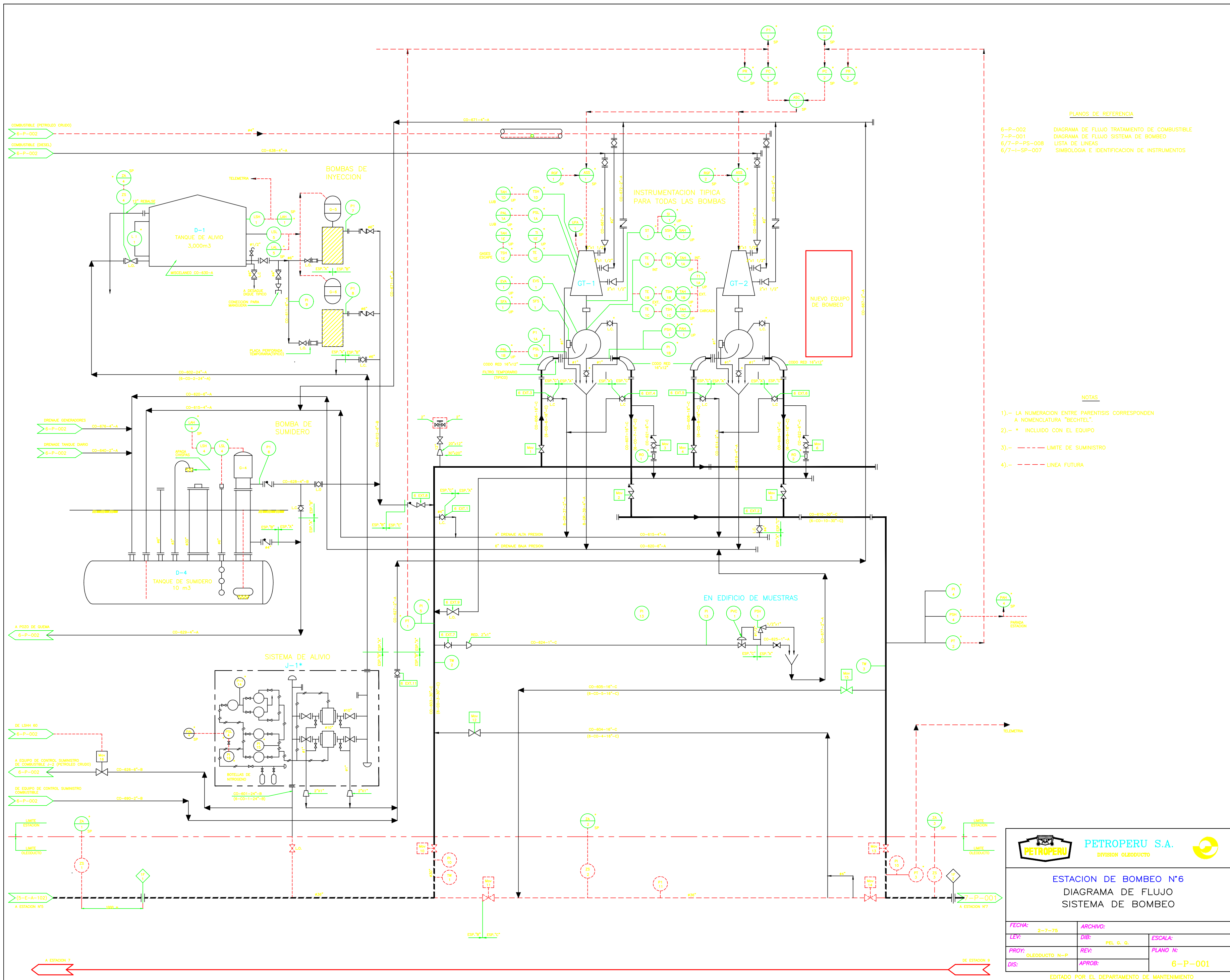




## **PLANOS - INSTALACIONES EXISTENTES**

### **ESTACIÓN 6**





PLANOS DE REFERENCIA

6-P-002 DIAGRAMA DE FLUJO TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE  
7-P-001 DIAGRAMA DE FLUJO SISTEMA DE BOMBEO  
6/7-P-PS-008 LISTA DE LINEAS  
6/7-I-SP-007 SIMBOLOGIA E IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS

NOTAS

- 1).- LA NUMERACION ENTRE PARENTESIS CORRESPONDEN A NOMENCLATURA "BECHTEL".
- 2).- \* INCLUIDO CON EL EQUIPO
- 3).- --- LIMITE DE SUMINISTRO
- 4).- --- LINEA FUTURA



PETROPERU S.A.  
DIVISION OLBODUCTO

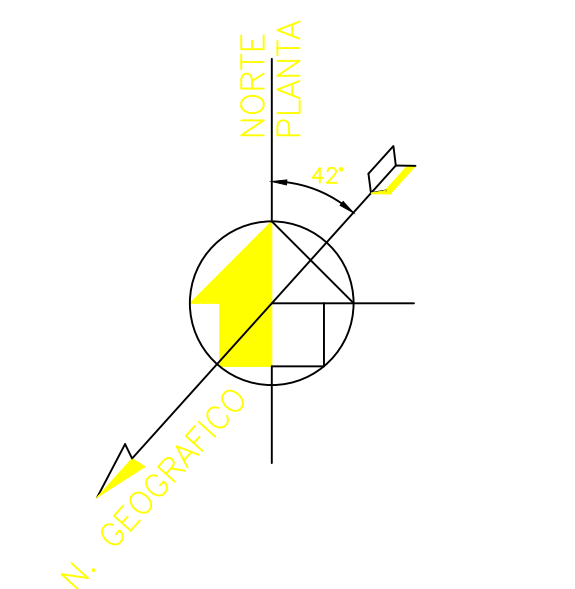


ESTACION DE BOMBEO N°6  
DIAGRAMA DE FLUJO  
SISTEMA DE BOMBEO

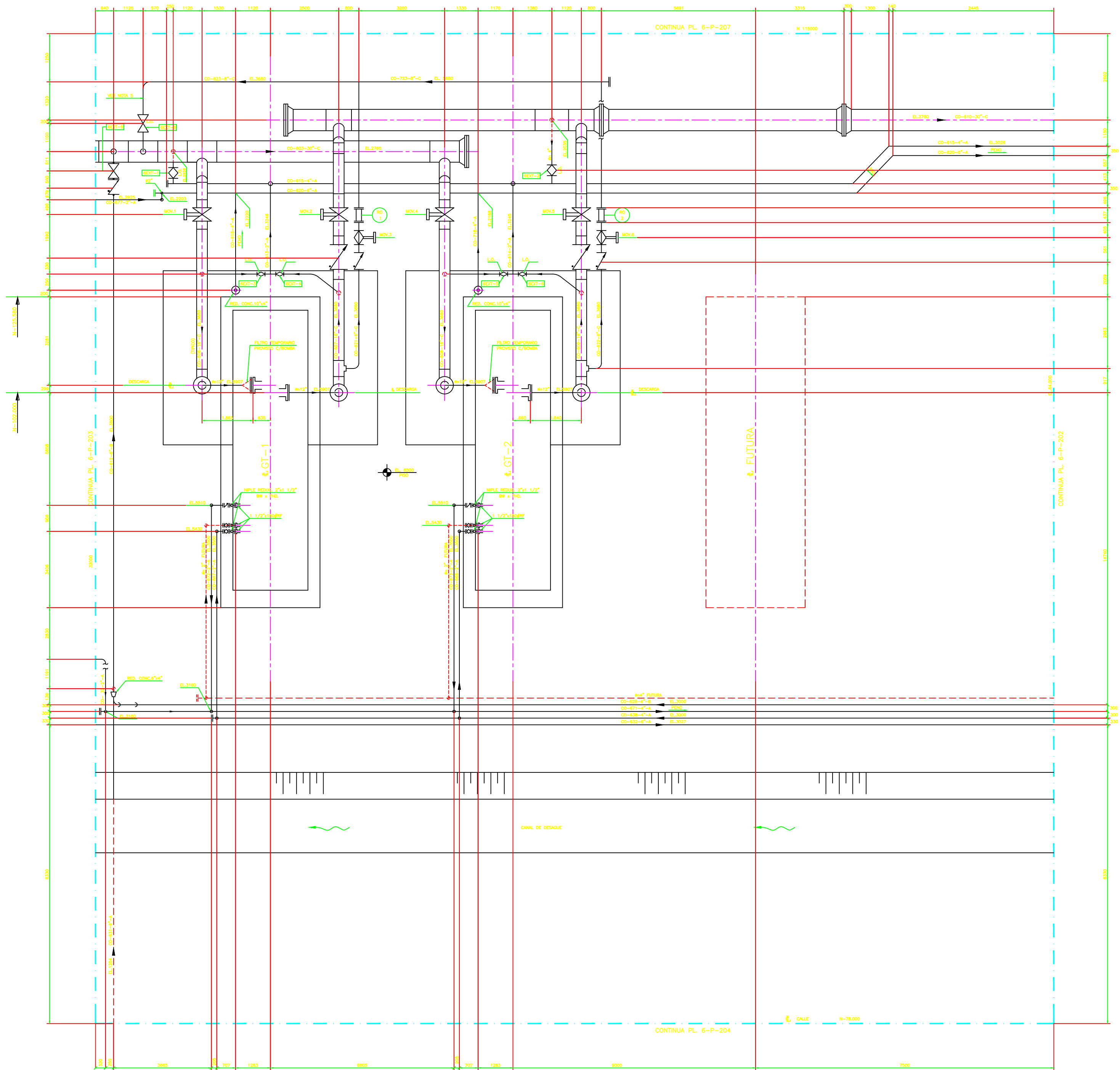
FECHA:	2-7-75	ARCHIVO:	
LEV:		DIB:	PEL G. Q.
PROY:	OLEODUCTO N-P	REV:	
DIS:		APROB:	

PLANO N°: 6-P-001

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO



EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO



PLANOS DE REFERENCIA

- 6-P-101 - PLANTA UBICACION DE EQUIPOS
- 6-P-102 - PLANTA UBICACION DE PLANOS
- 6-P-103 - ELEVACION GENERAL

NOTAS:

- EL NIVEL  $\pm$  0.00 CORRESPONDE AL +270 m. ABSOLUTO DEL RELEVAMIENTO DEL TERRENO.
- ELEVACION & DE CAÑERÍAS
- ELEVACION & CAÑERÍAS EN EL PUNTO INDICADO, Y CO-RESPONDIENTE A LA LINEA CUYA DIRECCION ES PARA-LELA A LA LINEA DE COTA.
- INDICA CAÑERÍAS FUTURAS.
- NIPLAS DE LAS VALVULAS CON 6-EXT.-8 Y 9, SON DE SCHEDULE 40 (DE FABRICA).



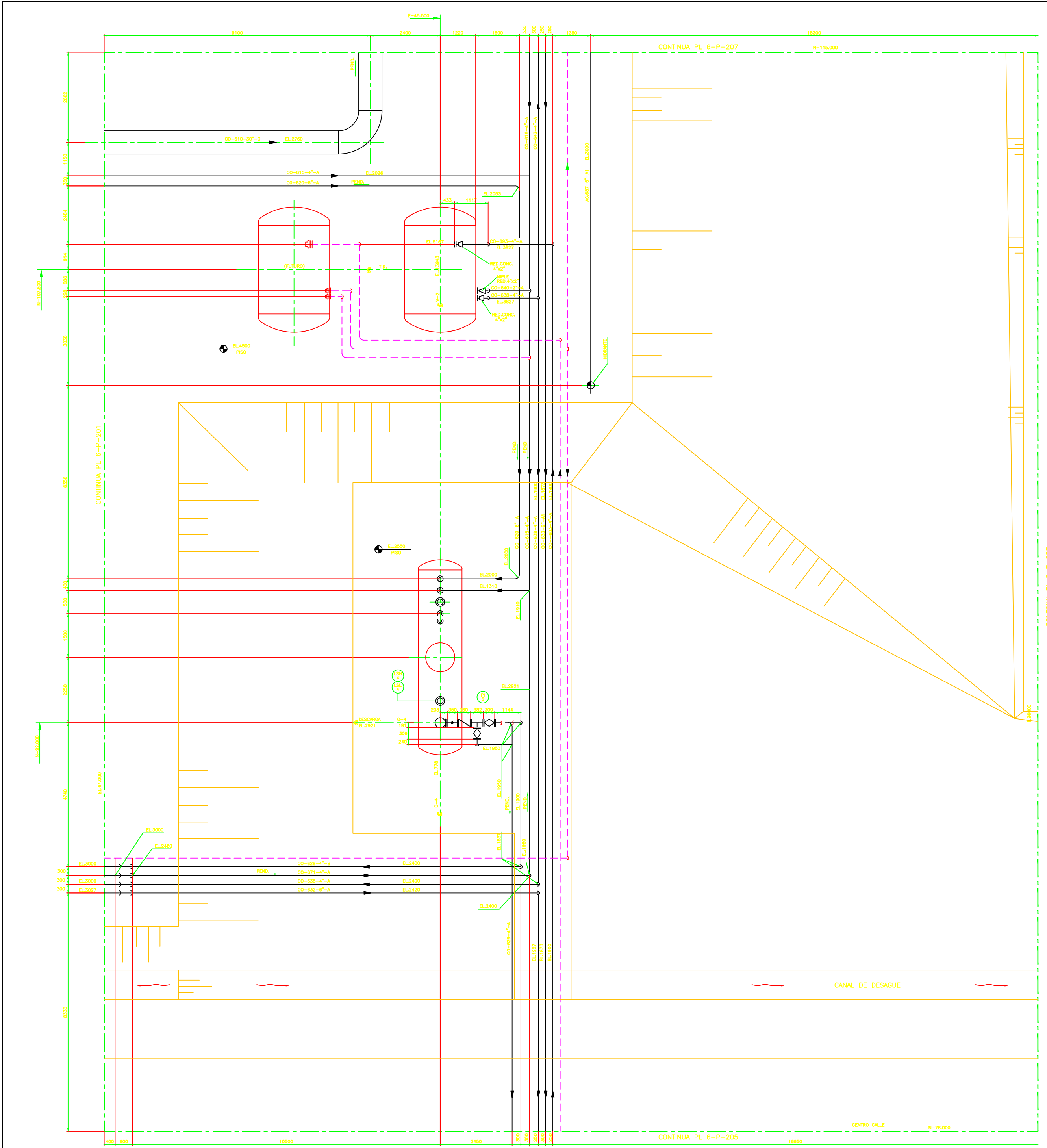
**PETROPERU S.A.**  
DIVISION OLEODUCTO



**ESTACION DE BOMBEO No.6**  
PLANTA DE CAÑERIAS  
ZONA TURBOBOMBAS PRINCIPALES

FECHA: 25-9-75	ARCHIVO:	
LEV:	DIB:	ESCALA: 1:50
PROY: OLEODUCTO N-PERUANO	REV: G.O.M.	PLANO N: 6-P-201
DIS: P.E.L.	APROB:	

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO



PLANOS DE REFERENCIA  
6-P-101 PLANTA UBICACION DE EQUIPOS  
6-P-102 PLANTA UBICACION DE PLANOS  
6-P-103 ELEVACION GENERAL

NOTAS

- 1.- EL NIVEL ± 0.00 CORRESPONDE AL ± 270 METROS ABSOLUTO DEL RELEVAMIENTO DEL TERRENO
- 2.- ELEVACION DE CANERIAS
- 3.- ELEVACION DE CANERIA EN EL PUNTO INDICADO Y CORRESPONDIENTE A LA LINEA CUYA DIRECCION ES PARALELA A LA LINEA DE COTA.
- 4.- INDICA CANERIAS FUTURAS.

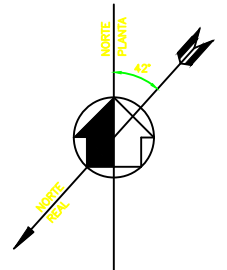
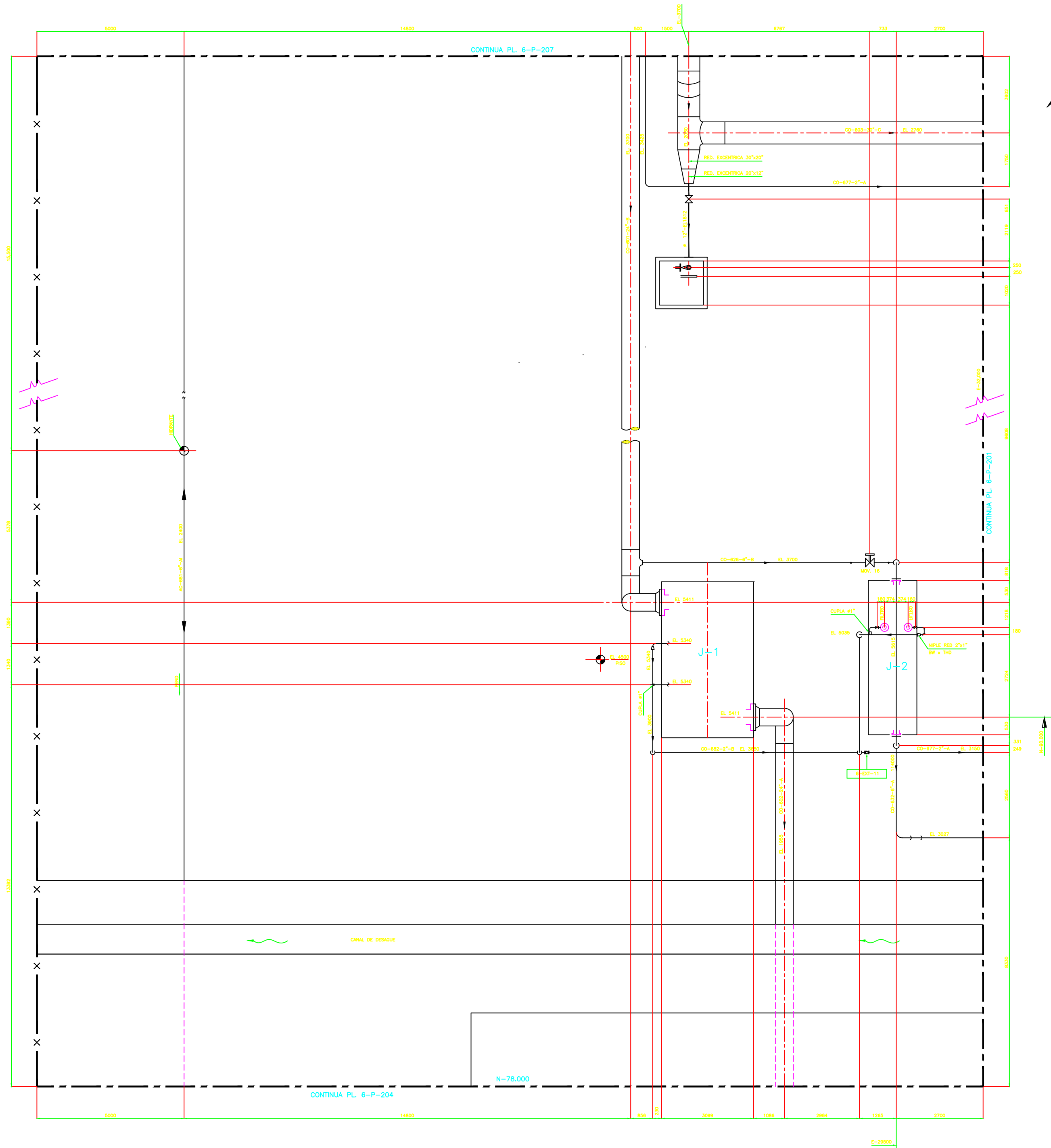


ESTACION DE BOMBEO No.6  
PLANTA DE CANERIAS  
ZONA TANQUES SUMIDERO Y DIARIO

FECHA: 3-10-75	ARCHIVO:	
LEV:	DIB: P.E.L.	ESCALA: 1:50
PROY: OLEODUCTO N-P	REV:	PLANO N: 6-P-202
DIS:	APROB:	


EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO





- PLANOS DE REFERENCIA
- 6-P-101 - PLANTA UBICACION DE EQUIPOS
  - 6-P-102 - PLANTA UBICACION DE PLANOS
  - 6-P-103 - ELEVACION GENERAL

- NOTAS
- 1) EL NIVEL  $\pm 0.00$  CORRESPONDE AL + 270 METROS, ABSOLUTO DEL RELEVAMIENTO DEL TERRENO
  - 2) ELEVACION & CANERIA
  - 3) ELEVACION & CANERIA EN EL PUNTO INDICADO CORRESPONDIENTE A LA LINEA CUYA DIRECCION ES PARALELA A LA LINEA DECOTA

**PETROPERU S.A.**  
SISTEMAS GUBERNATIVOS

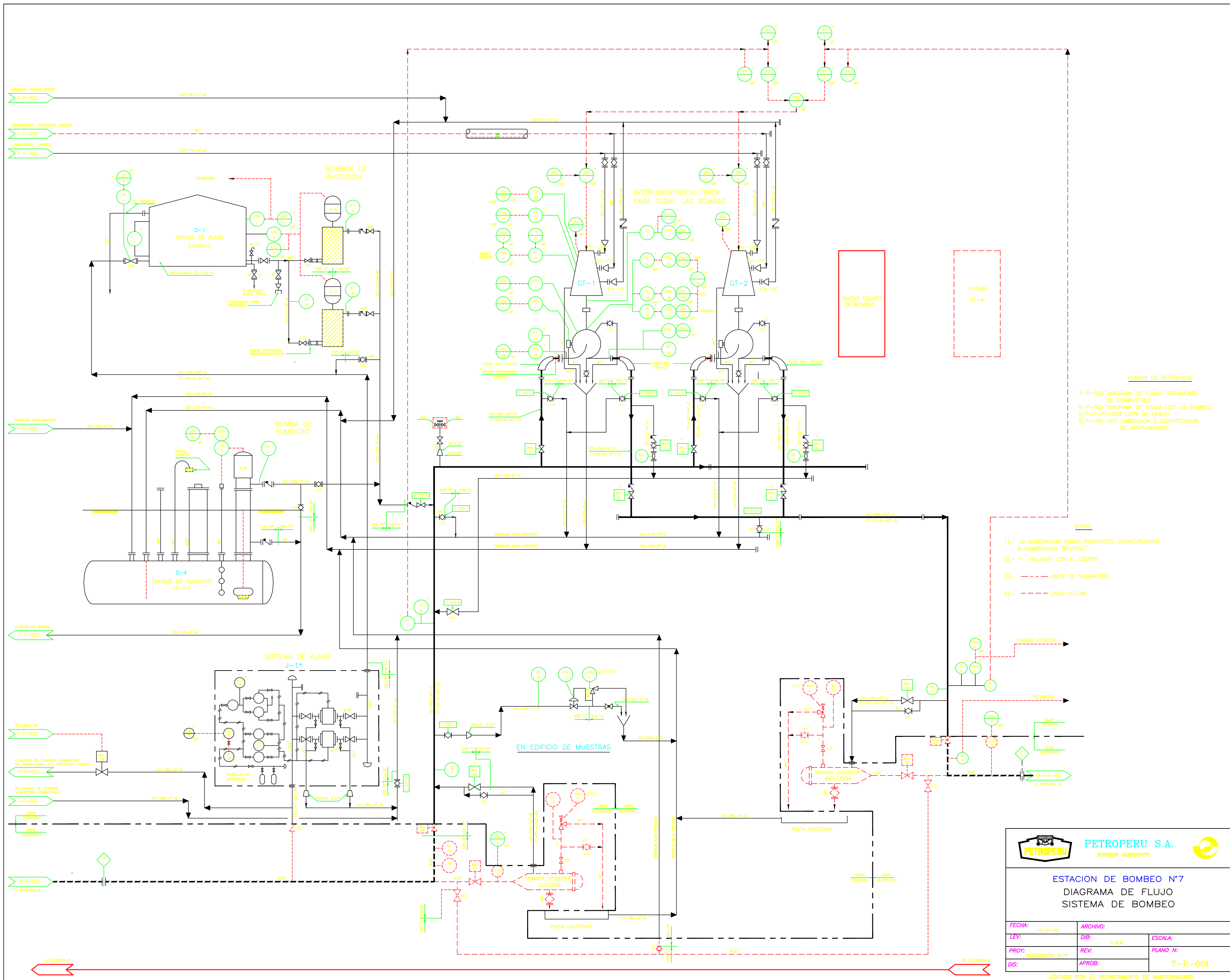
**ESTACION DE BOMBEO N° 6**  
**PLANTA DE CANERIAS**  
**ZONA EQUIPOS ALIVIO Y CONTROL**

TECNIA	ARCHIVO	ESCALA
100%	100%	1 : 50
PROY: GUBERNATIVO N° 6	REVISOR	PLANO N°
DISEÑO	APROBADO	6-P-203

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

## **PLANOS - INSTALACIONES EXISTENTES**

### **ESTACIÓN 7**



PLANOS DE REFERENCIA

7-P-002 DIAGRAMA DE FLUJO TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE  
6-P-001 DIAGRAMA DE FLUJO SIST. DE BOMBEO  
6/7-P-PS-008 LISTA DE LINEAS  
6/7-SP-007 SIMBOLOGIA E IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS

NOTAS

- 1).- LA NUMERACION ENTRE PARENTESIS CORRESPONDEN A NUMERACION "BECHTEL".
- 2).- \* INCLUIDO CON EL EQUIPO
- 3).- --- LIMITE DE SUMINISTRO
- 4).- - - - LINEA FUTURA



PETROPERU S.A.  
DIVISION OLBODUCTO



ESTACION DE BOMBEO N°7  
DIAGRAMA DE FLUJO  
SISTEMA DE BOMBEO

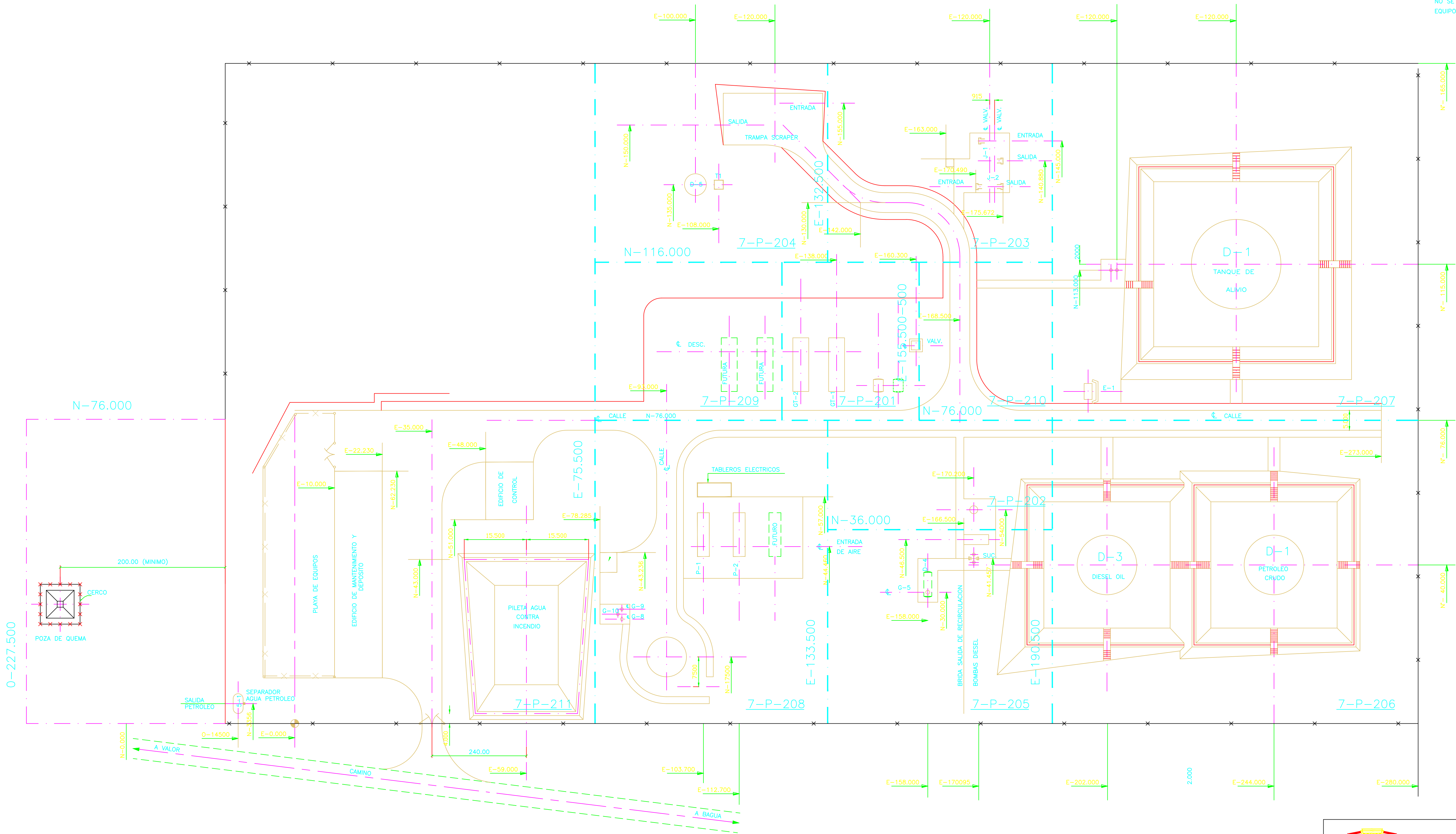
FECHA:	10-7-75	ARCHIVO:	
LEV:		DIB:	O.N.R.
PROY:	OLEODUCTO N-P	REV:	
DIS:		APROB:	

7-P-001

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

NOTAS

1. EL OBJETO DEL PRESENTE ES SOLO PARA INDICAR LA UBICACION DE PLANOS EN EL AREA DE LA ESTACION NO SE DEBE TENER EN CUENTA PARA UBICACION DE EQUIPOS





**PETROPERU S.A.**  
DIVISION OLEODUCTO



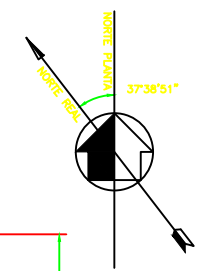
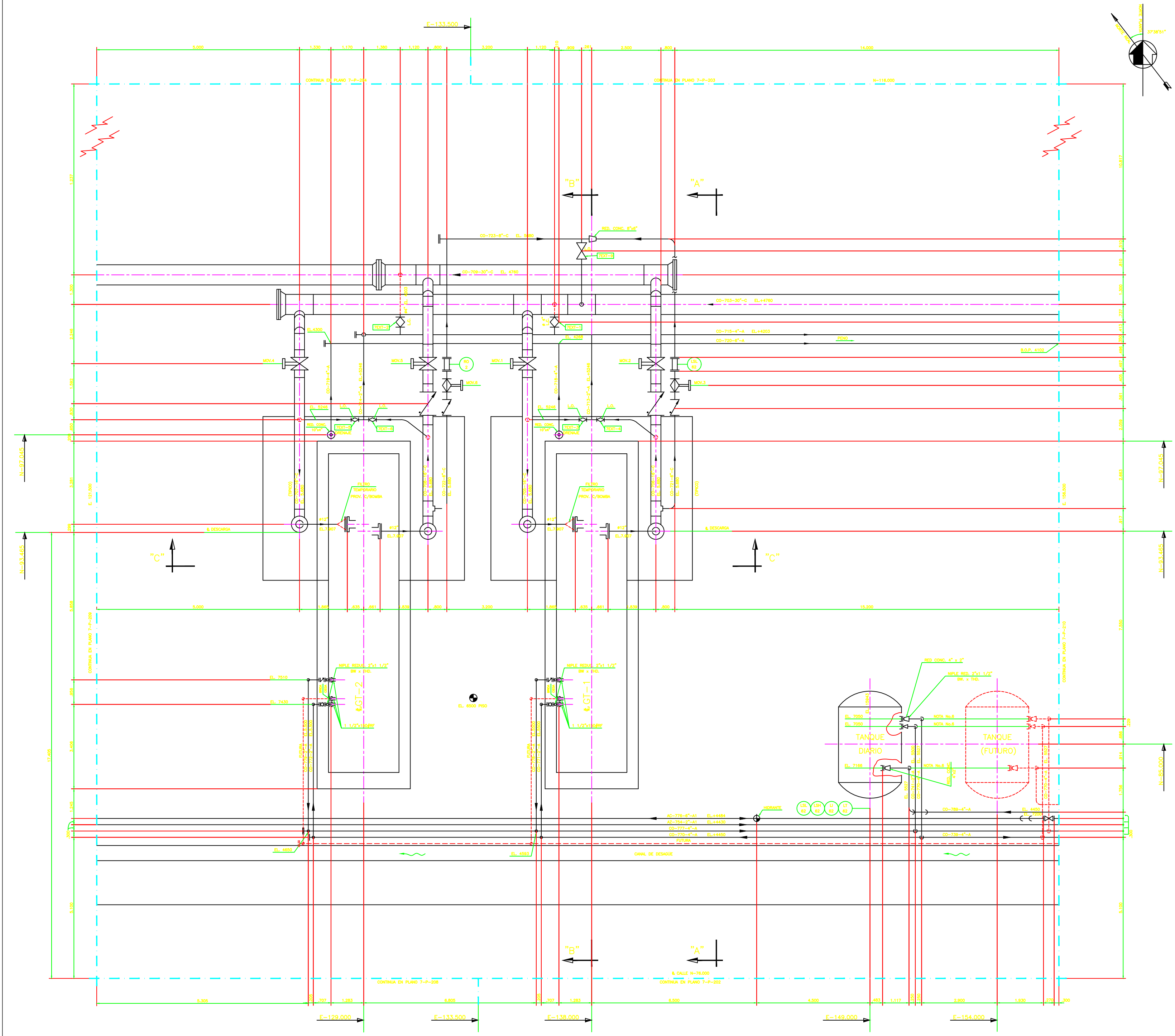
ESTACION DE BOMBEO No. 7

UBICACION DE EQUIPOS  
PLANO LLAVE

FECHA: 14/07/75	ARCHIVO: 7-P-102.DWG	ESCALA: 1:500  PLANO N: 7-P-102
LEV:	DIB:	
PROY: OLEODUCTO NP	REV:	
DIS:	APROB:	

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO





- PLANOS DE REFERENCIA
- 7-P-101 — PLANTA UBICACION DE EQUIPOS
  - 7-P-102 — PLANTA UBICACION DE PLANOS
  - 7-P-103 — ELEVACION GENERAL
  - 7-P-212 — ELEVACION CAÑERIAS,ZONA TURBOBOMBAS PRINCIPALES

- NOTAS:
- 1.- EL NIVEL + 0.00 CORRESPONDE AL + 442.00 ABSOLUTO DEL RELEVAMIENTO DEL TERRENO.
  - 2.- ELEVACION  $\Phi$  DE CAÑERIAS
  - 3.- B.O.P. — ELEVACION PARTE INFERIOR DE CAÑERIA
  - 4.- ELEVACION  $\Phi$  CAÑERIAS EN EL PUNTO INDICADO,Y CO-RESPONDE A LA LINEA CUYA DIRECCION ES PARALELA A LA LINEA DE COTA.
  - 5.- INDICA LINEAS FUTURAS
  - 6.- GIRAR LAS CONEXIONES HASTA LA POSICION INDICADA EN ESTE PLANO.

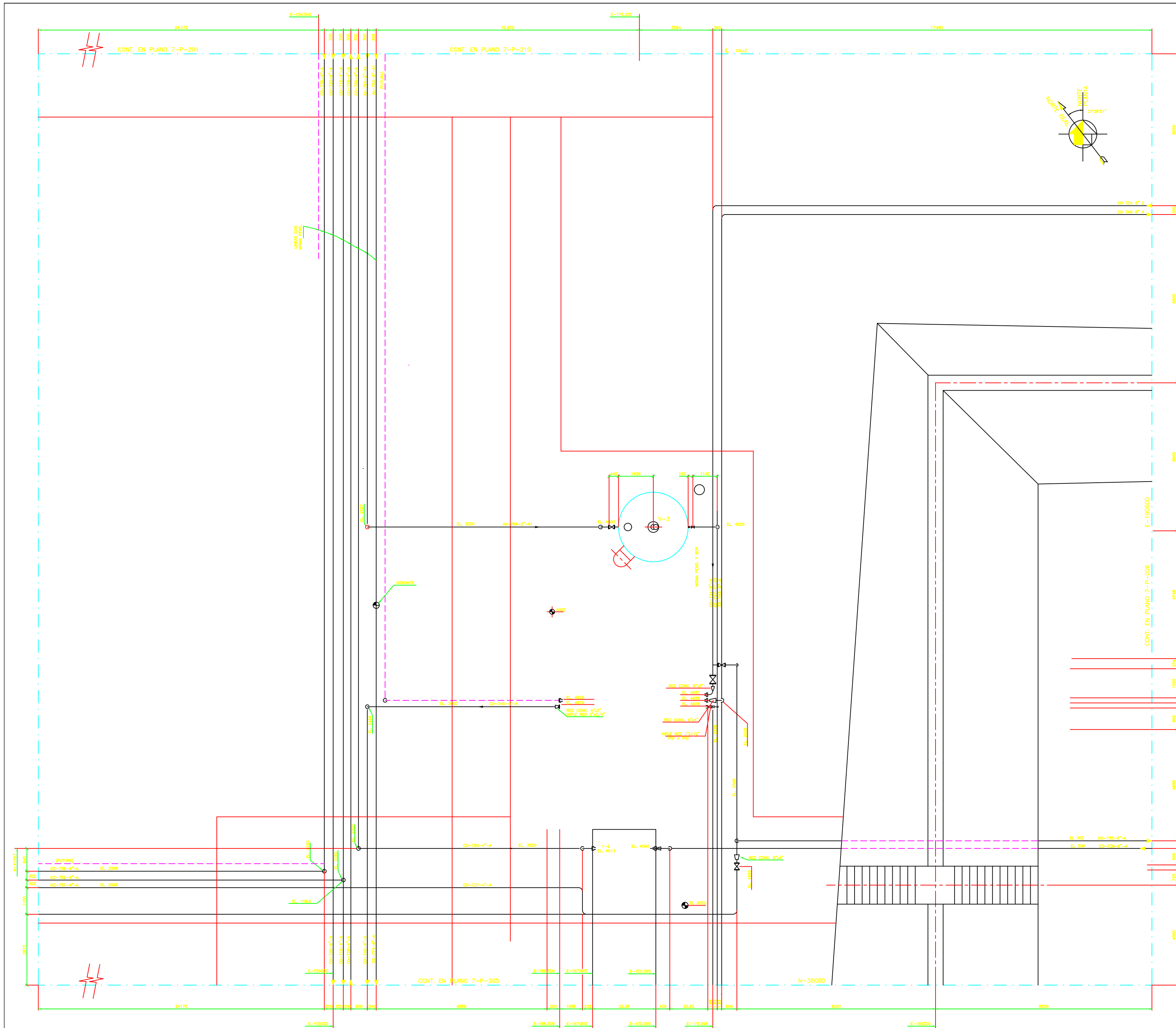
CONFORME A OBRAS	11-11-76			
MODIFICADO SEGUN INDICADO	7-3-76			
MODIFICADO SEGUN INDICADO	10-11-76			
PARA CONSTRUCCION	10-10-76			
PARA APROBACION	10-10-76			
REVISION	DESCRIPCION	FECHA	A.S.	P.E.

**PETROPERU S.A.**  
DIVISION OLEODUCTO

**ESTACION DE BOMBEO No.7**  
**PLANTA DE CAÑERIAS**  
**ZONA TURBOBOMBAS PRINCIPALES**

FECHA: 8-9-75	ARCHIVO:	ESCALA: 1:50
LEV:	DIB: G.O.M.	REV:
PROY: OLEODUCTO N-PERUANO	APROB:	PLANO N: No. 7-P-201
DIS:		

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO



PLANOS DE REFERENCIA

- 7-P-101 - PLANTA UBICACION DE EQUIPOS
- 7-P-102 - PLANTA UBICACION DE PLANOS
- 7-P-103 - ELEVACION GENERAL

NOTAS

- 1.- INDICA CANERIAS QUE PASAN DEBAJO DEL TALUD DE CONTENCIÓN
- 2.- EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE AL +44200 ABSOLUTO DEL RELEVAMIENTO DEL TERRENO
- 3.- ELEVACION DE CANERIAS
- 4.- ELEVACION DE CANERIAS EN EL PUNTO INDICADO CORRESPONDIENTE A LA LINEA CUYA DIRECCION ES PARALELA A LA LINEA DE COTA
- 5.- INDICA LINEA FUTURA
- 6.- B.O.P. INDICA NIVEL PARTE INFERIOR DE LA CANERIA



PETROPERU S.A.  
DIVISION OLEODUCTO

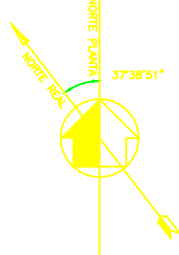
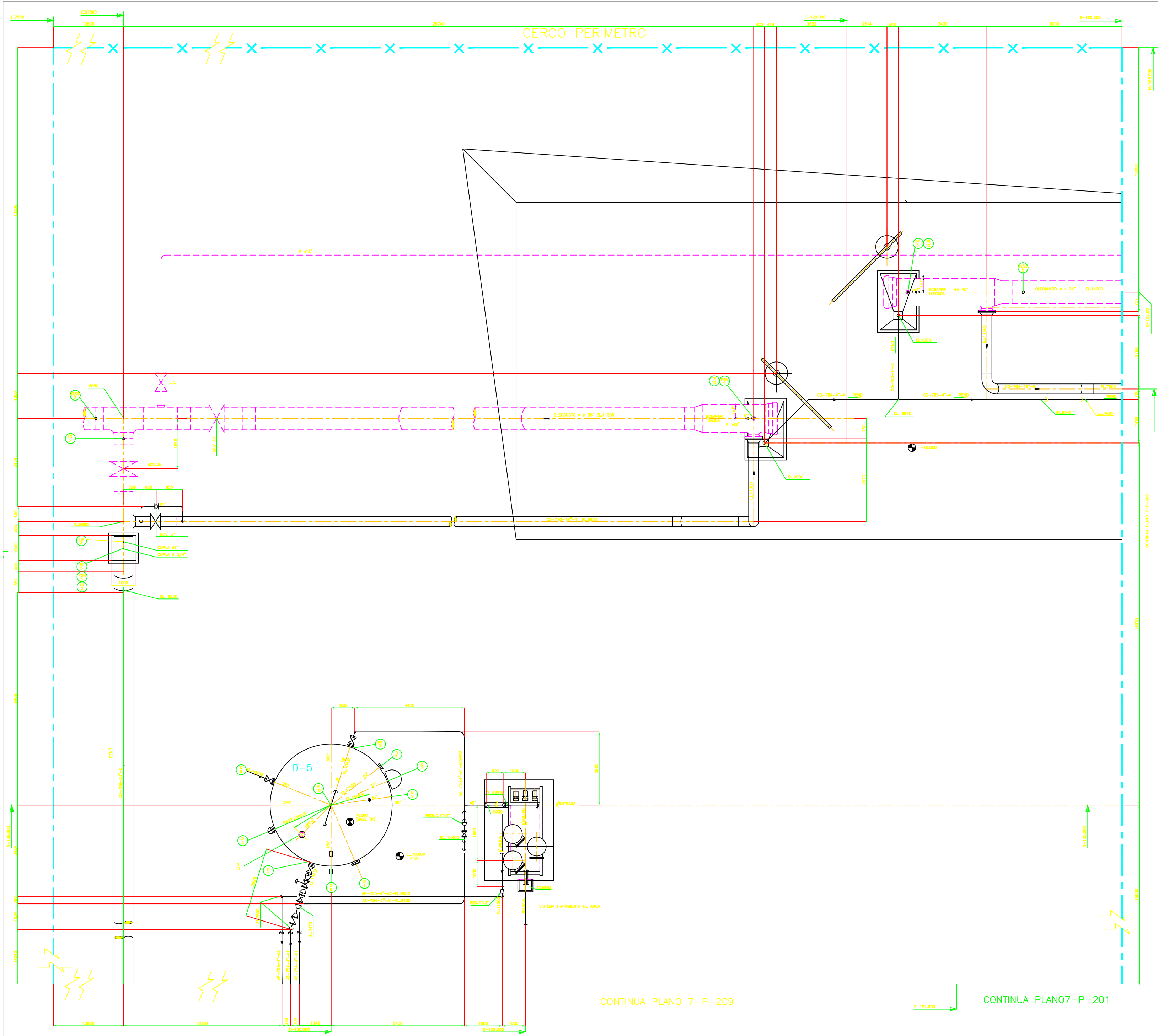


ESTACION DE BOMBEO N° 7  
PLANTA DE CANERIAS  
ZONA TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE

FECHA: 10 SET 75	ARCHIVO:	ESCALA: SIN ESCALA
LEV:	DIB: R. POVIS	PLANO N: 7-P-202
PROY: OLEODUCTO N-P	REV:	
DIS:	APROB:	

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO





PLANOS DE REFERENCIA

- 7-P-101 PLANTA DE UBICACION DE EQUIPOS
- 7-P-102 PLANTA UBICACION DE PLANOS
- 7-P-103 ELEVACION GENERAL
- 7-P-212 SISTEMA AGUA POTABLE PLANTA GENERAL ACUADUCTO

NOTAS

- 1.- EL NIVEL  $\pm$  0.00 CORRESPONDE AL 442.00 ABSOLUTO DEL RELIEVE DEL TERRENO
- 2.- - - - - POR OLEODUCTO
- 3.- ELEVACION  $\phi$  DE CANERIA
- 4.- ELEVACION DE CANERIA INDICADO CORRESPONDE A LA LINEA CUYA DIRECCION ES PARALELA
- 5.- CONEXIONES EN EL TANQUE
  - D1 ENTRADA
  - D2 SALIDA
  - D3 ESCALERA MINERA
  - D4 ENTRADA PARA INSPECCION
  - D5 DESBORDE
  - D6 CONEXION PARA MANGERA
  - D7 INTERRUPTOR NIVEL
  - D8 INDICADOR NIVEL
  - D9 MEDIDOR Y PORTILLO
  - D10 VENTEO
  - D11 CONEXION (LC-80) (S/7-POR-412)

ESTACION DE BOMBEO N° 7  
PLANTA DE CANERIAS  
ZONA TRAMPAS SCRAPER

FECHA: 11 SETIEMBRE 75	ARCHIVO:	ESCALA:	1:50
TITULO:	PROY:	PROY:	PROY:
PROY:	PROY:	PROY:	PROY:
PROY:	PROY:	PROY:	PROY:

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

CONTINUA PLANO 7-P-209

CONTINUA PLANO 7-P-201

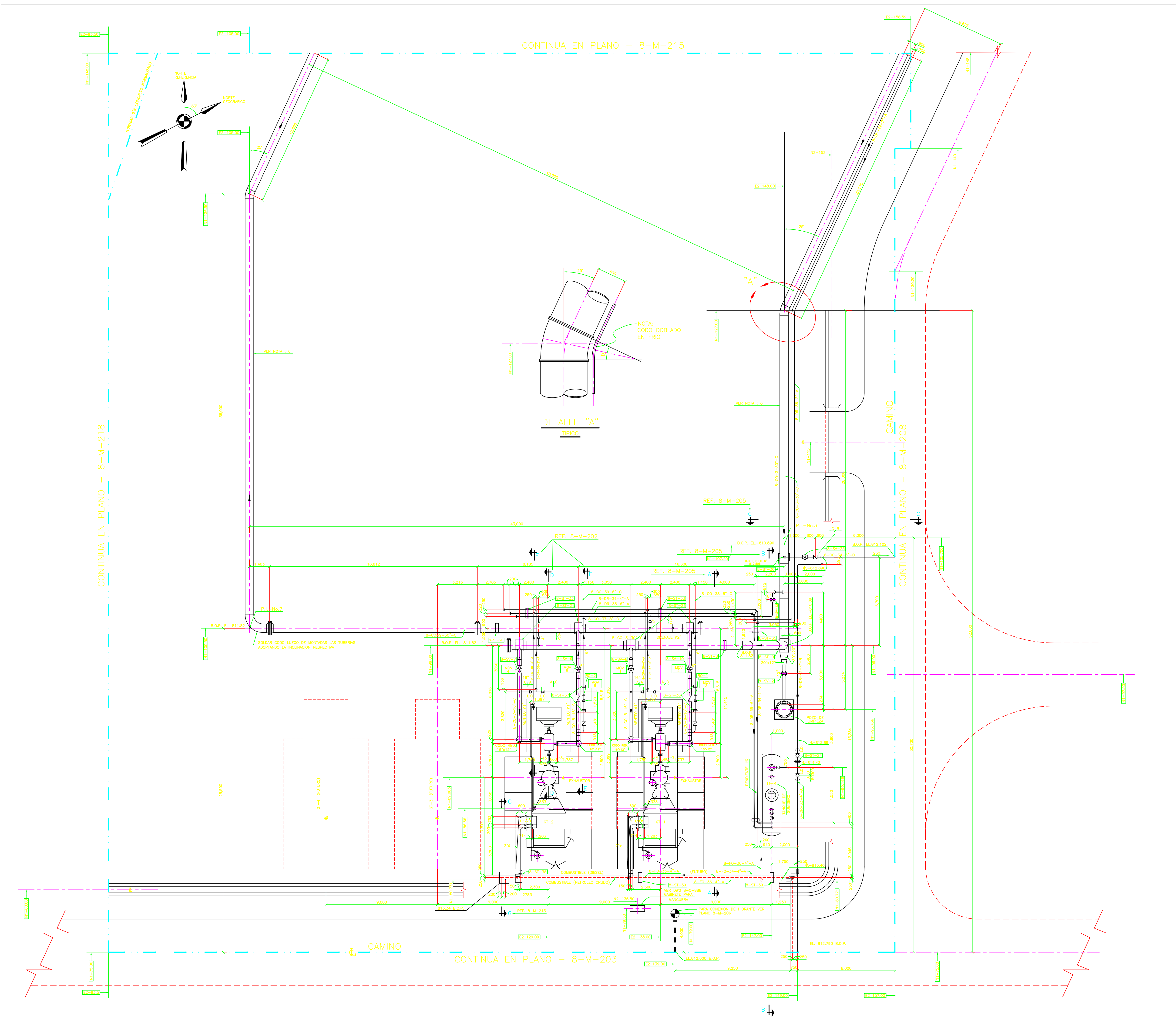




## **PLANOS - INSTALACIONES EXISTENTES**

### **ESTACIÓN 8**





NOTAS :

EL-TER- ELEVACION DEL TERRENO

B.O.P. ELEVACION FONDO DE TUBERIA

E.E. EJE CENTRAL

1.- PARA BASE TURBOBOMBAS PRINCIPALES - VER PLANOS  
COSAPI No. 8-C-879

2.- PARA POZO DE LIMPIEZA - VER PLANO  
COSAPI No. 8-C-880

3.- PARA POZO DE INSPECCION DE VALVULA - VER PLANO  
COSAPI No. 8-C-880

4.- PARA SIMBOLOGIA DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION - VER PLANO  
COSAPI No. 13-11-9-8-6-0-01

5.- LA TAPADA MINIMA DE LA TUBERIA SERA DE 60 cm.

6.- SE DEBERA EXCAVAR LA ZANIA PARA LA TUB. DE SUCCION E IMPULSION DE MANERA QUE LA TUB. ACOMPAÑE EL PERFIL NATURAL DEL TERRENO CONSIDERANDO SU ELASTICIDAD Y ASEGURANDO LA TAPADA MINIMA

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS Y SUS FRACCIONES

PLANOS DE REFERENCIA

COSAPI-	PLANO No.8-C-879	ESTACION DE BOMBEO No.8
		BASE PARA TURBO BOMBAS PRINCIPALES
COSAPI-	PLANO No.8-G-044	ESTACION DE BOMBEO No.8
		DIAGRAMA OPERATIVO DE PETROLEO
COSAPI-	PLANO No.8-G-45	ESTACION DE BOMBEO No.8
		DIAGRAMA OPERATIVO DE COMBUSTIBLE
COSAPI-	PLANO No.8-G-46	ESTACION DE BOMBEO No.8
		DIAGRAMA OPERATIVO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
COSAPI-	PLANO No.8-G-47	ESTACION DE BOMBEO No.8
		DIAGRAMA OPERATIVO DE AGUA POTABLE
COSAPI-	PLANO No.8-G-42	ESTACION DE BOMBEO No.8
		DIVISION DE AREAS
RUSTOM-	PLANO No.T74-01044	ARRANGEMENT OF 4000 GAS TURBINE PUMP PACKAGE SET
AROEPEZA S.A.-	PLANO No.E-1005	ESTACION DE BOMBEO No.8
		TANQUE DE SUMIDERO
COSAPI-	PLANO No.8-M-205	ESTACION DE BOMBEO No.8
		TANQUE DE SUMIDERO CAÑERIAS DE INTERCONEXION
COSAPI-	PLANO No.8-M-202	ESTACION DE BOMBEO No.8
		TURBOBOMBAS PRINCIPALES
		CORTE E-E , F-F , D-D.
COSAPI-	PLANO No.8-M-213	ESTACION DE BOMBEO No.8
		TURBOBOMBAS PRINCIPALES
		CORTE G-G.
COSAPI-	PLANO No.8-C-889	ESTACION DE BOMBEO No.8
		SOPORTES DE VALVULAS Y TURBOS
COSAPI-	PLANO No.8-C-053	ESTACION DE BOMBEO No.8
		VEREDAS Y ACCESOS PARA EQUIPOS

28-12-75	CONFORME A OBRA		
15-12-75	CAMBIO DE NAVES LINEAS B-CO-3-30"-C-B-CO-3-30"-C-COPLASABLE		
22-10-75	EMITIDO PARA CONSTRUCCION		
JULIO-75	REVISADO SEGUN INDICACIONES POR BECHTEL		
AGU-75	MODIFICADO SEGUN CORTES Y DETALLES		
REV.	FECHA	DESCRIPCION	COSAPI BECHTEL AUTOR POR APL POR

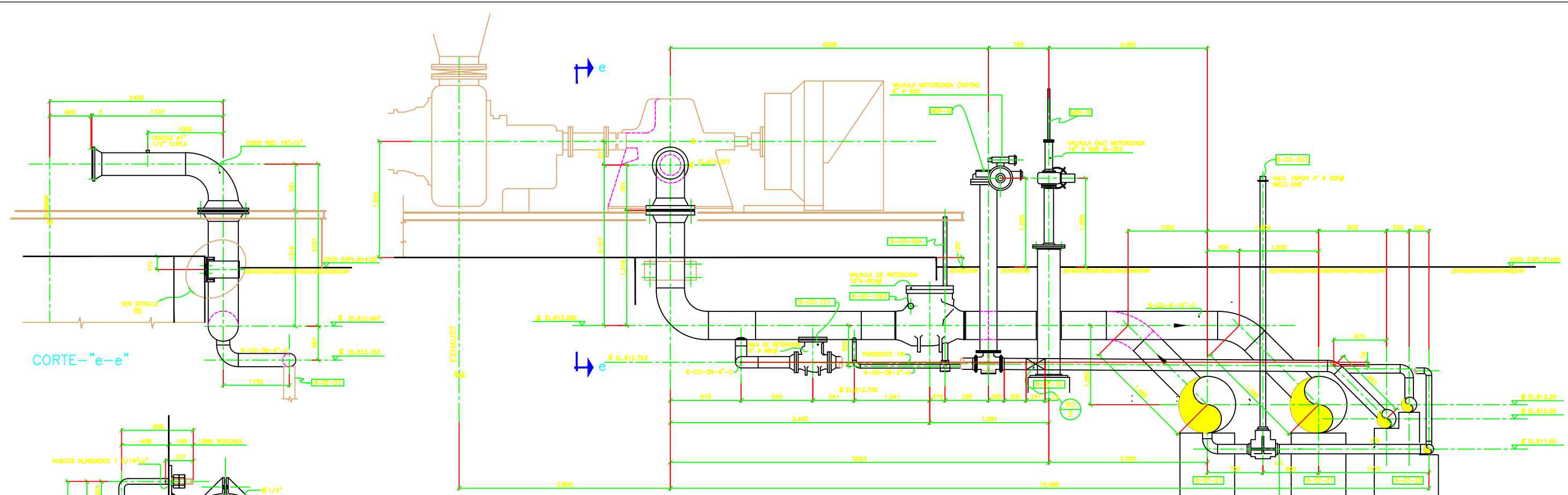
**PETROPERU S.A.**  
DIVISION OLEODUCTO

**ESTACION DE BOMBEO No.8**  
**TURBOBOMBAS PRINCIPALES**  
**PLANTA**

FECHA:	-5-75	ARCHIVO:	
LEV:		DIB:	M. VILCHEZ V.
PROY:	OLEODUCTO N-PERUANC	REV:	
DIS:		APROB:	
		ESCALA:	1:100
		PLANO N:	No. 8-M-201

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

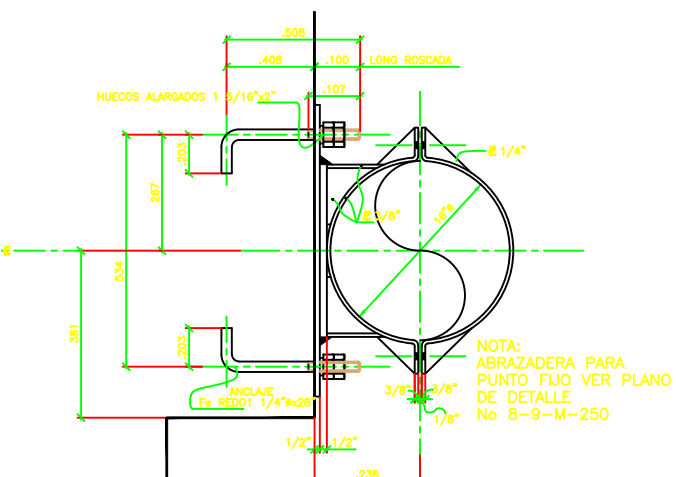
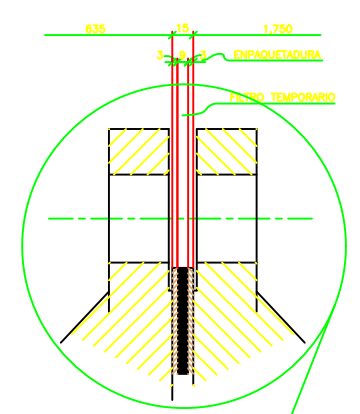




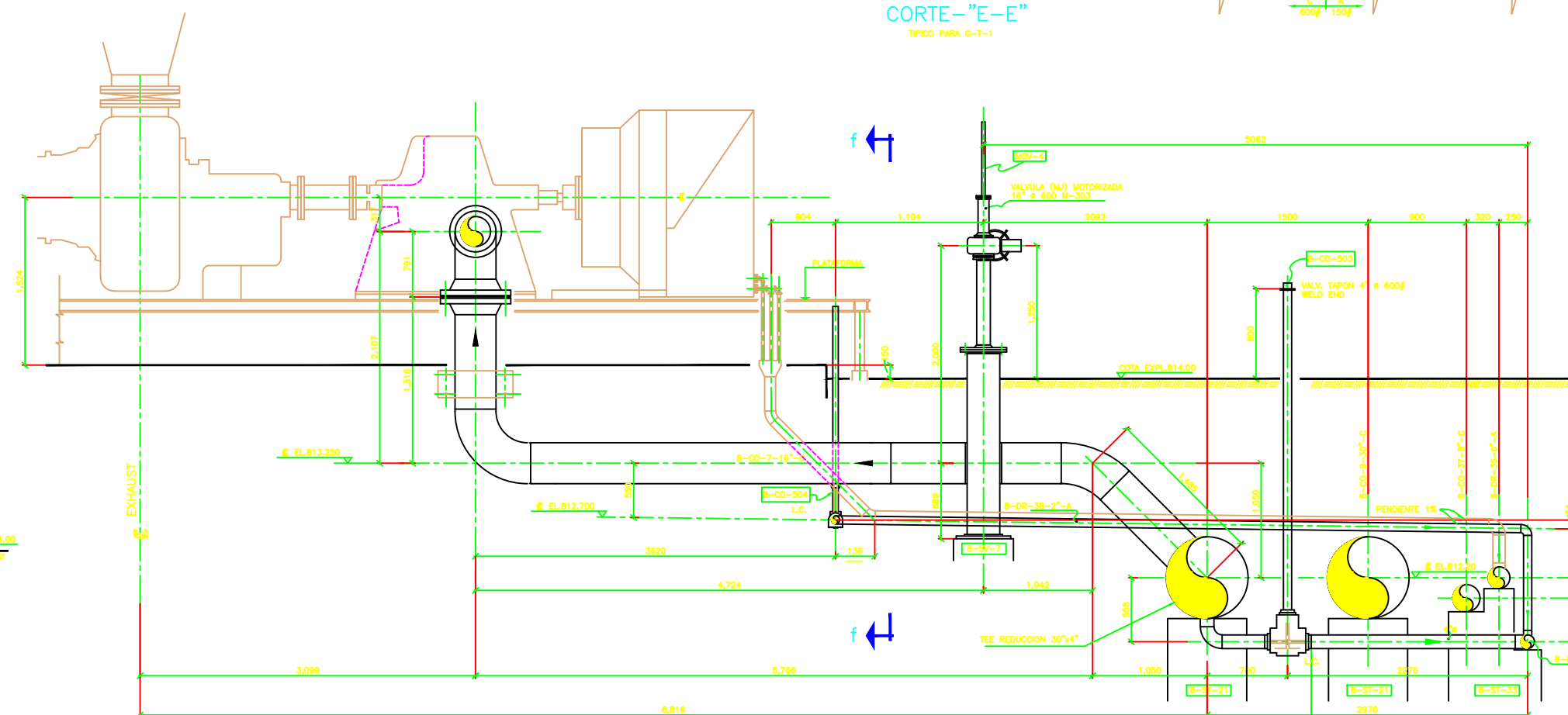
CORTE—"e-e"

CORTE—"E-E"

TÍPICO PARA G-T-1

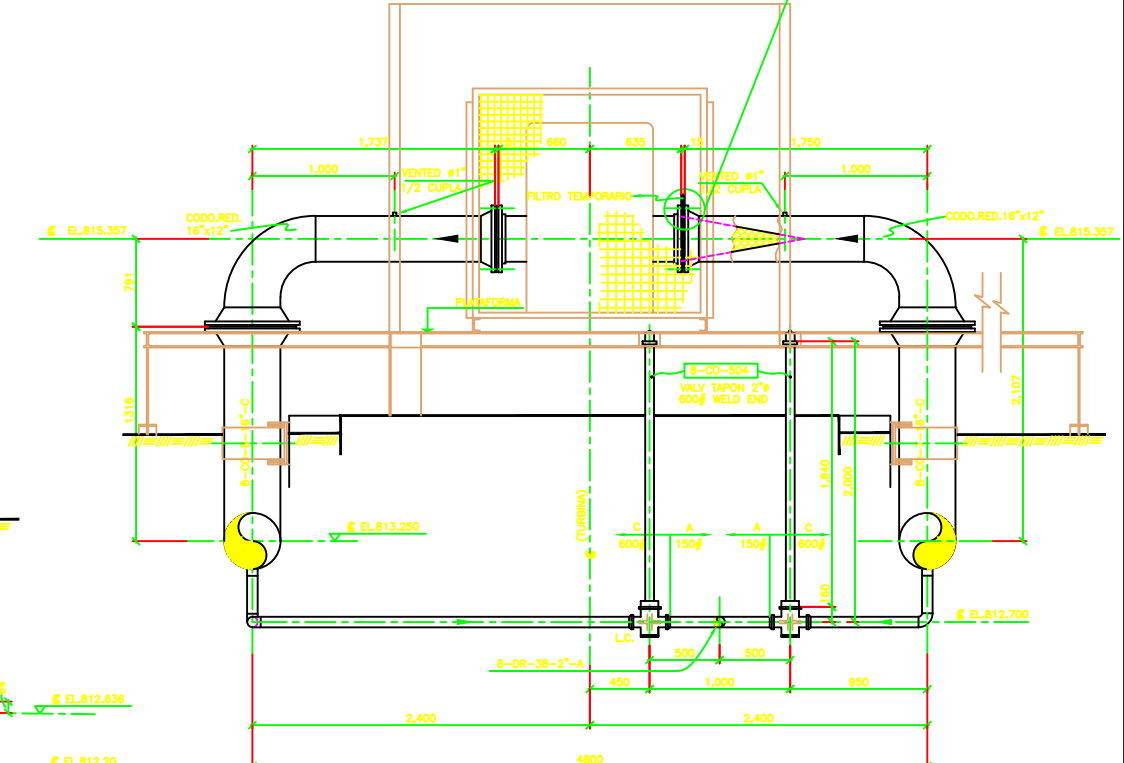


PLANTA (EXHAUST)



CORTE—"D-D"

TÍPICO PARA G-T-1

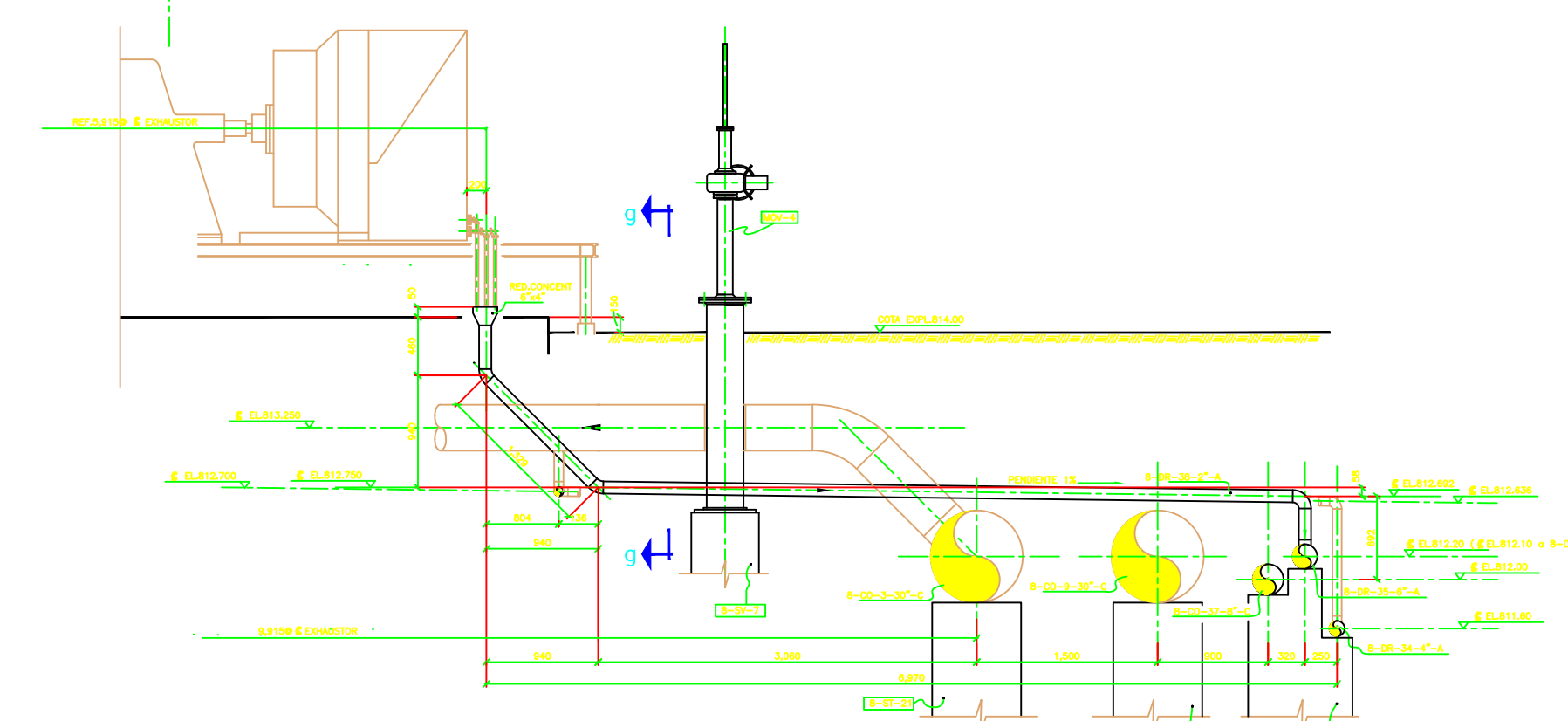


CORTE—"f-f"

DETALLE—"B"

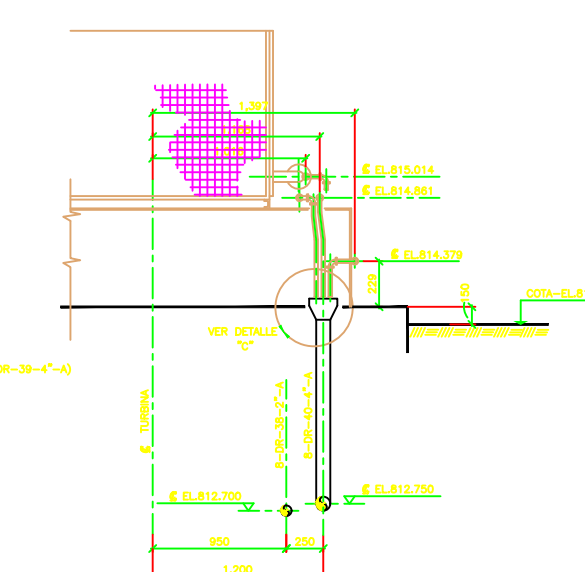
ESCALA 1 1/2"=1'-0"

TÍPICO PARA G-T-1

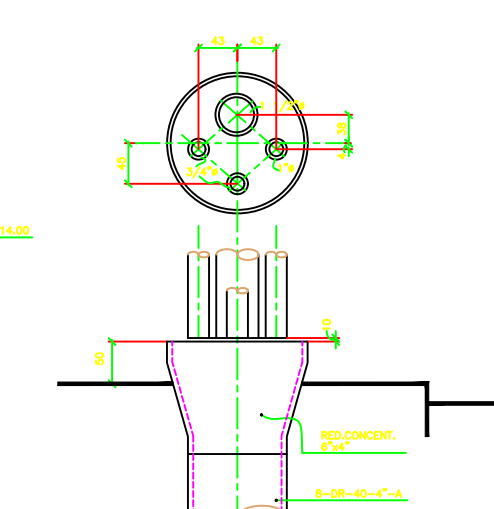


CORTE—"F-F"

TÍPICO PARA G-T-1



CORTE—"g-g"



DETALLE "C"

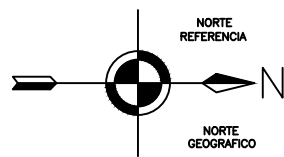
 PETROPERU S.A. DIVISION OLEODUCTO		
ESTACION DE BOMBEO No.8 TURBOBOMBAS PRINCIP. CORTES—EE—FF—DD		
FECHA: LEV: JULIO 1975	ARCHIVO: DIB: M.VILCHEZ V.	ESCALA: 1:25
PROY: DIS: OLEODUCTO N-F	REV: APROB:	PLANO N: 8-M-202
EDITADO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		

## **PLANOS - INSTALACIONES EXISTENTES**

### **ESTACIÓN 9**

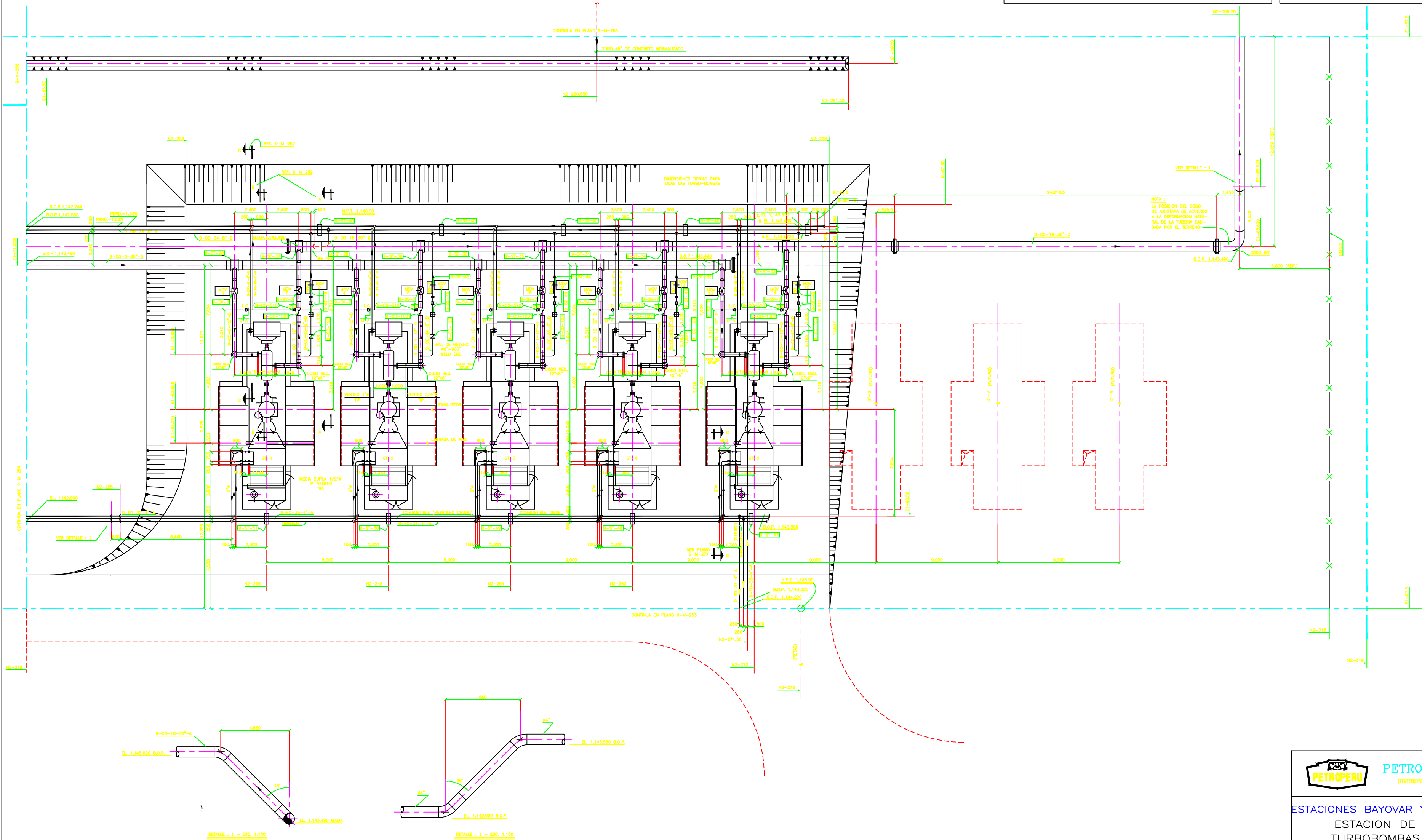


This drawing and the design it covers are the property of BECHTEL. They are merely loaned and on the borrower's express agreement that they will not be reproduced, copied, loaned, exhibited, or used except in the limited way originally use permitted by any written consent given by the lender to the borrower.



NOTAS :	
N.P.T. --	NIVEL PSO TERMINADO
EL.-TER. --	ELEVACION DEL TERRENO
B.O.P. --	ELEVACION FONDO DE TUBERIA
E. --	EJE CENTRAL
1.- PARA BASE TURBO-BOMBAS PRINCIPALES - VER PLANOS COSAPI No. 9-C-979	
2.- LA TAPADA MINIMA DE LA TUBERIA SERA DE 60 cm.	

PLANOS DE REFERENCIA :			
COSAPL. --	PLANO No. 9-G-064-REV.0 ESTACION DE BOMBEO No.9 DIAGRAMA OPERATIVO DE PETROLEO	RUSTON. --	PLANO No.774-01045 ARRANGEMENT OF--TB 4000 GAS TURBINE PUMP PACKAGE SET.
COSAPL. --	PLANO No.9-G-065-REV.0 ESTACION DE BOMBEO No.9 DIAGRAMA OPERATIVO DE COMBUSTIBLE	COSAPL. --	PLANO No.9-M-252-REV.0 ESTACION DE BOMBEO No.9 TURBO-BOMBAS PRINCIPALES CORTE A-A , B-B , C-C .
COSAPL. --	PLANO No. 9-G-063-REV-0 ESTACION DE BOMBEO No.9 DISPOSICION DE INSTALACION Y EQUIPOS	COSAPL. --	PLANO No. 9-M-271-REV.0 ESTACION DE BOMBEO No.9 TURBO-BOMBAS PRINCIPALES CORTE G-G.
COSAPL. --	PLANO No.9-062-REV.0 ESTACION DE BOMBEO No.9 DIVISION DE AREAS		





**PETROPERU S.A.**  
DIVISION OILRODUCTO

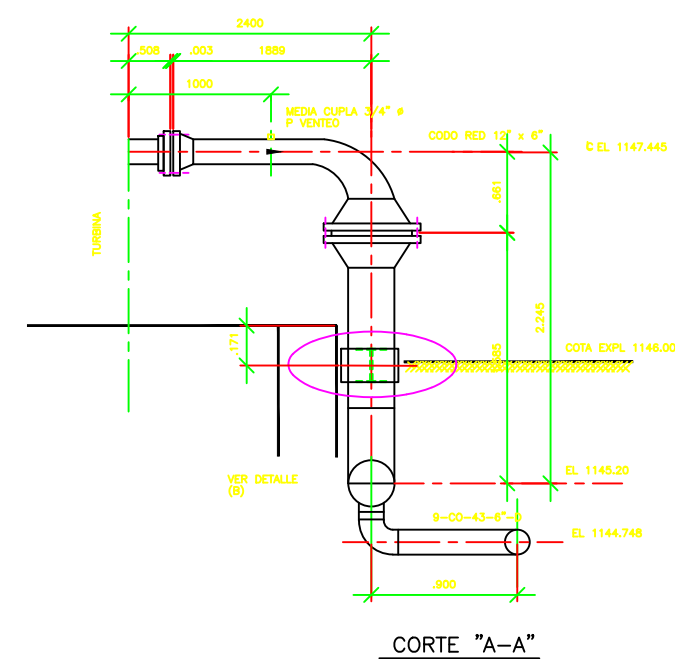


**ESTACIONES BAYOVAR Y OLMOS--ESTAC.8 Y 9**  
**ESTACION DE BOMBEO No.9**  
**TURBOBOMBAS PRINCIPALES**  
**PLANTA**

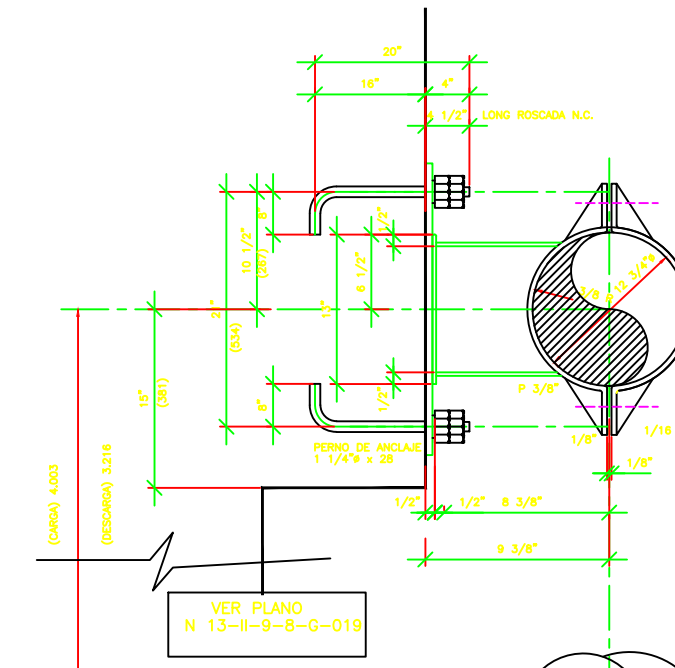
FECHA:	AGOSTO 75	ARCHIVO:	
LEV:		DIB:	M. VILCHEZ
PROY:		REV:	
DIS:		APROB:	
		PLANO N°:	9-M-251

EDITADO POR EL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO

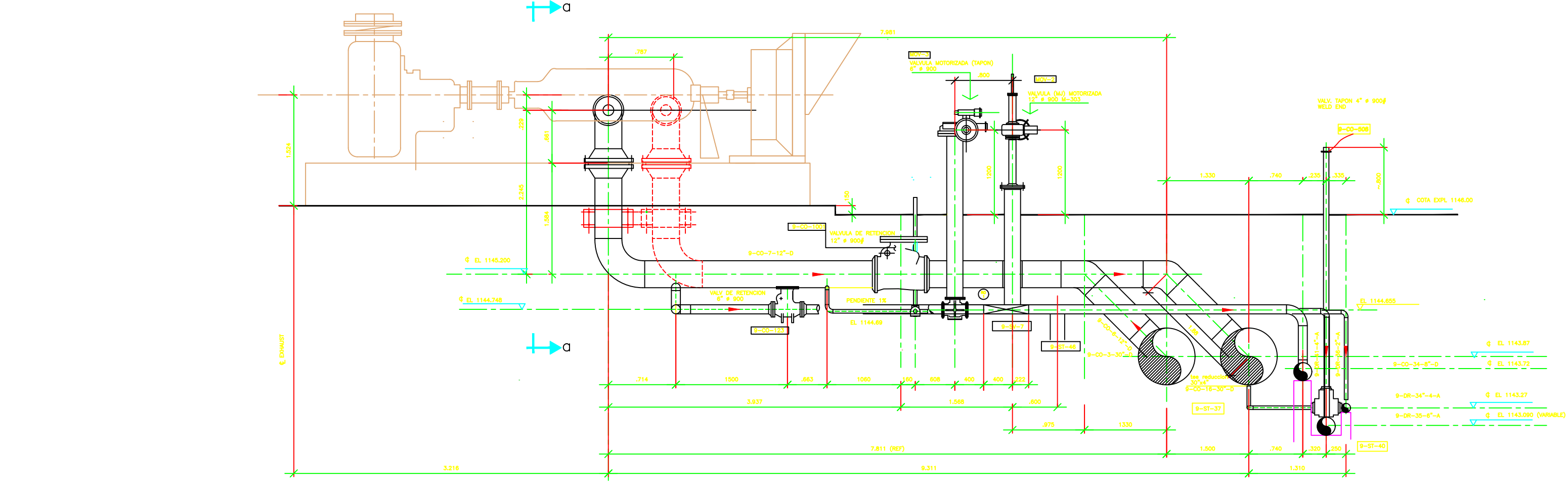
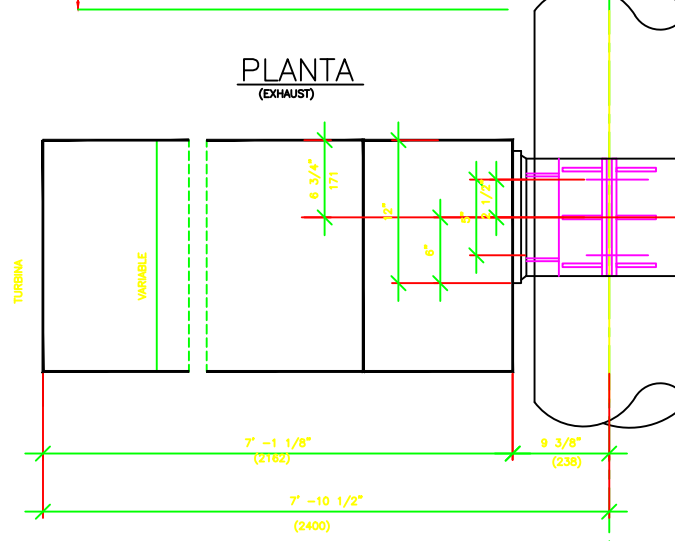




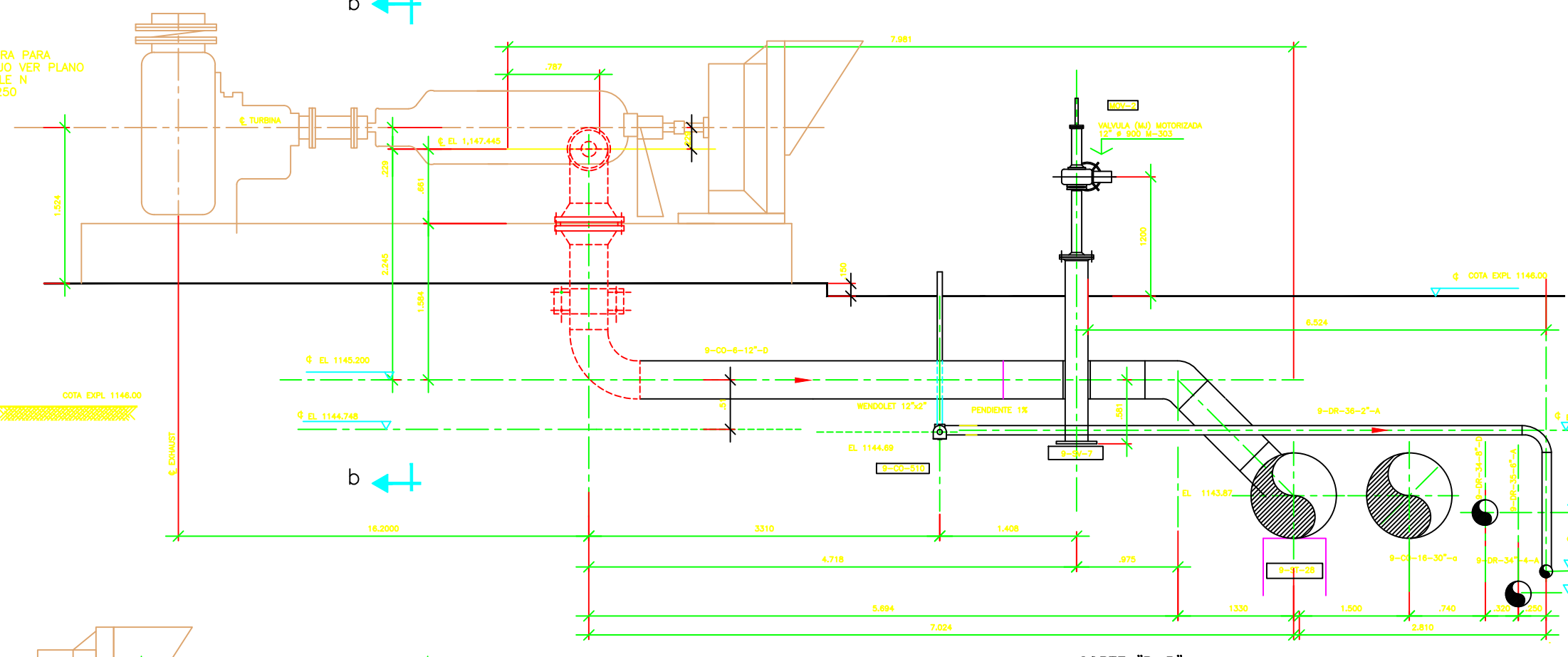
CORTE "A-A"



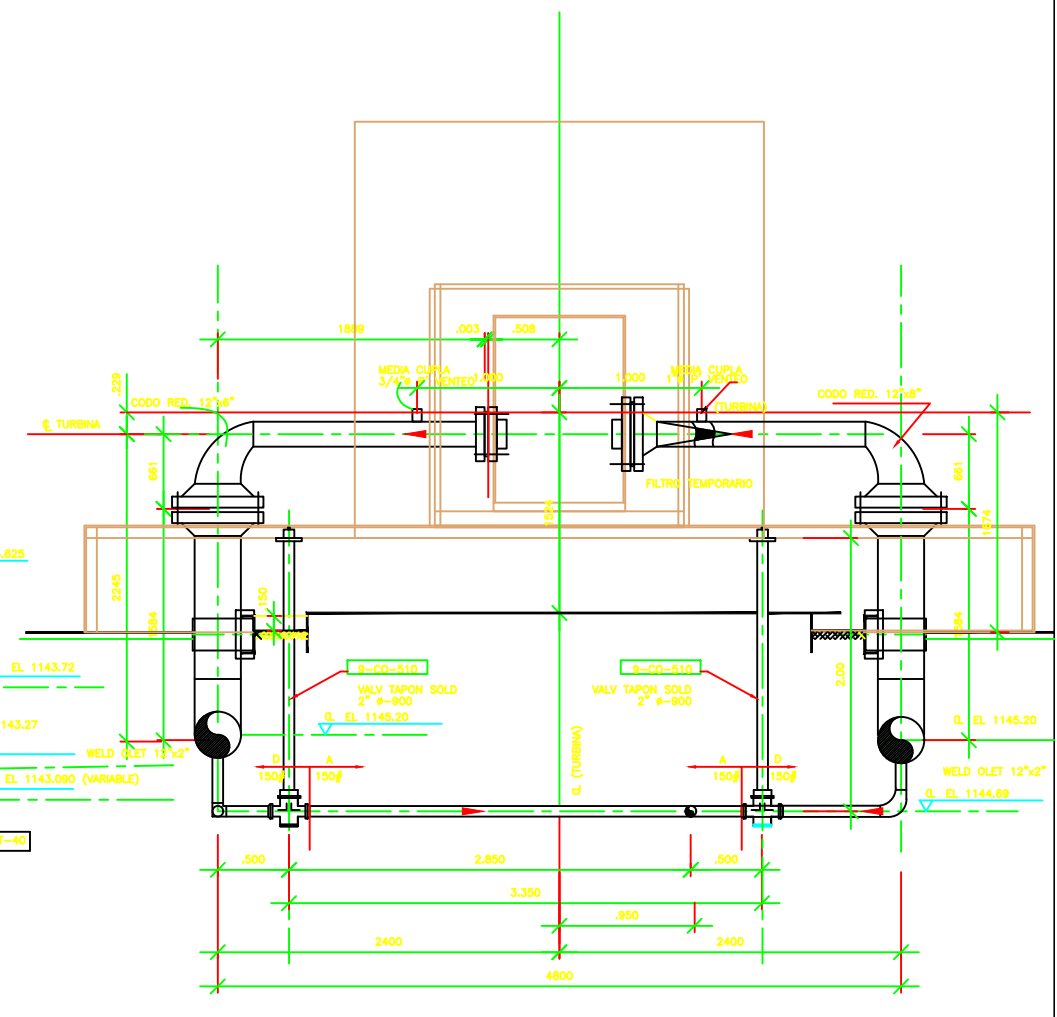
PLANTA (EXHAUST)



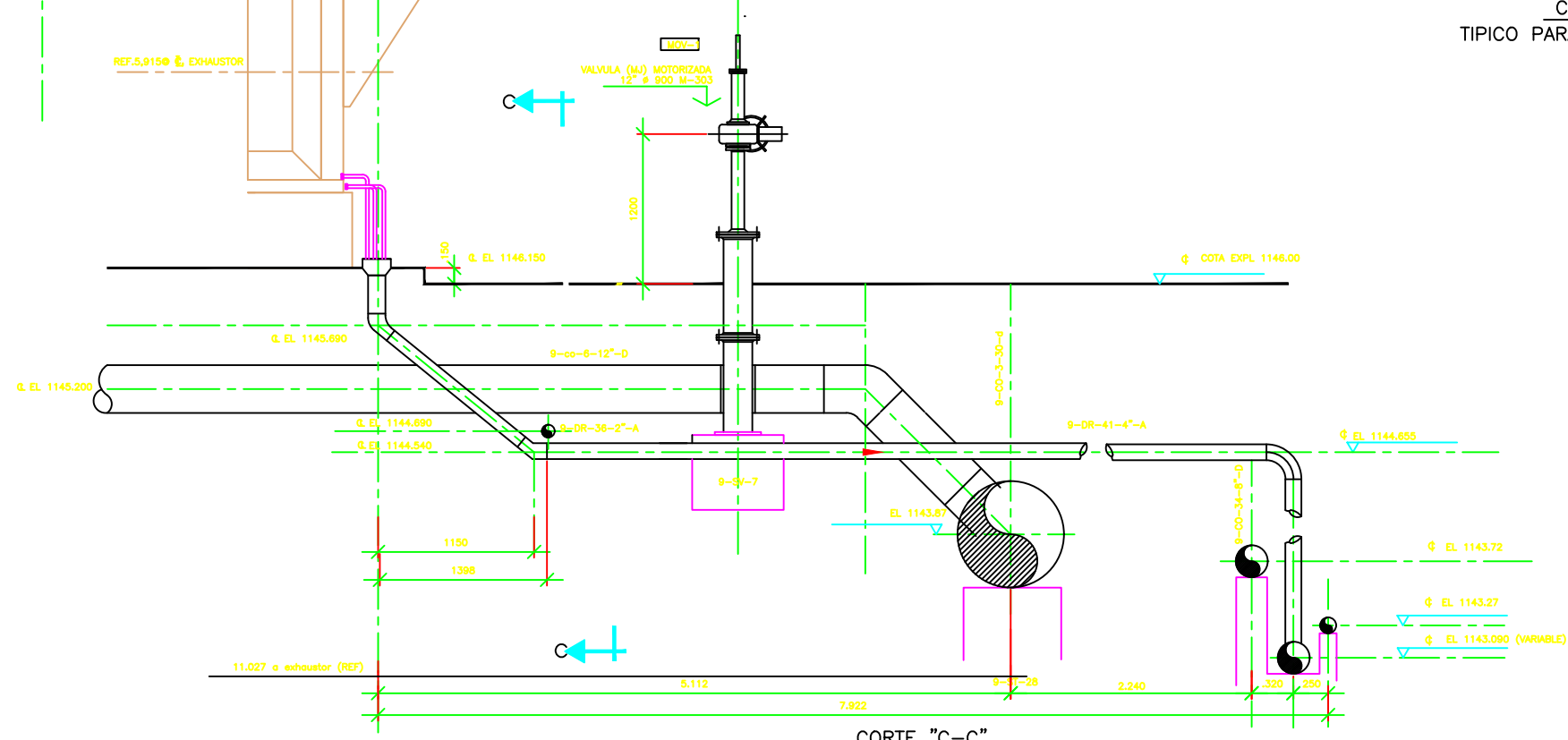
CORTE "A-A"  
TIPICO PARA TODAS LAS BOMBAS



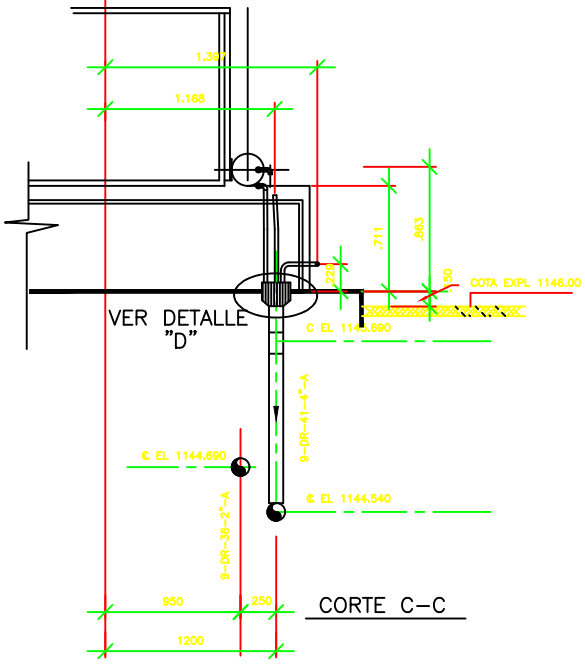
CORTE "B-B"  
TIPICO PARA TODAS LAS BOMBAS



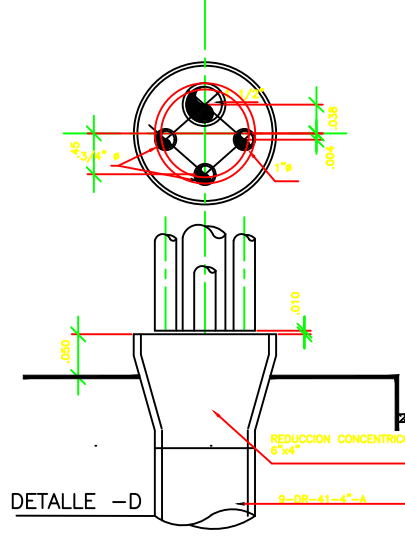
CORTE "b-b"



CORTE "C-C"  
TIPICO PARA TODAS LAS BOMBAS



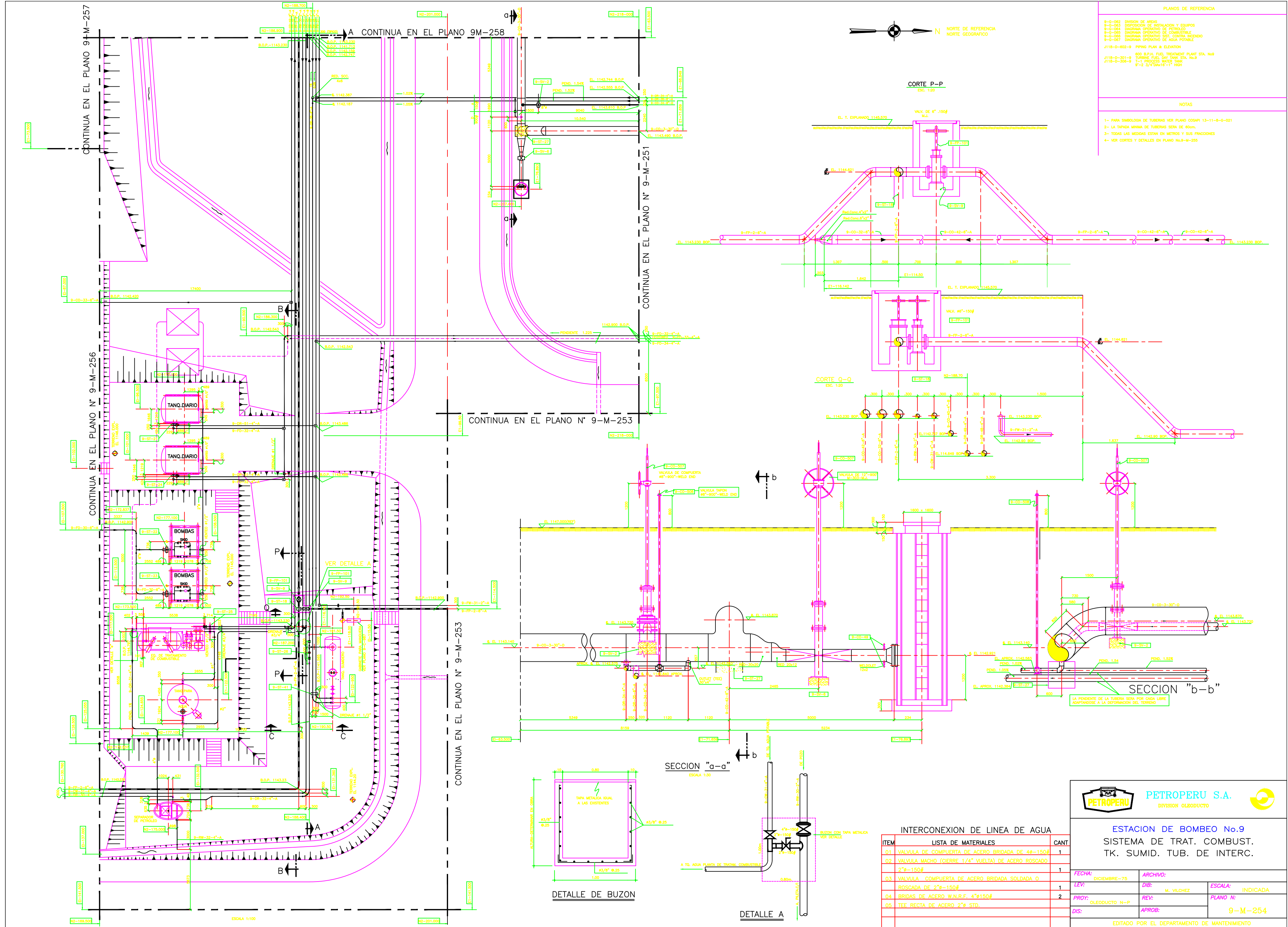
CORTE C-C



DETALLE -D

NOTA:  
1.- LA TAPADA MINIMA DE LA TUBERIA SERA DE .60 CM  
2.- PARA PLANTA VER PLANO N 9-M-252  
3.- PARA UBICACION DE SOPORTE DE TUBERIA Y VALVULAS VER PLANO 9-C-989

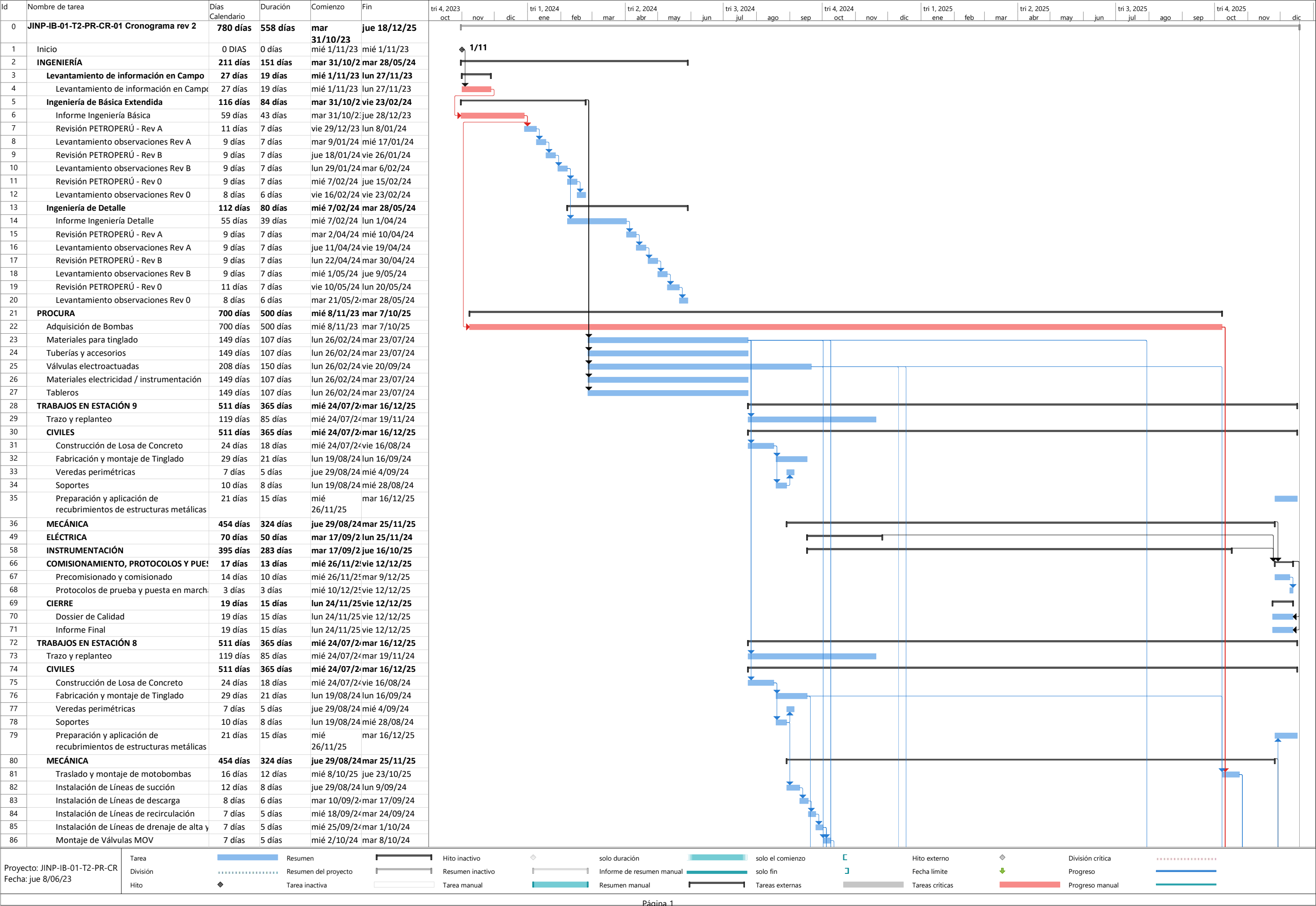
<b>ESTACIONES BAYOVAR Y OLMOS EST 9 Y 9</b>			
<b>ESTACION DE BOMBEO N 9</b>			
<b>TURBOBOMBAS PRINCIPALES</b>			
<b>CORTES A-A' B-B' C-C'</b>			
FECHA:	ARCHIVO:	ESCALA:	
15/05/98	REV:	M VILCHEZ Y	1:25
PROY:	REV:	PLANO N	
DES:	APROB:	A.H.	9-M-252
EDITADO POR EL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO			



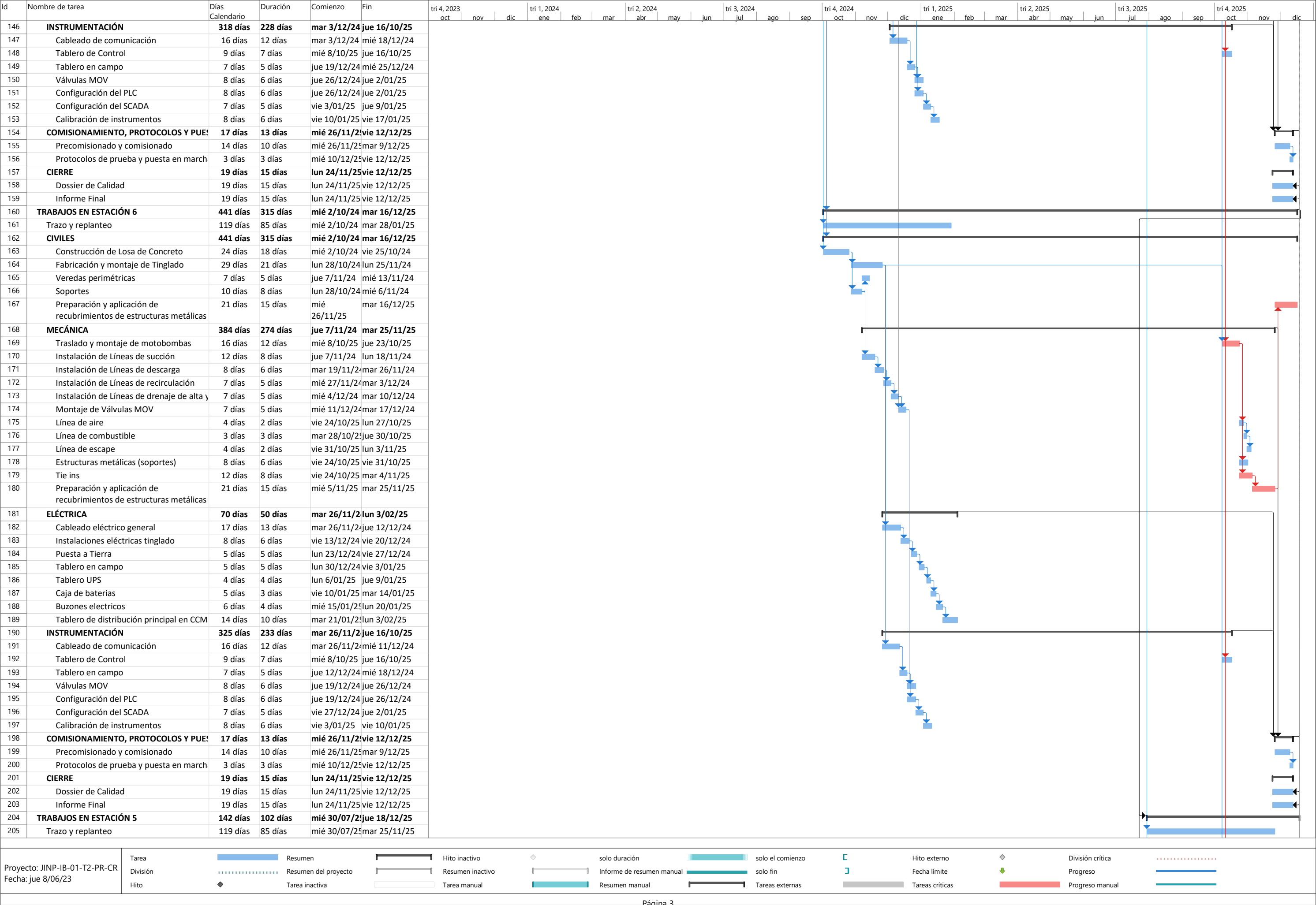


## **CRONOGRAMA REFERENCIAL**









Nombre de tarea		Días Calendario	Duración	Comienzo	Fin	tri 4, 2023			tri 1, 2024			tri 2, 2024			tri 3, 2024			tri 4, 2024			tri 1, 2025			tri 2, 2025			tri 3, 2025			tri 4, 2025		
						oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
206	CIVILES	140 días	100 días	mié 30/07/25mar 16/12/25																												
207	Construcción de Losa de Concreto	24 días	18 días	mié 30/07/25vie 22/08/25																												
208	Fabricación y montaje de Tinglado	29 días	21 días	lun 25/08/25 lun 22/09/25																												
209	Veredas perimétricas	7 días	5 días	jue 4/09/25 mié 10/09/25																												
210	Soportes	10 días	8 días	lun 25/08/25 mié 3/09/25																												
211	Preparación y aplicación de recubrimientos de estructuras metálicas	21 días	15 días	mié 26/11/25 mar 16/12/25																												
212	MECÁNICA	83 días	59 días	jue 4/09/25 mar 25/11/25																												
213	Traslado y montaje de motobombas	16 días	12 días	mié 8/10/25 jue 23/10/25																												
214	Instalación de Líneas de succión	12 días	8 días	jue 4/09/25 lun 15/09/25																												
215	Instalación de Líneas de descarga	8 días	6 días	mar 16/09/25mar 23/09/25																												
216	Instalación de Líneas de recirculación	7 días	5 días	mié 24/09/25mar 30/09/25																												
217	Instalación de Líneas de drenaje de alta y	7 días	5 días	mié 1/10/25 mar 7/10/25																												
218	Montaje de Válvulas MOV	7 días	5 días	mié 8/10/25 mar 14/10/25																												
219	Línea de aire	4 días	2 días	vie 24/10/25 lun 27/10/25																												
220	Línea de combustible	3 días	3 días	mar 28/10/25jue 30/10/25																												
221	Línea de escape	4 días	2 días	vie 31/10/25 lun 3/11/25																												
222	Estructuras metálicas (soportes)	8 días	6 días	vie 24/10/25 vie 31/10/25																												
223	Tie ins	12 días	8 días	vie 24/10/25 mar 4/11/25																												
224	Preparación y aplicación de recubrimientos de estructuras metálicas	21 días	15 días	mié 5/11/25 mar 25/11/25																												
225	ELÉCTRICA	70 días	50 días	mar 23/09/2 lun 1/12/25																												
226	Cableado eléctrico general	17 días	13 días	mar 23/09/25jue 9/10/25																												
227	Instalaciones eléctricas tinglado	8 días	6 días	vie 10/10/25 vie 17/10/25																												
228	Puesta a Tierra	5 días	5 días	lun 20/10/25 vie 24/10/25																												
229	Tablero en campo	5 días	5 días	lun 27/10/25 vie 31/10/25																												
230	Tablero UPS	4 días	4 días	lun 3/11/25 jue 6/11/25																												
231	Caja de baterías	5 días	3 días	vie 7/11/25 mar 11/11/25																												
232	Buzones electricos	6 días	4 días	mié 12/11/25lun 17/11/25																												
233	Tablero de distribución principal en CCM	14 días	10 días	mar 18/11/25lun 1/12/25																												
234	INSTRUMENTACIÓN	46 días	34 días	mar 23/09/25 vie 7/11/25																												
235	Cableado de comunicación	16 días	12 días	mar 23/09/25mié 8/10/25																												
236	Tablero de Control	9 días	7 días	mié 8/10/25 jue 16/10/25																												
237	Tablero en campo	7 días	5 días	jue 9/10/25 mié 15/10/25																												
238	Válvulas MOV	8 días	6 días	jue 16/10/25 jue 23/10/25																												
239	Configuración del PLC	8 días	6 días	jue 16/10/25 jue 23/10/25																												
240	Configuración del SCADA	7 días	5 días	vie 24/10/25 jue 30/10/25																												
241	Calibración de instrumentos	8 días	6 días	vie 31/10/25 vie 7/11/25																												
242	COMISIONAMIENTO, PROTOCOLOS Y PUE	17 días	13 días	mar 2/12/25 jue 18/12/25																												
243	Precomisionado y comisionado	14 días	10 días	mar 2/12/25 lun 15/12/25																												
244	Protocolos de prueba y puesta en march	3 días	3 días	mar 16/12/25jue 18/12/25																												
245	CIERRE	21 días	15 días	vie 28/11/25jue 18/12/25																												
246	Dossier de Calidad	21 días	15 días	vie 28/11/25 jue 18/12/25																												
247	Informe Final	21 días	15 días	vie 28/11/25 jue 18/12/25																												

Proyecto: JINP-IB-01-T2-PR-CR

Fecha: jue 8/06/23

Tarea

División

Hito

Resumen

Resumen del proyecto

Tarea inactiva

Hito inactivo

Resumen inactivo

Tarea manual

solo duración

Informe de resumen manual

Resumen manual

solo el comienzo

solo fin

Tareas externas

Hito externo

Fecha límite

Tareas críticas

División crítica

Progreso

Progreso manual

Página 4



## **APÉNDICE 02.02**

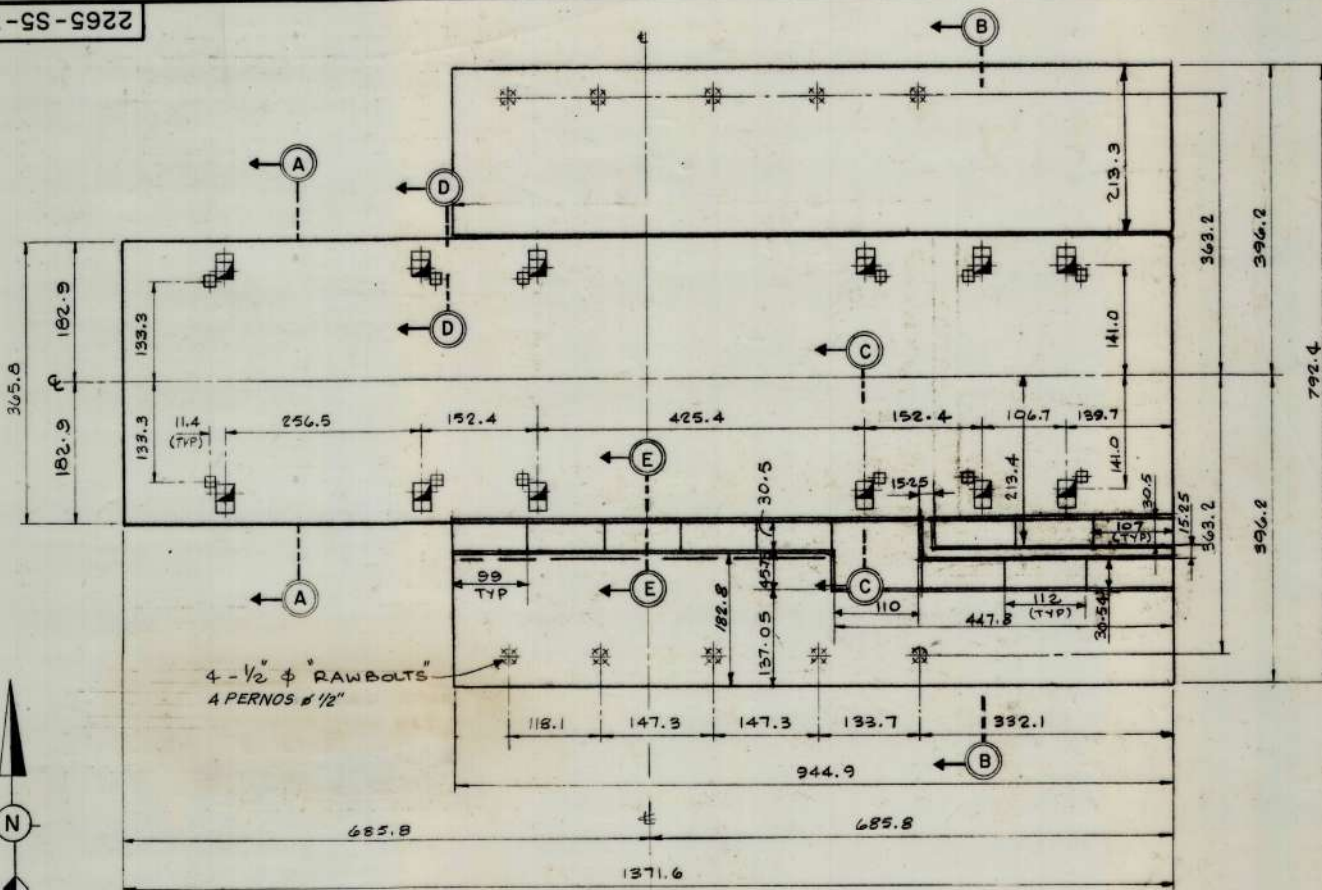
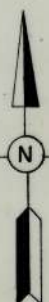
- DOCUMENTACIÓN DE INSTALACIONES EXISTENTES

## **CIMENTACIONES – ESTACIÓN 5**



## BILL OF MATERIAL

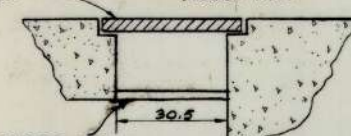
ITEM NO.	QTY.	DESCRIPTION	PURCHASE ORDER NO.
1	261 M <sup>3</sup>	CONCRETE 3000 PSI @ 28 DAYS	
2	3517 LM	REBAR #4	
3	38	ANCHOR BOLTS - 1" DIA. x 12" (BY VENDOR)	82818-82
4	38	PAD SET - 3" x 3" x 1/2" (BY VENDOR)	4319-82
5	15	1/4" x 14" x 3" - 3" COVER PLATE FOR TRENCH (5.3 M <sup>2</sup> )	
6	3	1/4" x 32" x 3" - 10" COVER PLATE FOR TRENCH (2.9 M <sup>2</sup> )	
7	8	1/4" x 14" x 3" - 8" COVER PLATE FOR TRENCH (3.6 M <sup>2</sup> )	
8	8	1/4" x 14" x 3" - 8" COVER PLATE FOR TRENCH (3.4 M <sup>2</sup> )	
9	320	NON SHRINK METALLIC GROUT	3807-5210



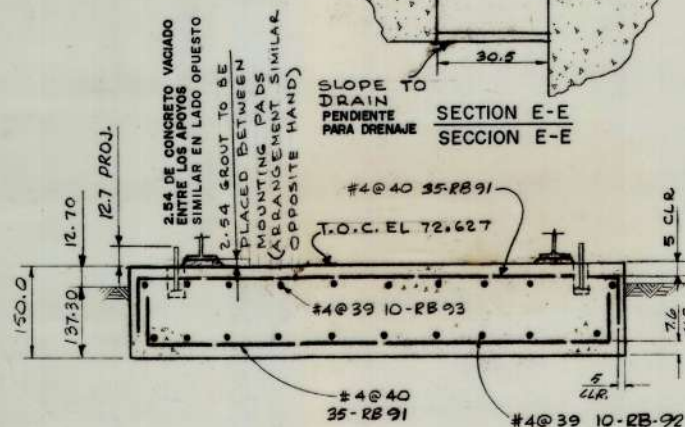
PLANTA PLAN  
CIMENTACION PARA LAS BOMBAS PRINCIPALES  
FOUNDATION FOR PRINCIPAL PUMPS

1/4" PLANCH  
1/4" THICK PLATE

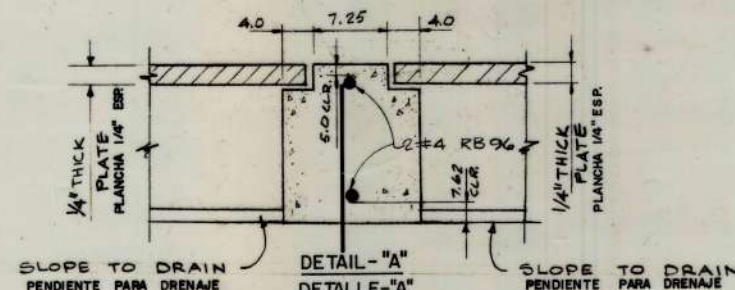
3 EA.-3 UNID.  
(SCALE 1:50)  
(ESCALA 1:50)



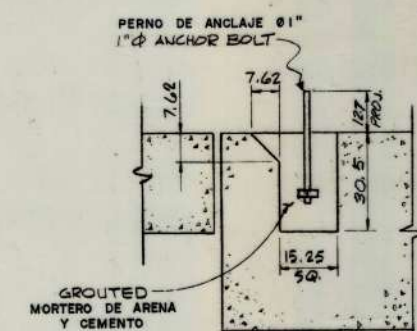
SECTION E-E  
SECCION E-E



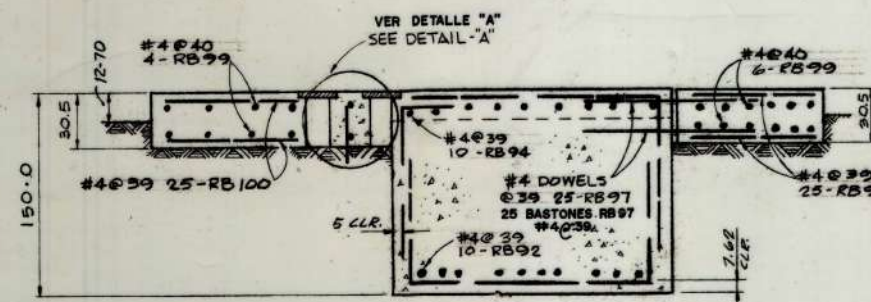
SECTION A-A  
(NOT TO SCALE)



DETAIL-A  
DETALLE-A



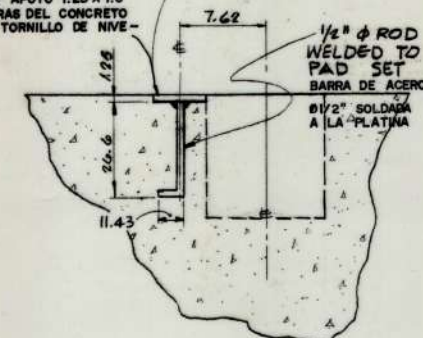
SECTION C-C  
(NOT TO SCALE)



SECTION B-B  
(NOT TO SCALE)

SECTION B-B  
(SIN ESCALA)

PLACA DE APOYO 1.25 X 7.6  
X 7.6 A RAS DEL CONCRETO  
PARA EL TORNILLO DE NIVEL-  
LADO.



SECTION D-D  
SECCION D-D

CUADRO DE BARRAS  
REINFORCING BAR SCHEDULE

MARCA MARK	DIAMETRO SIZE	DESCRIPCION DESC.	LONGITUD LENGTH	DETALLE DE DOBLADO BENDING DETAILS
RB 91	# 4	BENT DOBLADO	521	83 355 83
RB 92	# 4	BENT DOBLADO	1526	83 1360 83
RB 93	# 4	BENT DOBLADO	1161	83 1057 21
RB 94	# 4	BENT DOBLADO	368	21 264 83
RB 95	# 4	ST RECTA	487	
RB 96	# 4	BENT DOBLADO	340	33 307
RB 97	# 4	ST RECTA	92	
RB 98	# 4	ST RECTA	200	
RB 99	# 4	ST RECTA	934	
RB 100	# 4	ST RECTA	127	

## GENERAL NOTES

- ALL DIMENSIONS ARE IN CENTIMETERS.
- QUANTITIES SHOWN IN A BILL OF MATERIAL ARE FOR 3 PRINCIPAL PUMPS.

## NOTAS GENERALES

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN CENTIMETROS.
- LAS CANTIDADES INDICADAS EN EL PEDIDO DE MATERIALES SON PARA 3 BOMBAS PRINCIPALES.

## REFERENCE DRAWINGS

NUMBER	TITLE
2285-35-101	PLOT PLAN STATION 5

## REVISIONS

NO	DESCRIPTION	BY	DATE	CHK	DATE
1	T.O.C. ADDED	VCP	09/05/75	KLL	3-30-75
2	WIDTH OF COVER PLATE REVISED IN BILL OF MATERIAL	HP	11-12-75	V.C.P.	11-17-75
3	CONFORME A OBRA	C.M.S.	1-6-77	G.M.V.	3-2-77

## ENGINEERING RECORD

SCALE AS NOTED	DATE	CHK	DATE
DWN	FRANTZ	7-15-75	11/18/75
ENGR	DATE	DEPT NO.	DATE
REV	DATE	BECHTEL	PETROPERU

WILLIAMS / SEDCO / HORN  
HOUSTON CONSTRUCTORES TEXAS

PETROLES DEL PERU

OLEODUCTO NOR-PERUANO

ESTACION NO.5

FOUNDATIONS PLANS & DETAILS

PRINCIPAL PUMPS

PLANTA Y DETALLES DE CIMENTACION PARA LAS BOMBAS PRINCIPALES

APPROVED BY BECHTEL  
APPROVED BY PETROPERU  
DATE  
JOB  
DRAWING NO.  
REVISION

2265  
2265-S5-300  
3








## **BOMBAS EXISTENTES**




	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 23 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

CUADRO 1.1: RESUMEN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO DEL ONP Y ORN

ESTACIÓN DE BOMBEO	FUNCIÓN	BOMBA							MOTOR				INFORMACIÓN RELEVAMIENTO			
		TAG	TIPO	MARCA	MODELO	RPM	CAUDAL DE DISEÑO (m3/d / gpm)	CURVAS BOMBA / DATA SHEET	AÑO INSTALACIÓN	TIPO	MARCA	MODELO	RPM	POTENCIA (HP)	ESTADO OPERATIVO	COMENTARIOS
1	Equipo de Bombeo de Refuerzo	1G6	Centrífuga Vertical	Ingersoll - Rand	151BCM - 2 Elapas. tipo barril	1 775	74 / 2148	NO	ND	Eléctrico	Ingersa	Sin Dato	Sin Dato	125	En servicio	Operan adecuadamente.
		1G7	Centrífuga Vertical	Ingersoll - Rand	151BCM - 2 Elapas. tipo barril	1 775	74 / 2148	NO	ND	Eléctrico	Ingersa	Sin Dato	Sin Dato	125	En servicio	Operan adecuadamente.
	Motobombas Principales	1MB1	Centrífuga	Bingham 3 Elapas	MSD 8x10x3A	3 590	210.3 / 6150	SI	1 975	Combustion	Caterpillar	CAT D398C	1 200	825	En servicio	Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
		1MB2	Tornillo	Flowsolve	TSP-2309	630	30 / 875	SI	2 014	Combustion	Caterpillar	MODEL C18	1 200	575	En servicio	Bomba eficiente
5	Equipo de Bombeo de Refuerzo	5G6	Centrífuga Vertical	Ingersoll - Rand	VOLFWM10C (B-12TFM14A)	1 760	105 / 3063	NO	ND	Eléctrico	General Electric	5K - 63117XJ35A	1 780	200	En servicio	Funcionan 2 bombas y una está de back up es aleatorio dependiendo el estado de los equipos
		5G7	Centrífuga Vertical	Ingersoll - Rand	VOLFWM10C (B-12TFM14A)	1 760	105 / 3063	NO	ND	Eléctrico	General Electric	5K - 63117XJ35A	1 780	200	En servicio	
		5G8	Centrífuga Vertical	Ingersoll - Rand	VOLFWM10C (B-12TFM14A)	1 760	105 / 3063	NO	ND	Eléctrico	General Electric	5K - 63117XJ35A	200	En servicio		
	Turbo bombas Principales	5GT2	Centrífuga	Bingham 2 Elapas	MSD 12x12x15C	3 560	210.3 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruston	TB 4000	10 000	4 000	En servicio	Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
		5GT3	Centrífuga	Bingham 2 Elapas	MSD 12x12x15C	3 560	210.3 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruston	TB 4000	10 000	4 000	En servicio	

Tabla N° 6. Resumen de los equipos de bombeo del ONP y ORN.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	


	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 24 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

CUADRO 1.1: RESUMEN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO DEL ONP Y ORN

ESTACIÓN DE BOMBEO	FUNCIÓN	BOMBA								MOTOR					INFORMACIÓN RELEVANTE	
		TAG	TIPO	MARCA	MODELO	RPM	CAUDAL DE DISEÑO (m <sup>3</sup> d / gpm)	CURVAS BOMBA / DATA SHEET	AÑO INSTALACIÓN	TIPO	MARCA	MODELO	RPM	POTENCIA (HP)	ESTADO OPERATIVO	COMENTARIOS
6	Turbobombas Principales	6GT1	Centrífuga	Bingham 2 Elapas	MSD 12x12x15C	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	10 000	4 000	En servicio	Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
		6GT2	Centrífuga	Bingham 2 Elapas	MSD 12x12x15C	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	Sin Dato	4 000	En mantenimiento	
7	Turbobombas Principales	7GT1	Centrífuga	Bingham 2 Elapas	MSD 12x12x15C	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	Sin Dato	4 000	En servicio	Posee PLC. Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
		7GT2	Centrífuga	Bingham 2 Elapas	MSD 12x12x15C	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	Sin Dato	4 000	En servicio	Posee Control Analógico. Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
8	Turbobombas Principales	8GT1	Centrífuga	Bingham 2 Elapas	MSD 12x12x15C	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	Sin Dato	4 000	En servicio	Posee PLC de lectura. Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
		8GT2	Centrífuga	Bingham 2 Elapas	MSD 12x12x15C	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	Sin Dato	4 000	En servicio	Control Analógico. Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
9	Turbobombas Principales	9GT1	Centrífuga	Bingham	MSD 6x8x12½A	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	7 900	4 000	En servicio	Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
		9GT2	Centrífuga	Bingham	MSD 6x8x12½A	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	7 900	4 000	En servicio	Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
		9GT3	Centrífuga	Bingham	MSD 6x8x12½A	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	7 900	4 000	En servicio	Posee PLC. Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
		9GT4	Centrífuga	Bingham	MSD 6x8x12½A	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	7 900	4 000	En servicio	Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.
		9GT5	Centrífuga	Bingham	MSD 6x8x12½A	3 560	210.9 / 6150	SI	1 975	Turbina a gas	Ruslon	TB 4000	7 900	4 000	En servicio	Posee PLC de lectura. Alto consumo gas oil. Baja eficiencia.

Tabla N° 6. Resumen de los equipos de bombeo del ONP y ORN (continuación).

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	


	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 25 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

CUADRO 1.1: RESUMEN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO DEL ONP Y ORN

ESTACIÓN DE BOMBEO	FUNCIÓN	BOMBA						MOTOR				INFORMACIÓN RELEVANTE				
		TAG	TIPO	MARCA	MODELO	RPM	CAUDAL DE DISEÑO (m <sup>3</sup> /d / gpm)	CURVAS BOMBA / DATA SHEET	AÑO INSTALACIÓN	TIPO	MARCA	MODELO	RPM	POTENCIA (HP)	ESTADO OPERATIVO	COMENTARIOS
ANDOAS	Equipo de Bombeo de Refuerzo	BA1A	Centrífuga Vertical	Ingersoll - Rand	B12TFM14A Tipo Barril	Sin Dato	Sin Dato	NO	ND	Eléctrico	US Electrical Motor	EV - 4	Sin Dato	200	En servicio	Operan adecuadamente.
		BA1B	Centrífuga Vertical	Ingersoll - Rand	B12TFM14A Tipo Barril	Sin Dato	Sin Dato	NO	ND	Eléctrico	US Electrical Motor	EV - 4	Sin Dato	200	En servicio	Operan adecuadamente.
	BA19A	Tomillo	IMO - GLH8LDDT X - 630J/019	MSD 8x10x3A	Sin Dato	18000 / 525	SI	2 006	Combustión	Caterpillar	CAT 3508B	1 200	1 100	En servicio	Opera eficientemente	
	BA19B	Tomillo	IMO - GLH8LDDT X - 630J/019	MSD 8x10x3A	Sin Dato	18000 / 525	SI	2 006	Combustión	Caterpillar	CAT 3508B	1 200	1 100	En servicio	Opera eficientemente	
	BA16A	Centrífuga	Ingersoll - Rand 8 Elapas	4HMTA - 8	3 560	25.36 / 168 (m <sup>3</sup> /h)	SI	1 975	Combustión	Caterpillar	CAT D398BPC	1 200	825	En servicio	Se opera como alternativa a las bombas B19A y B19B	
	BA16C	Centrífuga	Ingersoll - Rand 8 Elapas	4HMTA - 8	3 560	25.36 / 168 (m <sup>3</sup> /h)	SI	1 975	Combustión	Caterpillar	CAT D398BPC	1 200	825	Desmantelada	Se utilizan los repuestos para reemplazarlos en otras estaciones	
MORONA	Bombas Principales	P1301	Centrífuga	Bingham 7 Elapas	MSD 4x6x10 1/2 A	3 450	33.441 / 224.25 (m <sup>3</sup> /h)	SI	1 975	Combustión	Caterpillar	CAT D398BPC	1 200	825	Desmantelada	Se utilizan los repuestos para reemplazarlos en otras estaciones
		P1303	Centrífuga	Bingham 7 Elapas	MSD 4x6x10 1/2 A	3 450	33.441 / 224.25 (m <sup>3</sup> /h)	SI	1 975	Combustión	Caterpillar	CAT D398BPC	1 200	825	Desmantelada	Se utilizan los repuestos para reemplazarlos en otras estaciones
		P1307	Tomillo	IMO - GLH8LDDT X - 630J/019	8L - 630J	1 100	18000 / 525	SI	2 007	Combustión	Caterpillar	CAT 3412 BFT 02396	1 200	475	En servicio	Posee PLC. Opera eficientemente.
		P1308	Tomillo	IMO - GLH8LDDT X - 630J/019	8L - 630J	1 100	18000 / 525	SI	2 007	Combustión	Caterpillar	CAT 3412 BFT 02397	1 200	475	En servicio	Posee PLC. Opera eficientemente.

Tabla N° 6. Resumen de los equipos de bombeo del ONP y ORN (continuación).

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. <b>26</b> de <b>56</b>
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

## ANEXO II – CONFIGURACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

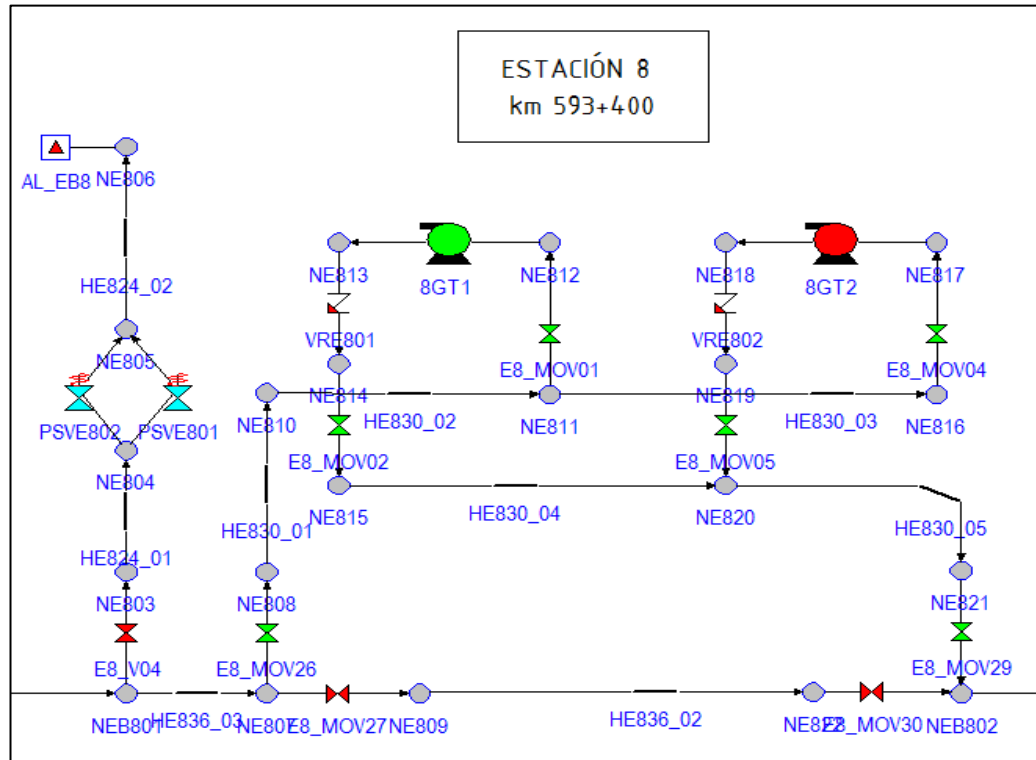


Figura N° 19. Configuración de la Estación 8 en el modelo de simulación (SPS).

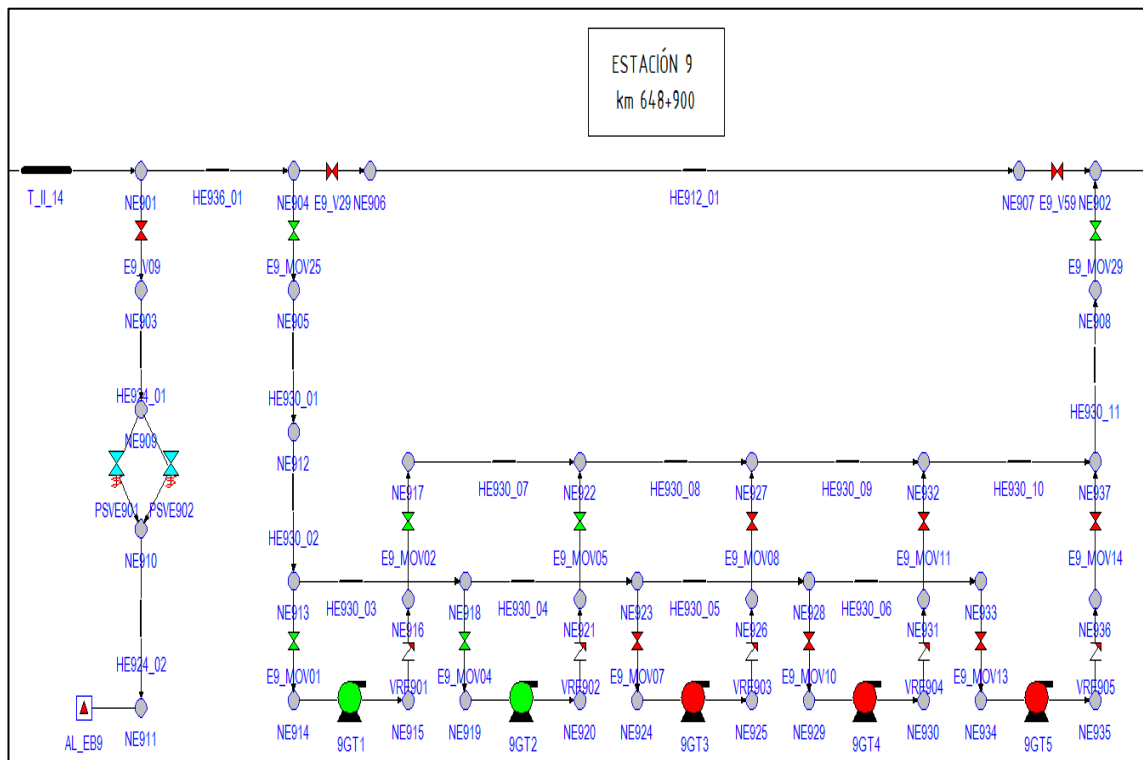



Figura N° 20. Configuración de la Estación 9 en el modelo de simulación (SPS).

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. <b>31</b> de <b>56</b>
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

### ANEXO III – PROPIEDADES DE LOS CRUDOS EVALUADOS

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

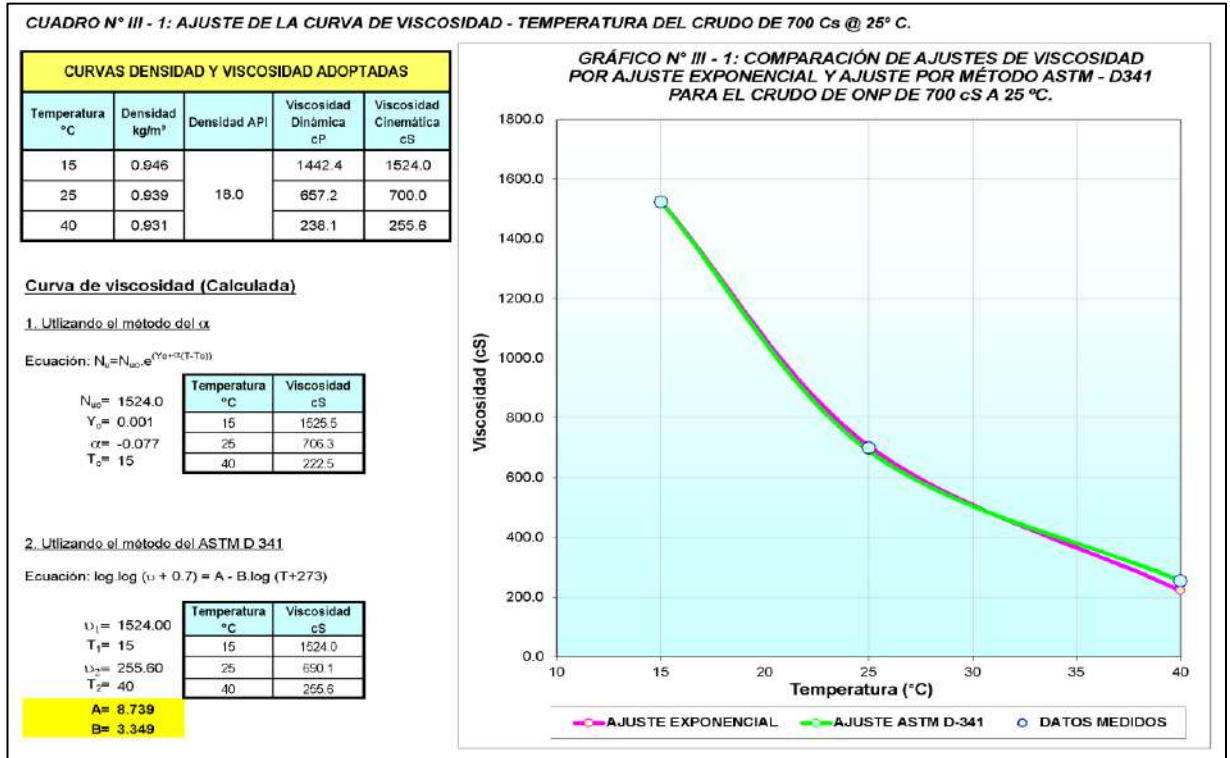


Figura N° 21. Propiedades del crudo de 700 cSt @ 25 °C.

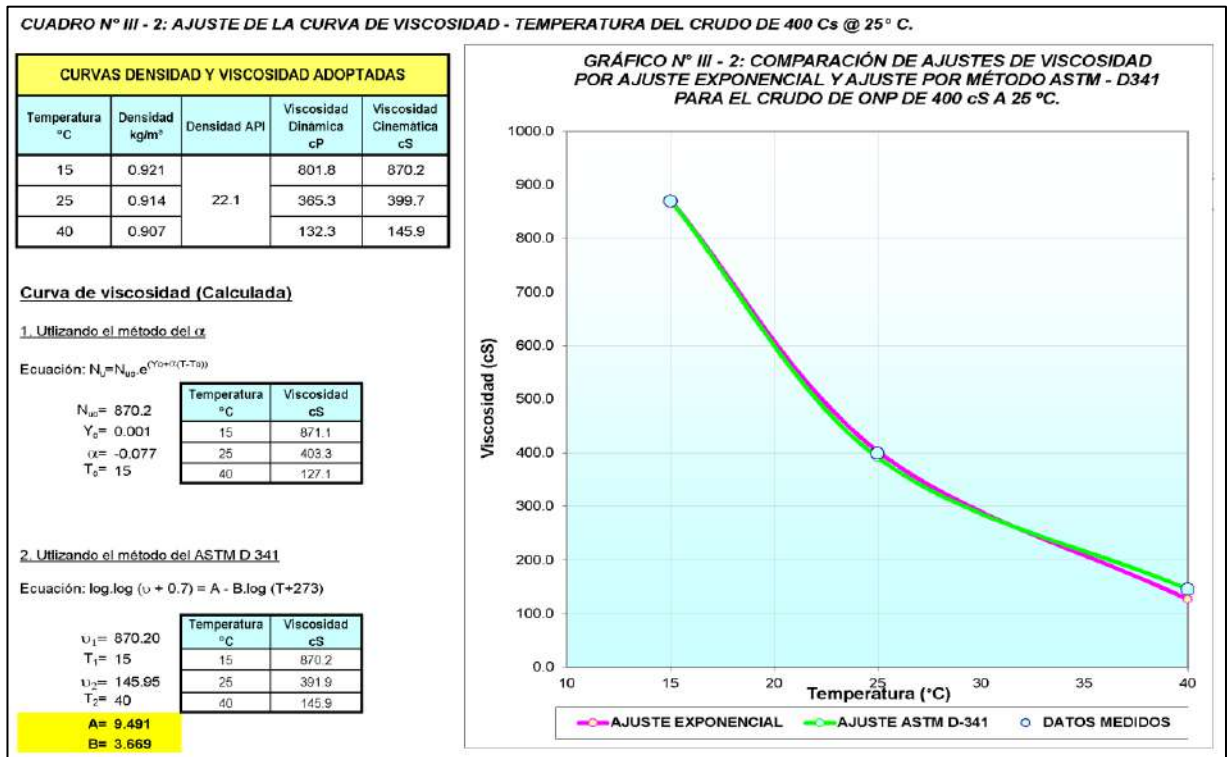



Figura N° 22. Propiedades del crudo de 400 cSt @ 25 °C.


0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 33 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

## ANEXO IV – RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS DE OPERACIÓN EVALUADOS

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	


	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 34 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

CUADRO IV - 1: RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO EVALUADOS

CONDICIÓN OPERATIVA BOMBA (CENTRÍFUGA)														
ESTACIÓN DE BOMBEO	TAG EQUIPO BOMBEO	VISCOS. A 25 °C (cSt)	CAUDAL (mbd)	PRESIÓN (kg/cm²)			RPM		VARIABLE DE CONTROL	Q BEP (mbd)	Q / Q BEP (%)	POTENCIA HIDRAULICA (HP)	EFICIENCIA HIDRAULICA (%)	POTENCIA EJE DEL MOTOR (HP)
				Succión	Descarga	Diferencia	Nominal	Operac.						
1	1MB1	400	29.5	12.0	35.9	23.9	3 480.0	2 910	Opera a máxima potencia	197.8	14.9%	172	20.8%	825
		700	20.7	12.5	36.7	24.2	3 480.0	2 897	Opera a máxima potencia	198.0	10.5%	124	15.0%	825
		700	90.0	9.0	52.7	43.8	3 560.0	3 271	Presión Descarga	120.9	74.4%	964	50.0%	1 927
5	5GT2	700	116.0	9.0	58.5	49.5	3 560.0	3 560	Presión Descarga	120.9	96.0%	1 402	50.3%	2 787
		400	90.0	9.0	50.4	41.4	3 560.0	3 169	Presión Descarga	120.9	74.5%	907	58.3%	1 556
		400	145.0	9.0	51.9	42.9	3 560.0	3 560	Presión Descarga	120.9	119.9%	1 508	57.0%	2 646

Tabla N° 7. Resumen de las condiciones de operación del sistema de bombeo evaluados.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	


	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 35 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

**CUADRO IV - 1: RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO EVALUADOS**

CONDICIÓN OPERATIVA BOMBA (CENTRÍFUGA)														
ESTACIÓN DE BOMBEO	TAG EQUIPO BOMBEO	VISCOS. A 25 °C (cSt)	CAUDAL (mbd)	PRESIÓN (kg/cm²)			RPM		VARIABLE DE CONTROL	Q BEP (mbd)	Q / Q BEP (%)	POTENCIA HIDRÁULICA (HP)	EFICIENCIA HIDRAULICA (%)	POTENCIA EJE DEL MOTOR (HP)
				Succión	Descarga	Diferencia	Nominal	Operac.						
6	6GT1	700	90.0	21.0	51.1	30.1	3 560.0	3 462	Presión Descarga	278.1	32.4%	654	34.5%	1 897
		700	116.0	47.4	57.0	9.5	3 560.0	2 033	Presión Descarga	278.1	41.7%	269	51.3%	524
		400	90.0	21.0	48.6	27.6	3 560.0	3 309	Presión Descarga	278.1	32.4%	605	40.1%	1 508
		400	144.0	43.6	55.1	11.5	3 560.0	2 257	Presión Descarga	278.1	51.8%	404	60.1%	673
7	7GT1	700	90.0	18.8	50.6	31.8	3 560.0	3 396	Presión Descarga	198.3	45.4%	702	43.8%	1 603
		700	116.0	35.2	54.2	19.0	3 560.0	2 745	Presión Descarga	198.3	58.5%	539	54.8%	984
		400	90.0	18.8	47.8	29.0	3 560.0	3 278	Presión Descarga	198.3	45.4%	635	48.7%	1 303
		400	144.0	36.3	54.2	17.9	3 560.0	2 789	Presión Descarga	198.3	72.6%	629	64.4%	977

Tabla N° 7. Resumen de las condiciones de operación del sistema de bombeo evaluados (cont.).

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	


	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 36 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

**CUADRO IV - 1: RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO EVALUADOS**

CONDICIÓN OPERATIVA BOMBA (CENTRÍFUGA)														
ESTACIÓN DE BOMBEO	TAG EQUIPO BOMBEO	VISCOS. A 25 °C (cSt)	CAUDAL (mbd)	PRESIÓN (kg/cm²)			RPM		VARIABLE DE CONTROL	Q BEP (mbd)	Q / Q BEP (%)	POTENCIA HIDRAULICA (HP)	EFICIENCIA HIDRAULICA (%)	POTENCIA EJE DEL MOTOR (HP)
				Succión	Descarga	Diferencia	Nominal	Operac.						
8	8GT1	700	90.0	12.6	50.1	37.5	3 560.0	3 546	A RPM Máx.	207.2	43.4%	825	42.9%	1 922
		700	116.0	14.4	51.2	36.8	3 560.0	3 560	A RPM Máx.	207.2	56.0%	1 039	48.4%	2 148
		400	90.0	12.6	47.8	35.2	3 560.0	3 477	A RPM Máx.	207.2	43.4%	771	47.2%	1 634
		400	144.0	17.4	51.4	34.0	3 560.0	3 530	A RPM Máx.	207.2	69.5%	1 198	60.1%	1 994
9	9GT1	700	45.0	13.8	110.9	97.2	3 589.0	3 434	A RPM Máx.	62.2	72.4%	1 069	49.5%	2 160
		700	58.0	13.8	111.3	97.5	3 589.0	3 560	Opera a RPM Máx.	62.2	93.3%	1 379	50.3%	2 742
		400	45.0	13.8	107.0	93.2	3 589.0	3 371	A RPM Máx.	62.2	72.4%	1 022	55.7%	1 835
		400	72.0	16.2	107.4	91.2	3 589.0	3 589	A RPM Máx.	62.2	115.8%	1 605	56.6%	2 836

Tabla N° 7. Resumen de las condiciones de operación del sistema de bombeo evaluados (cont.).

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 37 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

**CUADRO IV - 1: RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO EVALUADOS**

CONDICIÓN OPERATIVA BOMBA (CENTRÍFUGA)													
ESTACIÓN DE BOMBEO	TAG EQUIPO BOMBEO	VISCOS. A 25 °C (cSt)	CAUDAL (mbd)	PRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )			RPM		VARIABLE DE CONTROL	Q / Q BEP (%)	POTENCIA HIDRÁULICA (HP)	EFICIENCIA HIDRÁULICA (%)	POTENCIA EJE DEL MOTOR (HP)
				Succión	Descarga	Diferencia	Nominal	Operac.					
9	9GT2	700	45.0	13.8	110.9	97.2	3 589.0	3 434	A RPM Max.	62.2	1 069	49.5%	2 160
		700	58.0	13.8	111.3	97.5	3 589.0	3 560	A RPM Max.	62.2	1 379	50.3%	2 742
		400	45.0	13.8	107.0	93.2	3 589.0	3 371	A RPM Max.	62.2	1 022	55.7%	1 835
		400	72.0	16.2	107.4	91.2	3 589.0	3 589	A RPM Max.	62.2	1 605	56.6%	2 836

Tabla N° 7. Resumen de las condiciones de operación del sistema de bombeo evaluados (cont.).

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

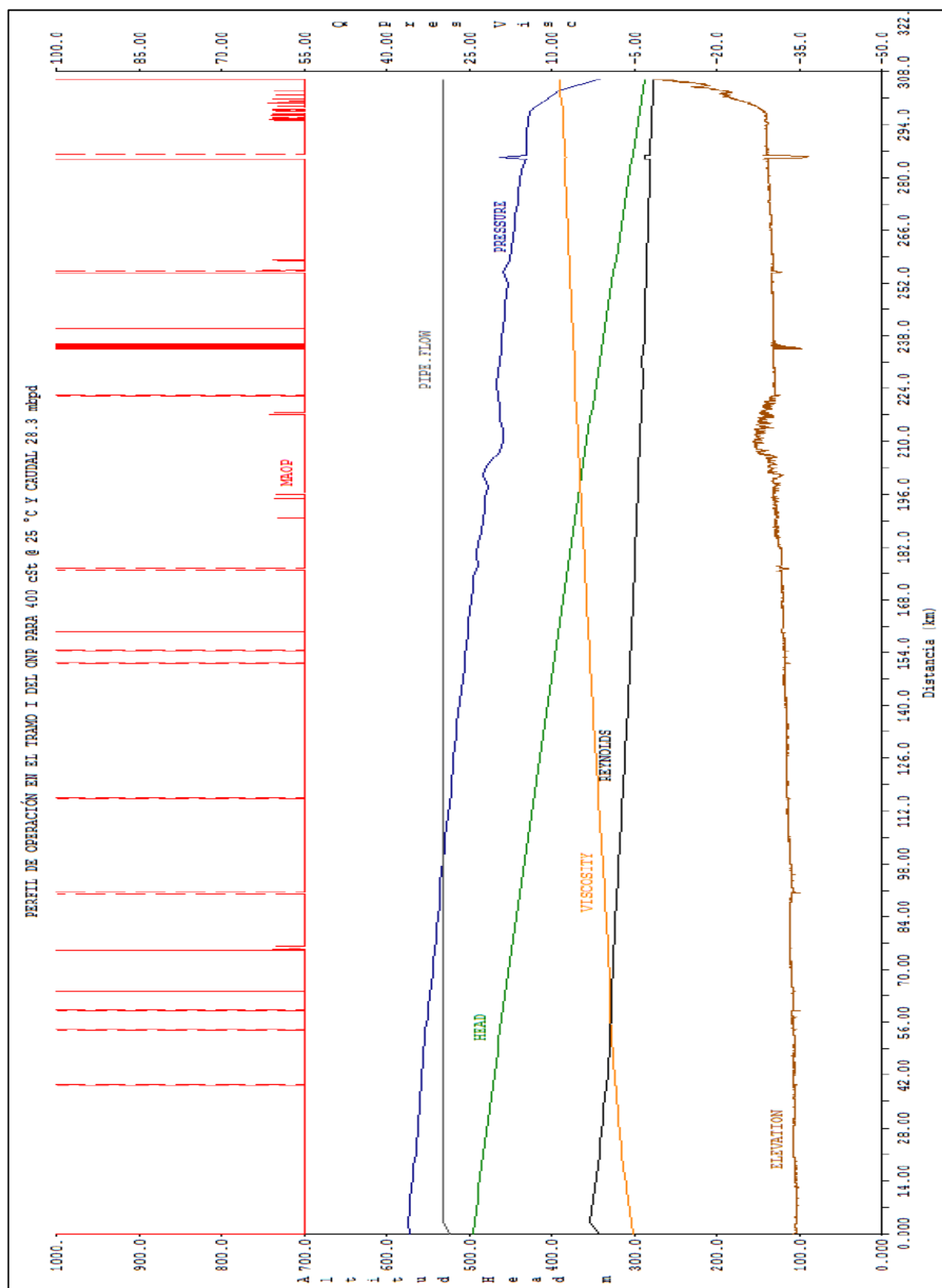


Figura N° 23. Perfil de operación Tramo I - ONP con viscosidad de 400 cSt @ 25°C y Q = 28.3 mbpd.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

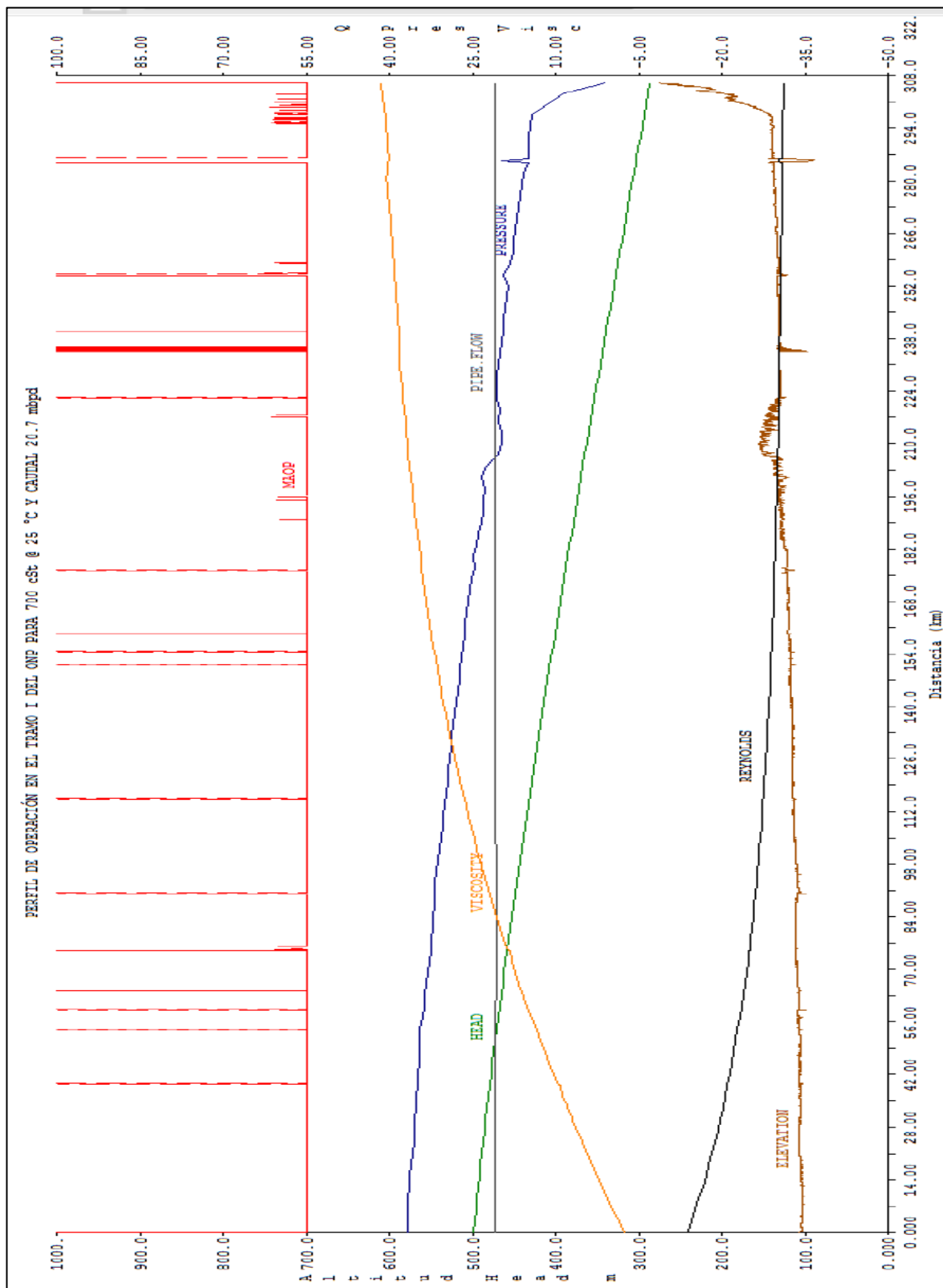


Figura N° 24. Perfil de operación Tramo I - ONP con viscosidad de 700 cSt @ 25°C y Q = 20.7 mbpd.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

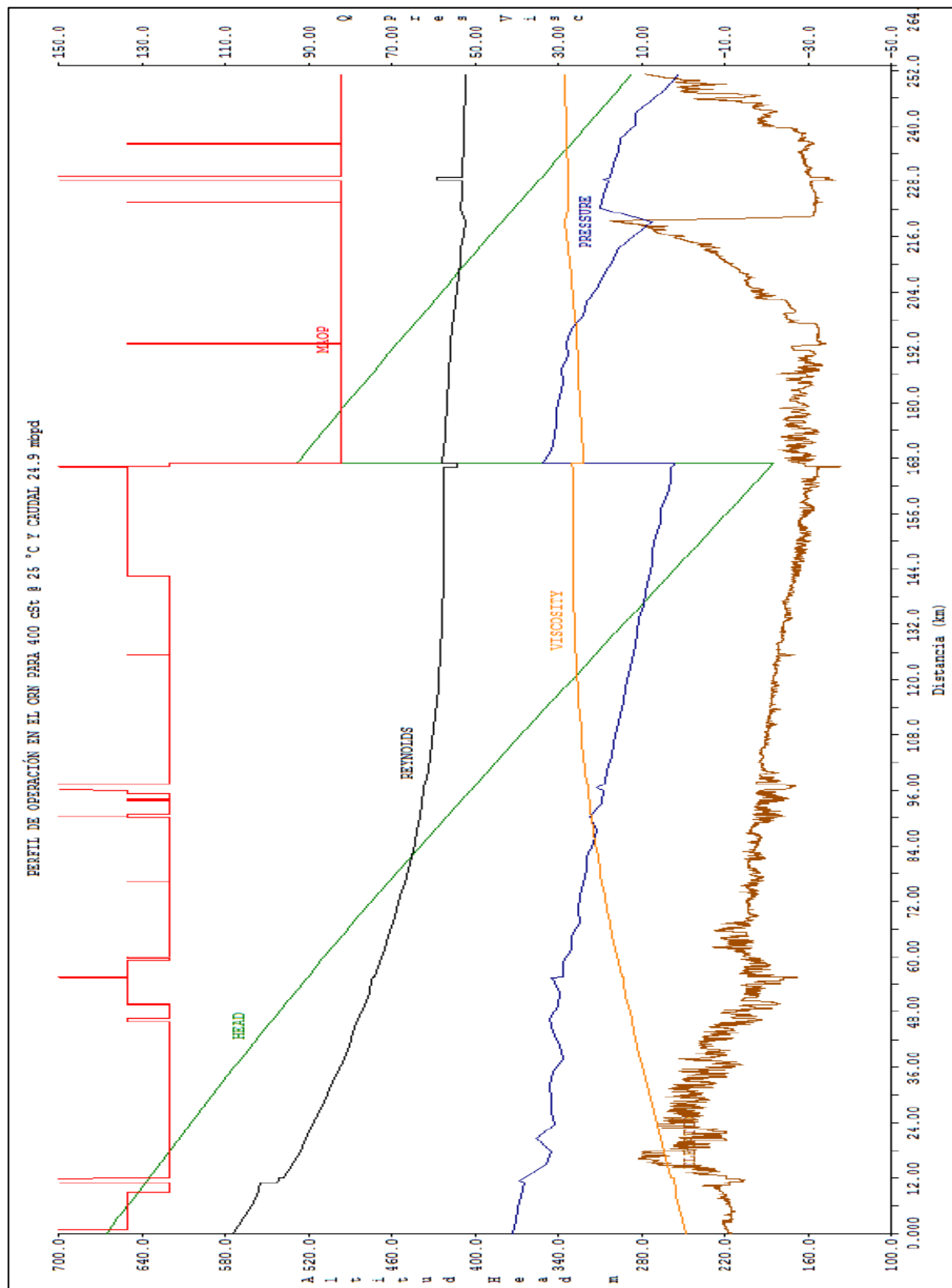


Figura N° 25. Perfil de operación del ORN con viscosidad de 400 cSt @ 25°C y Q = 24.9 mbpd.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

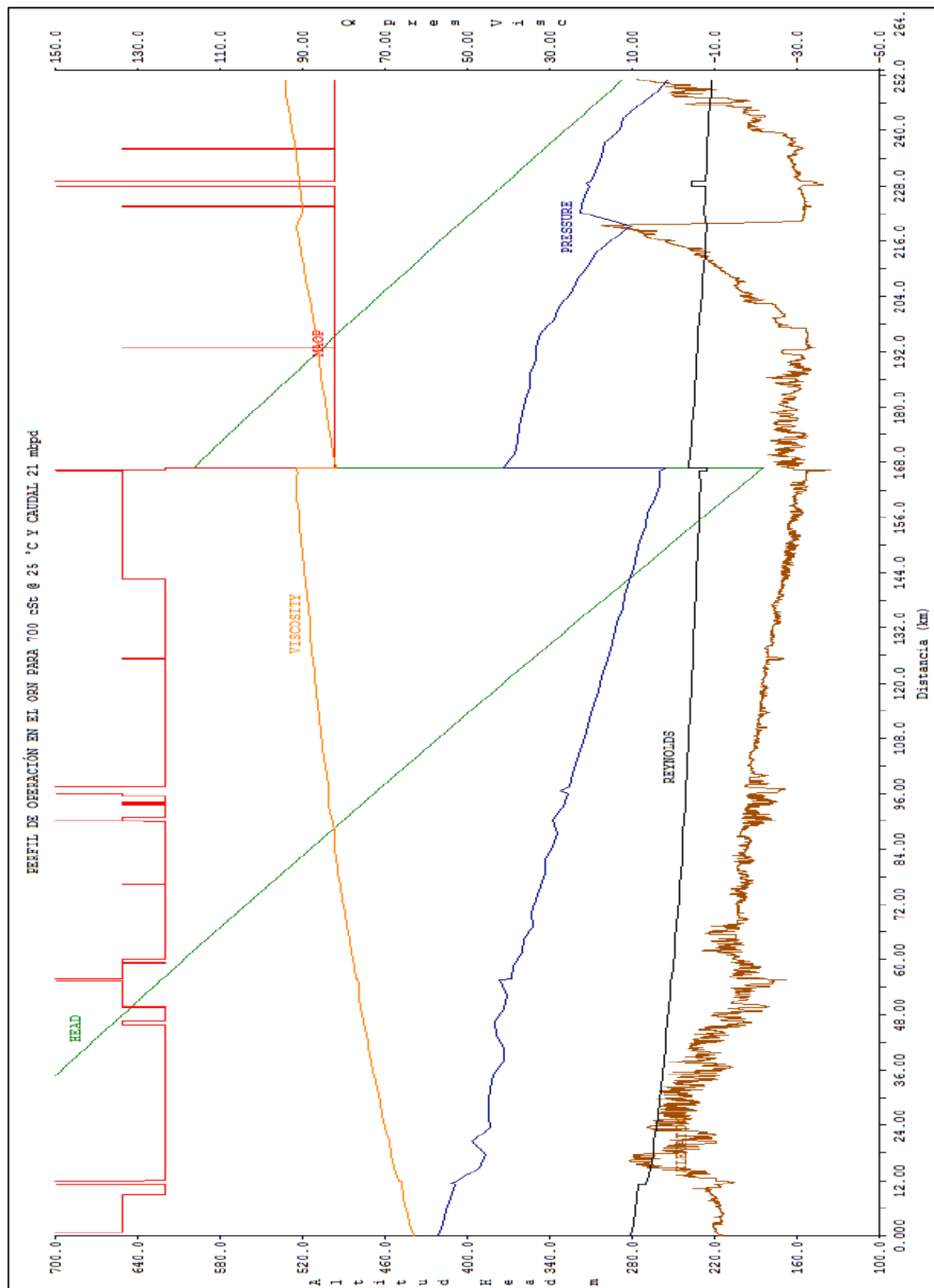


Figura N° 26. Perfil de operación del ORN con viscosidad de 700 cSt @ 25°C y Q = 21 mbpd.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

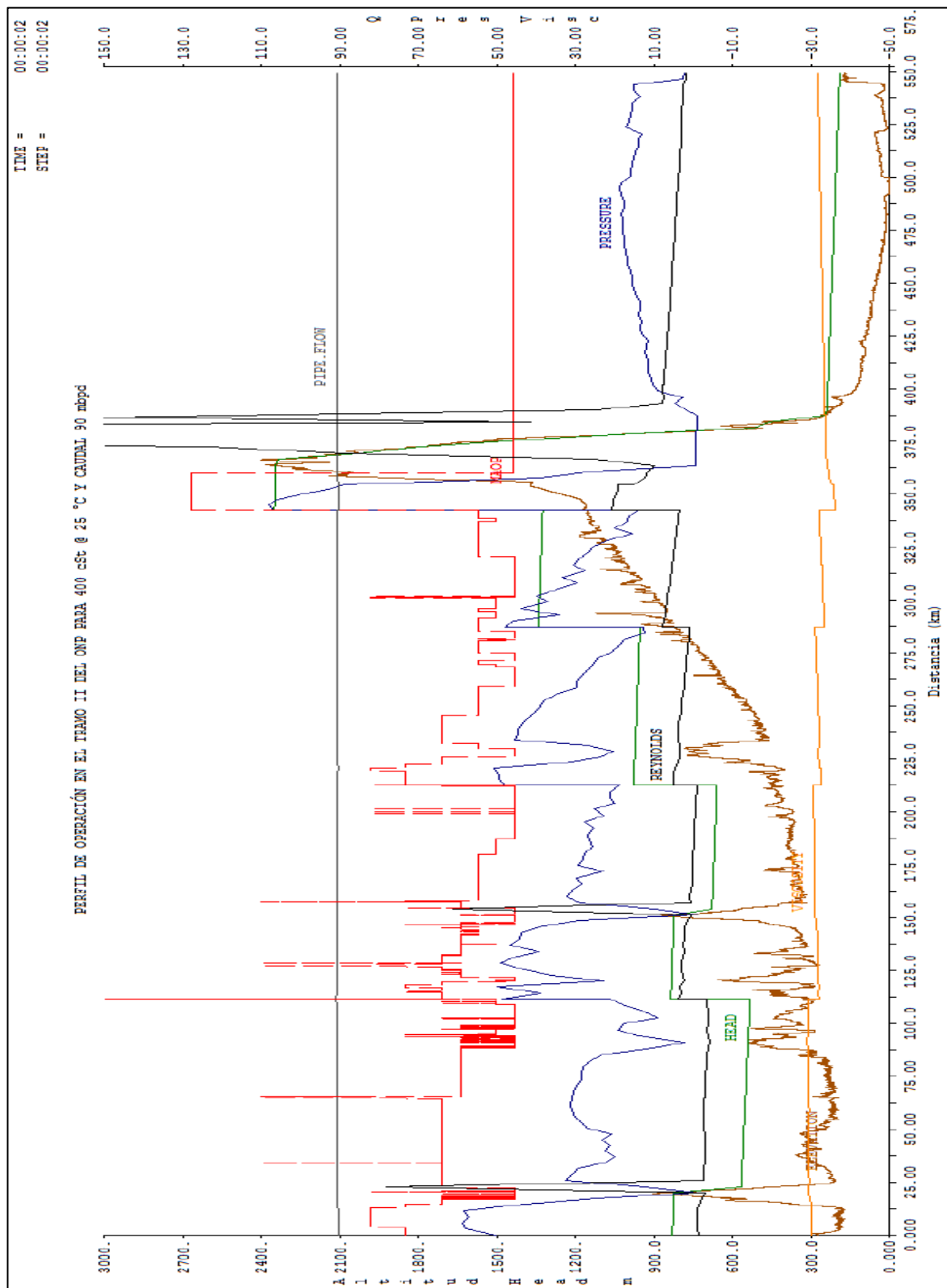


Figura N° 27. Perfil de operación Tramo II del ONP con viscosidad de 400 cSt @ 25°C Q = 90 mbpd.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

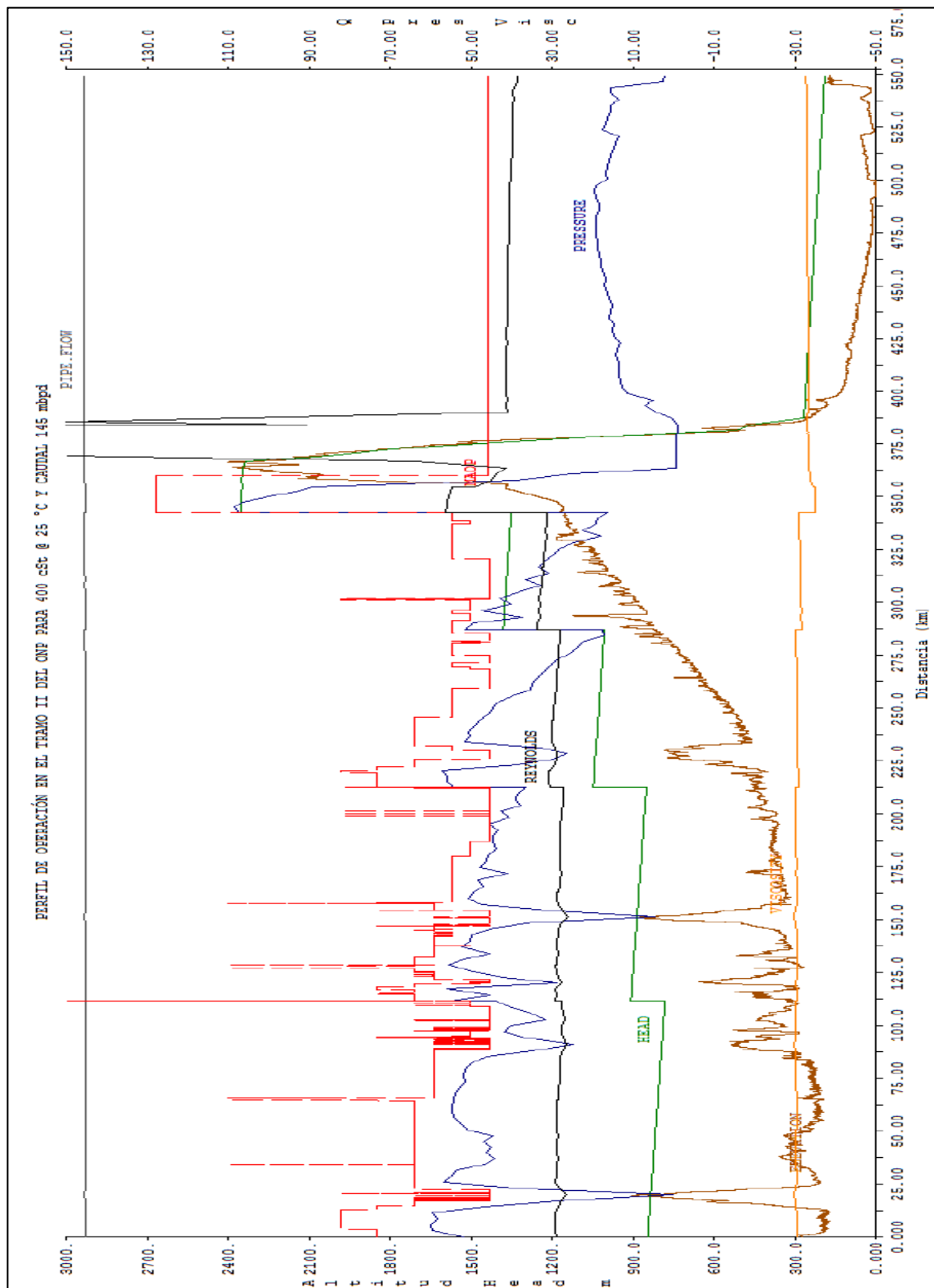


Figura N° 28. Perfil de operación Tramo II - ONP con viscosidad de 400 cSt @ 25°C y Q = 145 mbpd.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

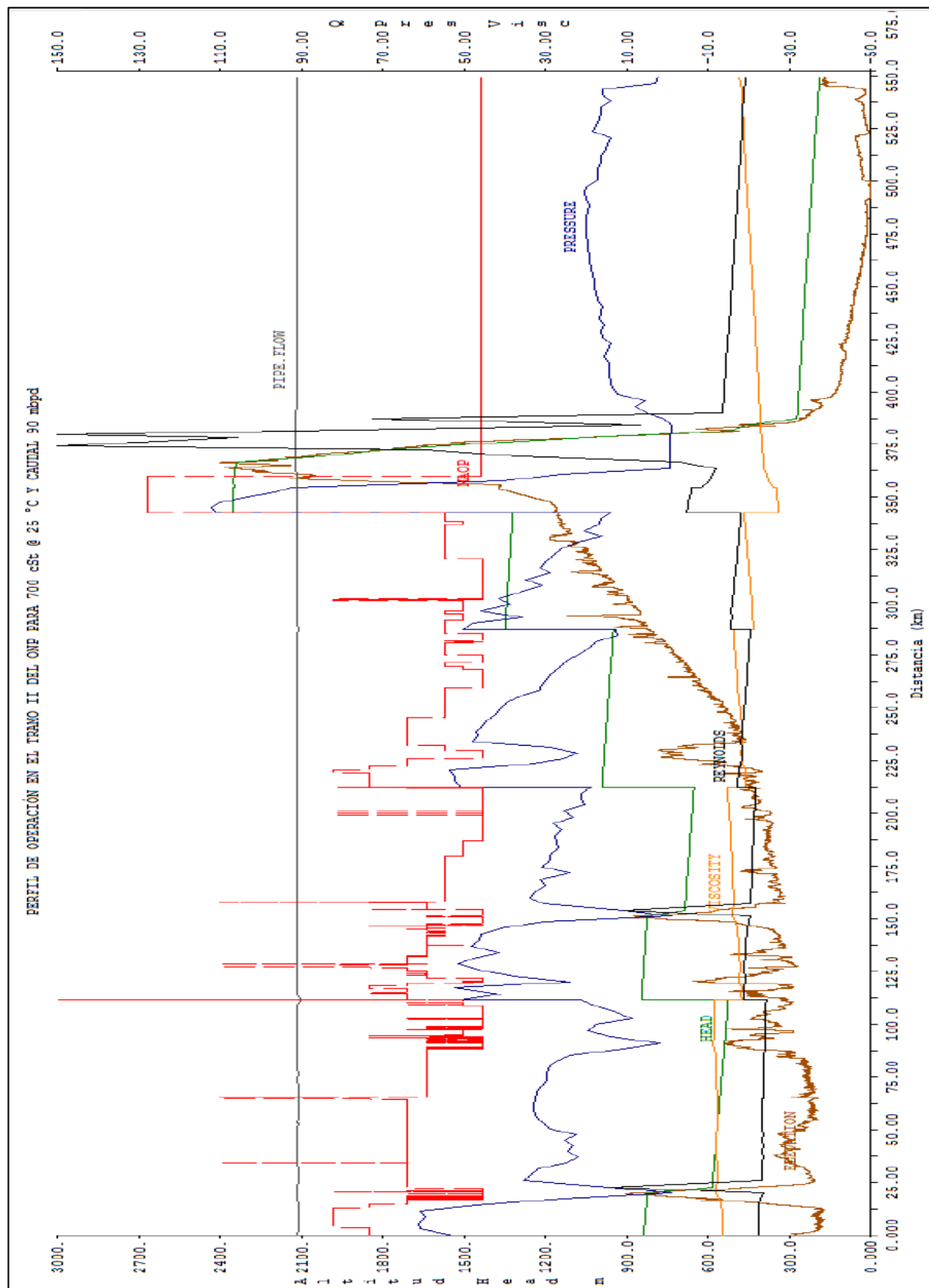


Figura N° 29. Perfil de operación Tramo II - ONP con viscosidad de 700 cSt @ 25°C y Q = 90 mbpd.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

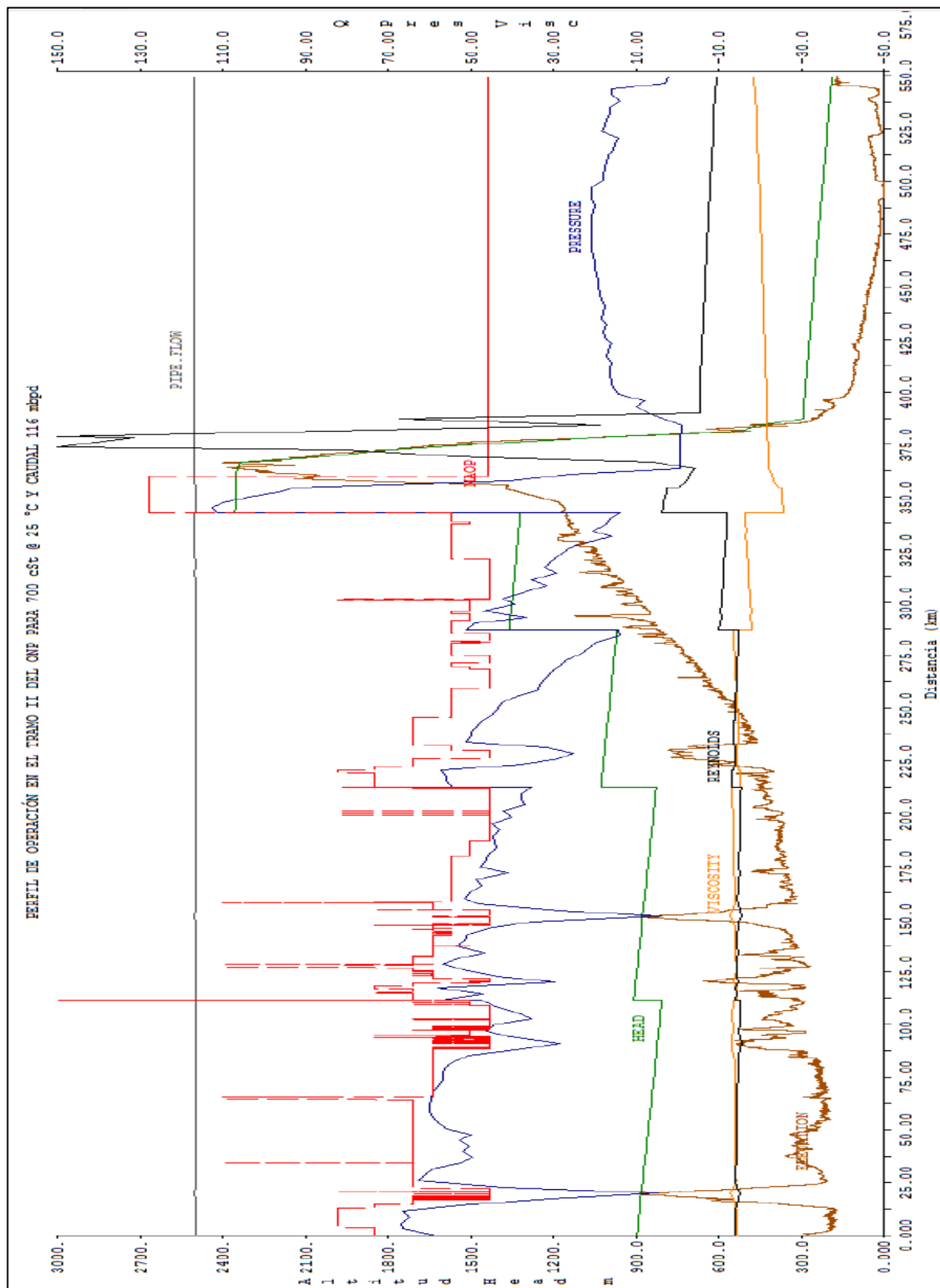




Figura N° 30. Perfil de operación Tramo II - ONP con viscosidad de 700 cSt @ 25°C y Q = 116 mbpd.



0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. <b>46</b> de <b>56</b>
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

## ANEXO V – DATOS DE LAS BOMBAS PRINCIPALES

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 47 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

PROPIETARIO:	 				<b>BOMBA DE TORNILLO</b>				Especificación. No.		REV.	
					Revisiones				Hoja	De	Fecha	
					Nº	Autor	Fecha	REVISION	1	1	28/12/2006	
					1	TRD	22-dic	A	Autor	Revisado	Aprobado	
					TRD	JFS	PETROPERU					
					Orden Compra:							
					Requisito:							
Referencia:	"ADQUISICIÓN DE MOTOBOMBAS TIPO TORNILLO PARA ESTACIONES ANDOAS Y MORONA DEL OLEODUCTO RAMAL NORTE"											
<b>ESTACION ANDOAS</b>												
Componentes	1	Tag										
	2	Descripción	Bomba rotativa de desplazamiento positivo									
	3	Función	Desplazamiento de fluido a ser bombeado									
	4	P&ID										
	5	Presión de descarga máxima:	2000 PSIG (138 bar)									
	6	Presión diferencial mínima:	40 PSI (2.8 bar)									
	7	Presión de ingreso máxima:	150 PSIG (10.3 bar)									
	8	Viscosidad:	Mínima 33 SSU (2.0 cSt).									
			Máxima superior a 5610 SSU (1210 cSt).									
	9	Temperatura:	0 a 250 °F (-18 a 121 °C)									
	10	Mando:	Directo									
	11	Sentido de rotación:	Horario, mirando hacia el eje de la bomba									
	12	Velocidad máxima:	1500 rpm									
	13	Elemento rotativos	Tornillos sin fin									
	14	Carcasa	Acero fundido									
	15	Alojamiento interno:	Reemplazable, de acero babbitado (Bimetal conformado por ASTM A216 y ASTM B22).									
	16	Eje rotor principal:	Aleación de acero (nitralloy), endurecido por nitruración.									
	17	Rotores secundarios:	Aleación de acero (nitralloy), endurecidos por nitruración.									
	18	Empaquetaduras:	Buna N y fluorocelastómero.									
	19	Sello y Cojinete:	Tipo H: sello mecánico de mando positivo con caras de carbono o de carburo de tungsteno, o-rings de fluorocelastómero y rodamiento doble exterior re-engrasable de alta temperatura.									
			Recomendado para petróleo crudo y residual.									
20	Accesorios:	Bridas de ingreso y salida tipo ANSI R.F										
21	Filtro de canastilla:	IFC modelo 10B300FSBW1										
		Canastilla metálica perforada (Ver especificaciones adjuntas a la presente)										
Instrumentación	22	RTD's instalados para:	§ Temperatura de cojinete de la bomba									
	23		§ Temperatura de carcasa de la bomba									
	23		§ Temperatura de rotor A de la bomba									
	24		§ Temperatura de rotor B de la bomba									
	25		§ Temperatura de aceite de la caja									
	26	Transmisores de presión para:	§ Presión de aceite de transmisión									
	27		§ Presión en la línea de succión									
28		§ Presión en la línea de descarga										
29		§ Presión diferencial										
30	Otros:	Sensor de vibración Robert Shaw Vibraswitch 365A-D8										
FABRICANTE	31	Fabricante	IMO									
	32	Modelo	DLH8LHDT5-630J									
NOTAS:												

Entregado por:			Aceptado por:			Aprobado por:		
Nombre:	Tomás Ramírez D.	D:	Nombre:	Ariel Barreto L.	D:	Nombre:	Manuel Asmat A.	D:
		M:			M:			M:
Firma:		A:	Firma:		A:	Firma:		A:

Figura N° 31. Hoja de Datos de las bombas a Tornillo en la Estación Andoas.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

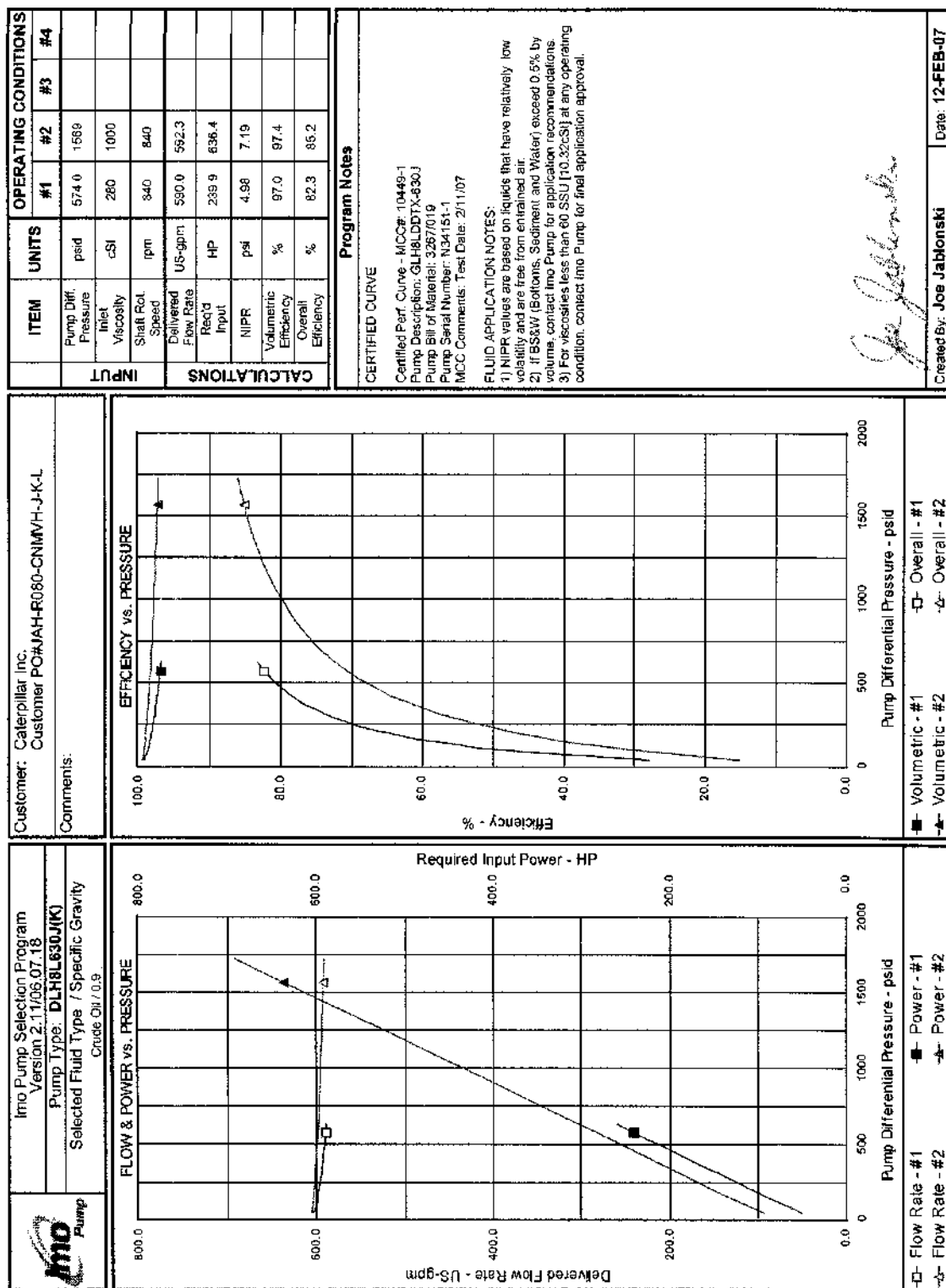





Figura N° 32. Curva de presión y eficiencia vs caudal de las bombas a Tornillo en la Estación Andoas.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	


	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 49 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

<b>PROPIETARIO:</b>  	<b>BOMBA DE TORNILLO</b>				<b>Especificación. No.</b>		<b>REV.</b>
	<b>Revisiones</b>				<b>Hoja</b>	<b>De</b>	<b>Fecha</b>
	<b>N°</b>	<b>Autor</b>	<b>Fecha</b>	<b>REVISION</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>28/12/2006</b>
	<b>1</b>	<b>TRD</b>	<b>22-dic</b>	<b>A</b>	<b>Autor</b>	<b>Revisado</b>	<b>Aprobado</b>
				<b>TRD</b>	<b>JFS</b>	<b>PETROPERU</b>	
				<b>Orden Compra:</b>			
				<b>Requisito:</b>			
<b>Referencia:</b> "ADQUISICIÓN DE MOTOBOMBAS TIPO TORNILLO PARA ESTACIONES ANDOAS Y MORONA DEL OLEODUCTO RAMAL NORTE"							
<b>ESTACION MORONA</b>							
<b>Componentes</b>	1	Tag	<b>P-1307 / P1308</b>				
	2	Descripción	<b>Bomba rotativa de desplazamiento positivo</b>				
	3	Función	<b>Desplazamiento de fluido a ser bombeado</b>				
	4	P&ID					
	5	Presión de descarga máxima:	<b>2000 PSIG (138 bar)</b>				
	6	Presión diferencial mínima:	<b>40 PSI (2.8 bar)</b>				
	7	Presión de ingreso máxima:	<b>150 PSIG (10.3 bar)</b>				
	8	Viscosidad:	<b>Mínima 33 SSU (2.0 cSt).</b> <b>Máxima superior a 5610 SSU (1210 cSt).</b>				
	9	Temperatura:	<b>0 a 250 °F (-18 a 121 °C)</b>				
	10	Mando:	<b>Directo</b>				
	11	Sentido de rotación:	<b>Horario, mirando hacia el eje de la bomba</b>				
	12	Velocidad máxima:	<b>1500 rpm</b>				
	13	Elemento rotativos	<b>Tornillos sin fin</b>				
	14	Carcaza	<b>Acero fundido</b>				
	15	Alojamiento interno:	<b>Reemplazable, de acero babbitted (Bimetal conformado por ASTM A216 y ASTM B22).</b>				
	16	Eje rotor principal:	<b>Aleación de acero (nitralloy), endurecido por nitruración.</b>				
	17	Rotores secundarios:	<b>Aleación de acero (nitralloy), endurecidos por nitruración.</b>				
	18	Empaquetaduras:	<b>Buna N y fluoroelastómero.</b>				
	19	Sello y Cojinete:	<b>Tipo H: sello mecánico de mando positivo con caras de carbono o de carburo de tungsteno, o-rines de fluoroelastómero y rodamiento doble exterior re-engrasable de alta temperatura.</b> <b>Recomendado para petróleo crudo y residual.</b>				
	20	Accesorios:	<b>Bridas de ingreso y salida tipo ANSI R.F</b>				
	21	Filtro de canastilla:	<b>IFC modelo 10B300FSBW1</b> <b>Canastilla metálica perforada (Ver especificaciones adjuntas a la presente)</b>				
<b>Instrumentación</b>	22	RTD's instalados para:	<b>§ Temperatura de cojinete de la bomba</b>				
	23		<b>§ Temperatura de carcaza de la bomba</b>				
	23		<b>§ Temperatura de rotor A de la bomba</b>				
	24		<b>§ Temperatura de rotor B de la bomba</b>				
	24		<b>§ Temperatura de aceite de la caja</b>				
	25	Transmisores de presión para:	<b>§ Presión de aceite de transmisión</b>				
	25		<b>§ Presión en la línea de succión</b>				
	26		<b>§ Presión en la línea de descarga</b>				
26		<b>§ Presión diferencial</b>					
27	Otros:	<b>Sensor de vibración Robert Shaw Vibraswitch 365A-D8 (Ver hoja técnica adjunta)</b>					
<b>FABRICANTE</b>	28	Fabricante	<b>IMO</b>				
	29	Modelo	<b>DLH8LHDT5-630J</b>				
<b>NOTAS:</b>							

<b>Entregado por:</b>		<b>Aceptado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
<b>Nombre:</b> <b>Tomás Ramírez D.</b>	<b>D:</b> <b>M:</b> <b>A:</b>	<b>Nombre:</b> <b>Ariel Barreto L.</b>	<b>D:</b> <b>M:</b> <b>A:</b>	<b>Nombre:</b> <b>Manuel Asmat A.</b>	<b>D:</b> <b>M:</b> <b>A:</b>
<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>	

Figura N° 33. Hoja de Datos de las bombas a Tornillo en la Estación Morona.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-G-TR-000-242	<b>Rev. 0</b> Pag. 50 de 56
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

Perf Graph

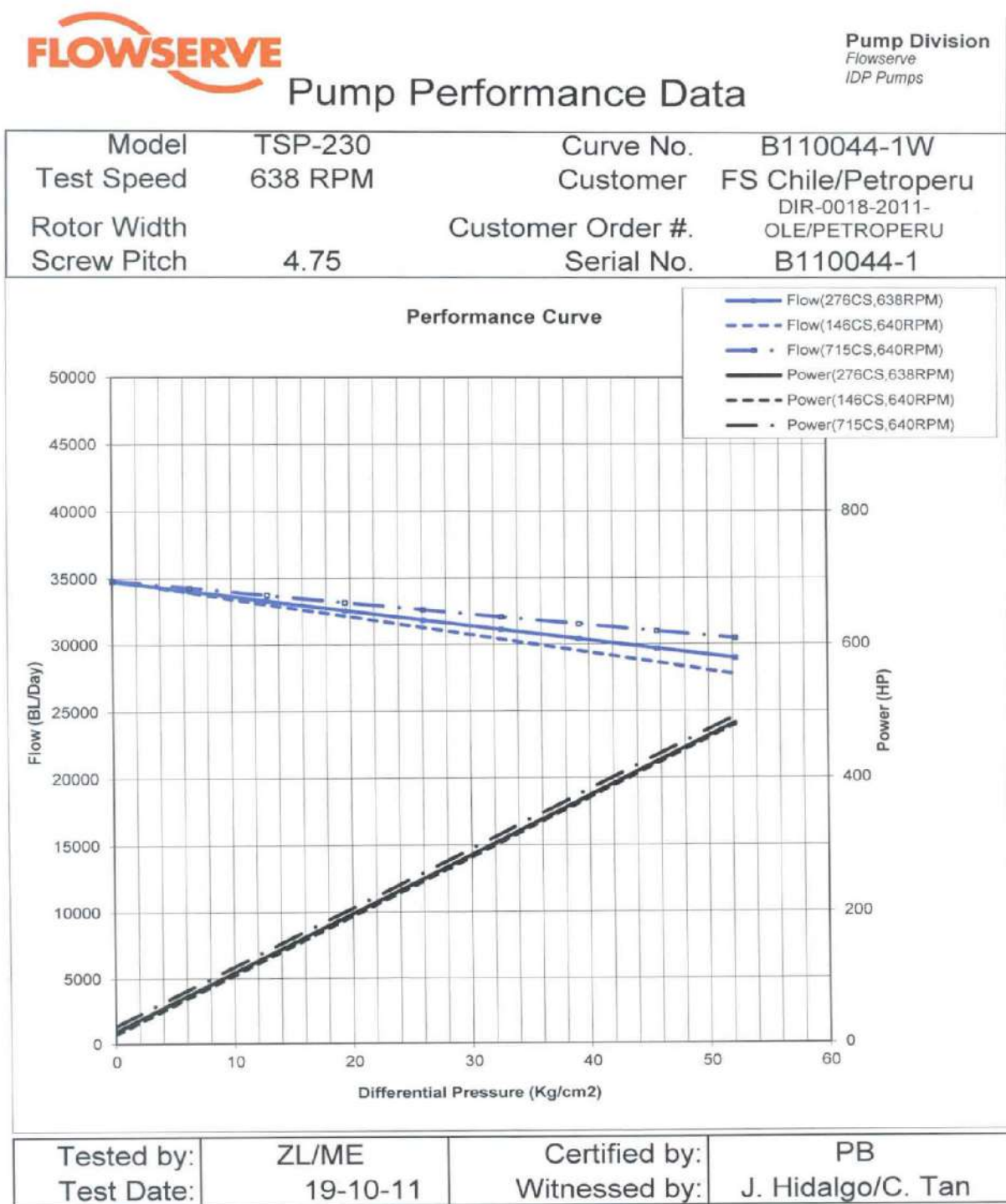


Figura N° 34. Curva de presión y potencia vs caudal de la bomba tornillo de la Motobomba 1MB2 de la Estación 1.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

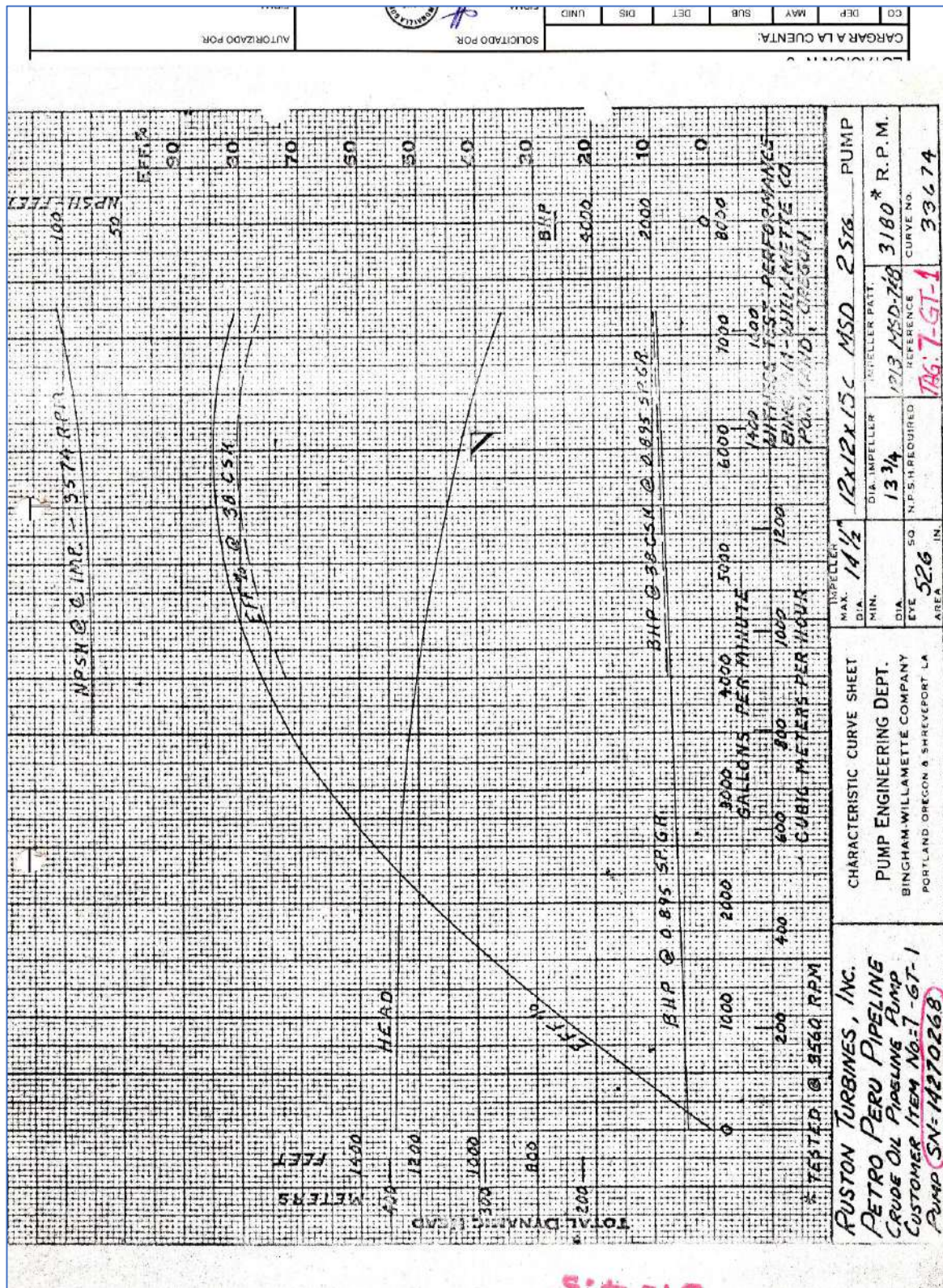


Figura N° 38. Curva H – Q de las bombas centrífuga de la Estación 7.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

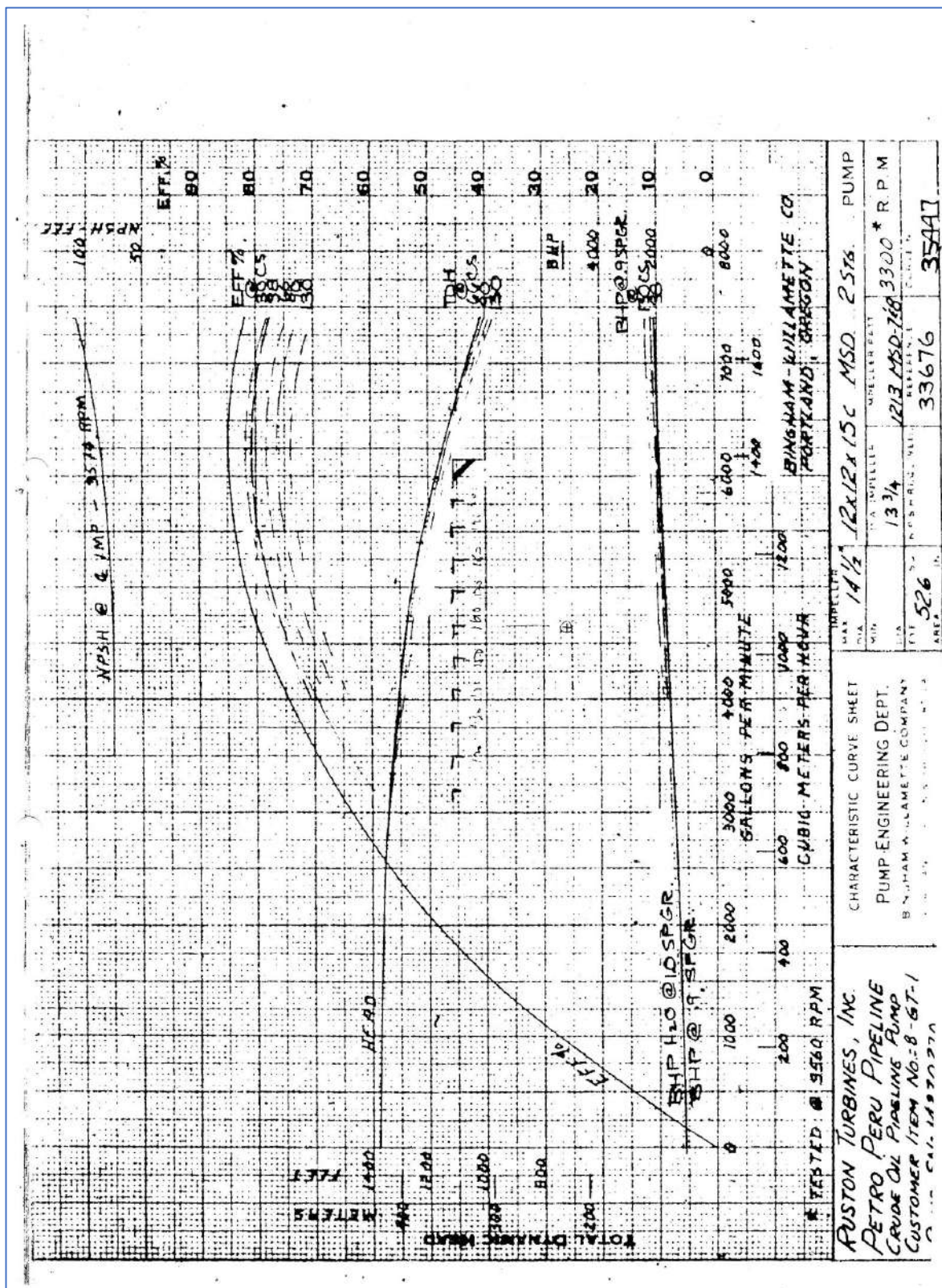


Figura N° 39. Curva H – Q de las bombas centrifuga de la Estación 8.

0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



**PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU**

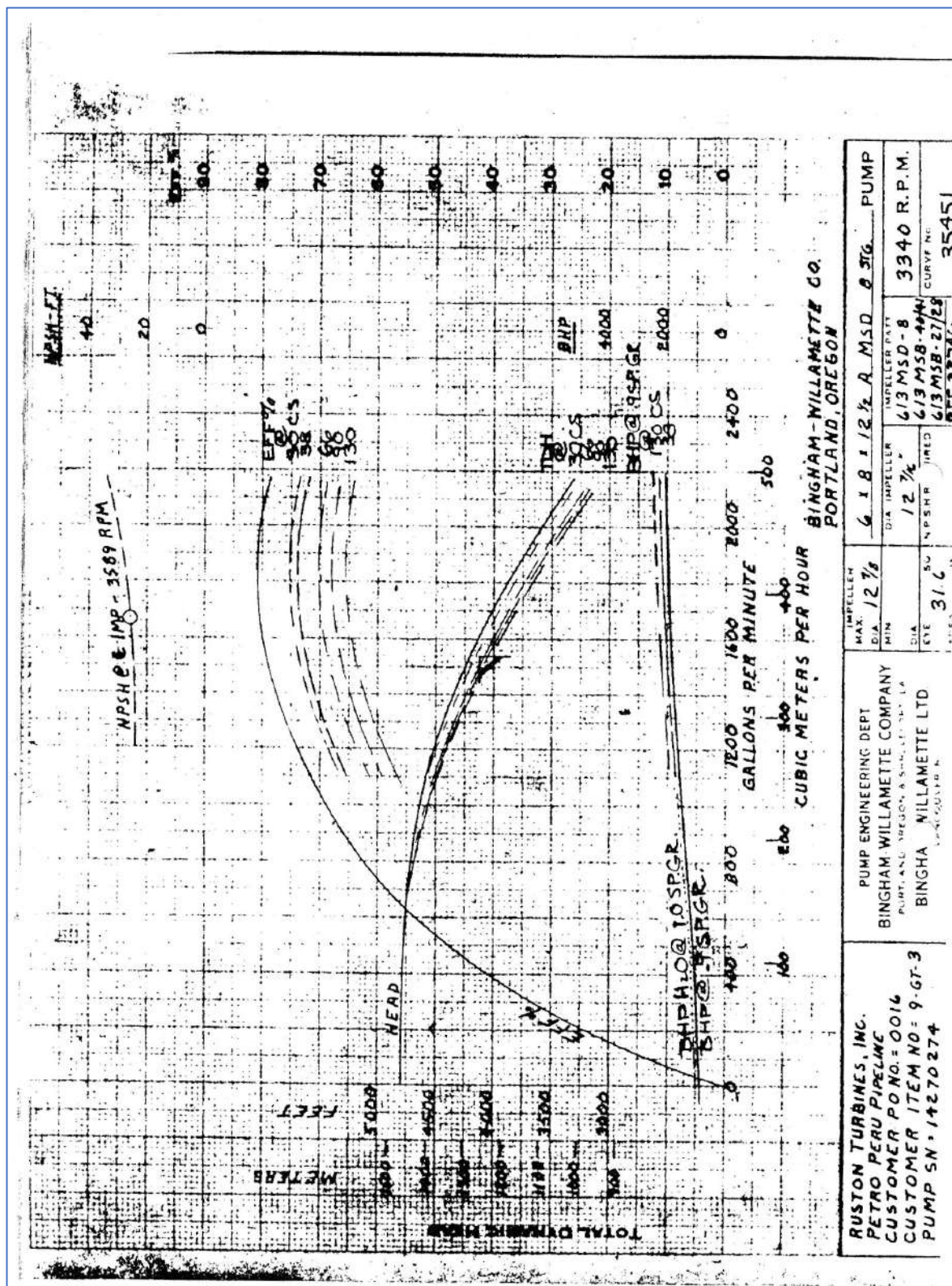


Figura N° 40. Curva H – Q de las bombas centrifuga de la Estación 9.

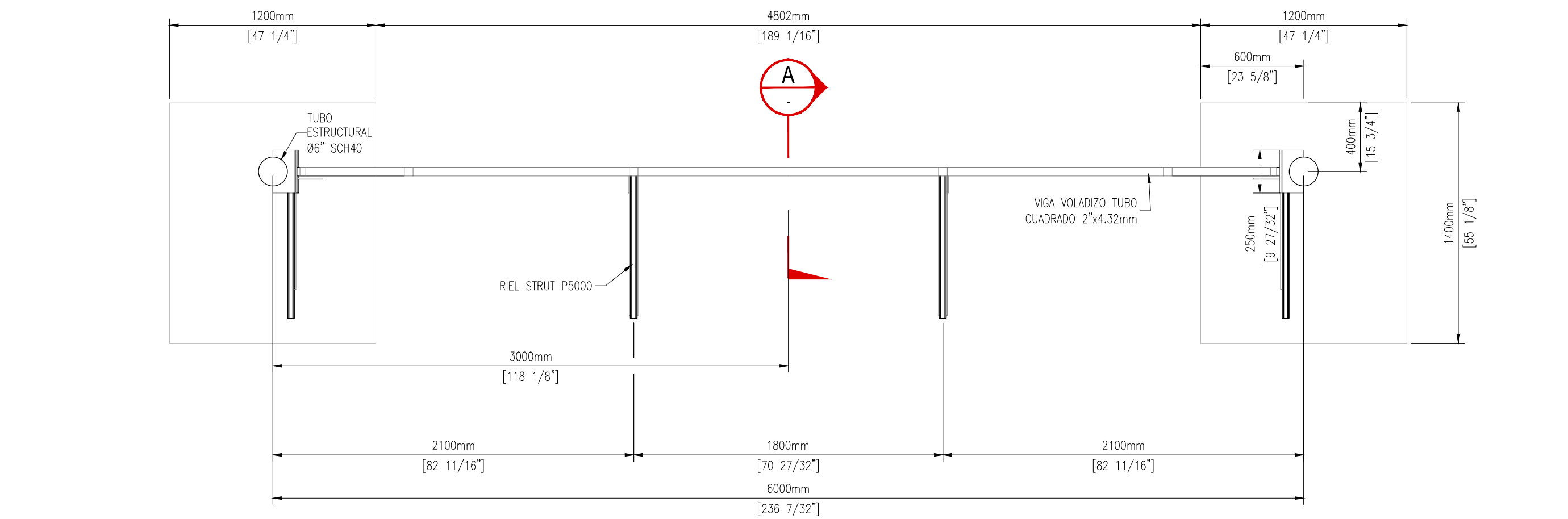
0	PARA DISEÑO	30/11/2018	GIE	FON	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

## **PERFIL TRAMO II - ONP**

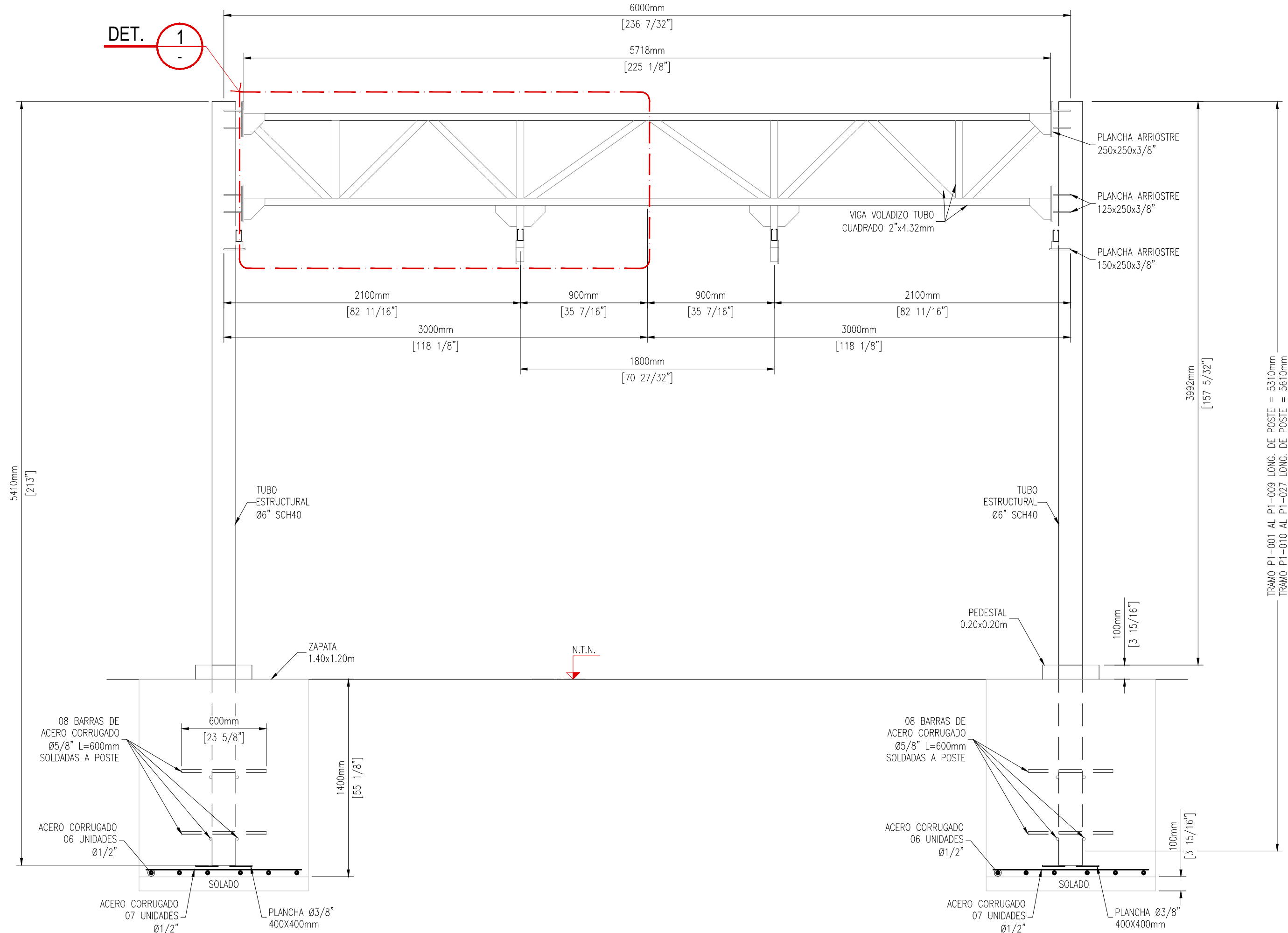




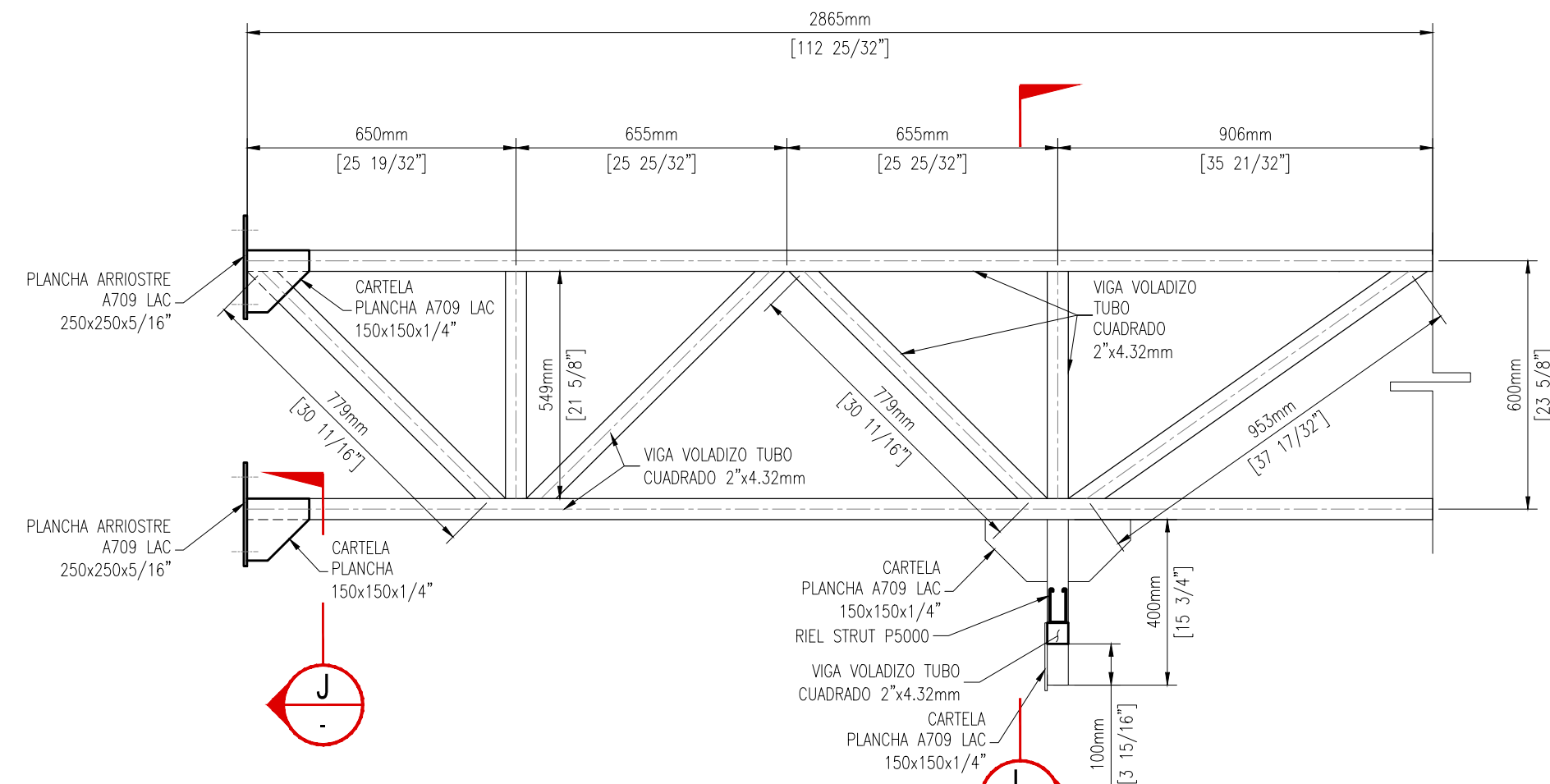
## **BANDEJAS ELÉCTRICAS EN ESTACIÓN 1**



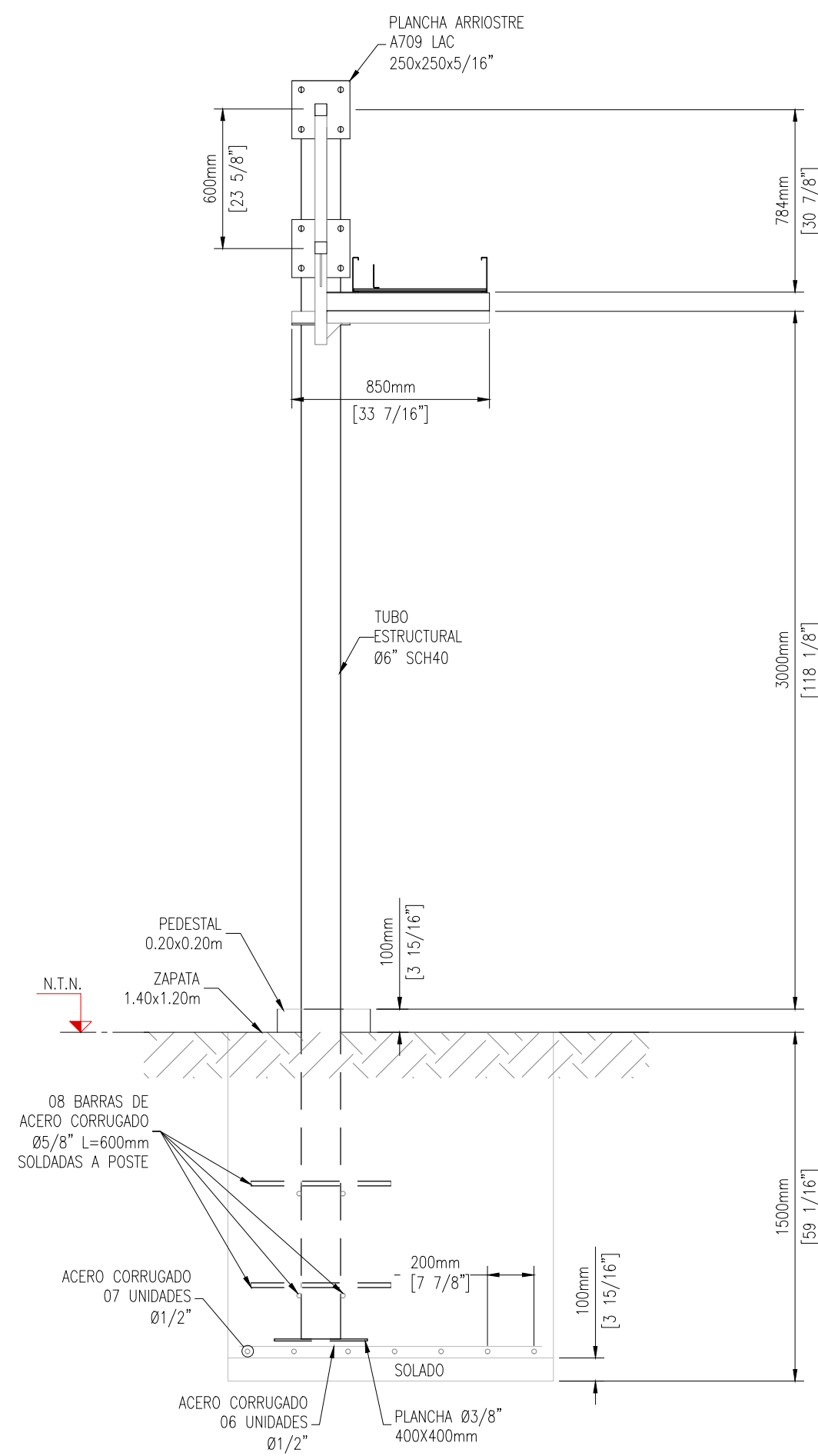
PLANTA  
ESC. 1/25



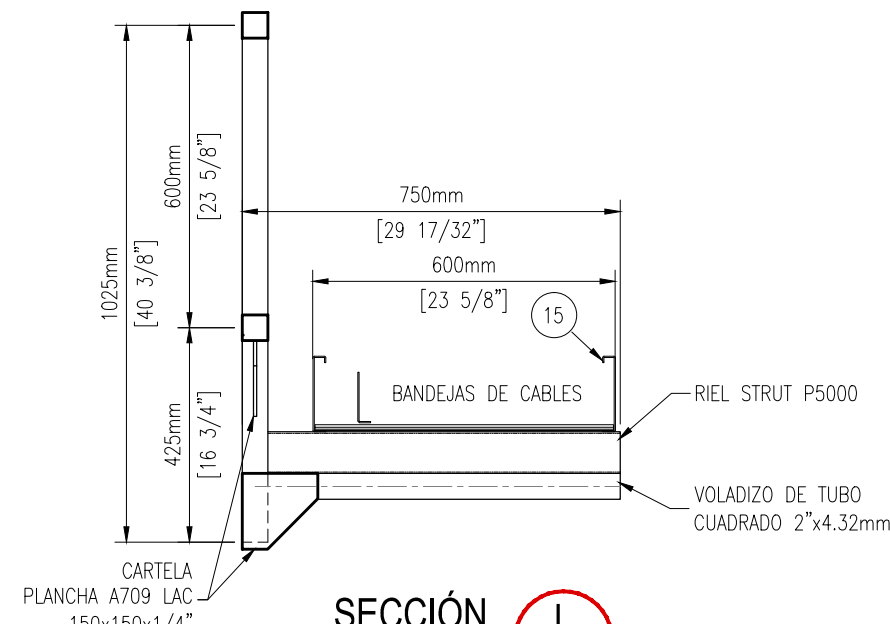
ELEVACIÓN TÍPICA DE TRAMOS ENTRE POSTES  
ESC. 1/25



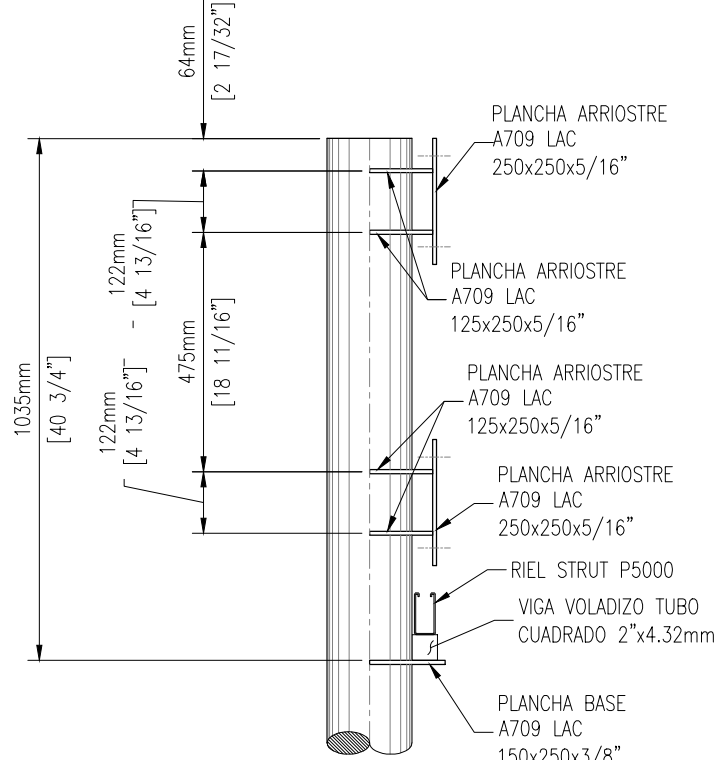
DETALLE  
ESC. 1/15



SECCIÓN  
ESC. 1/25

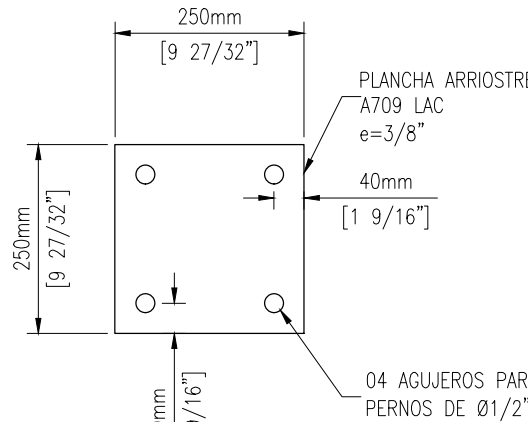


SECCIÓN  
ESC. 1/15

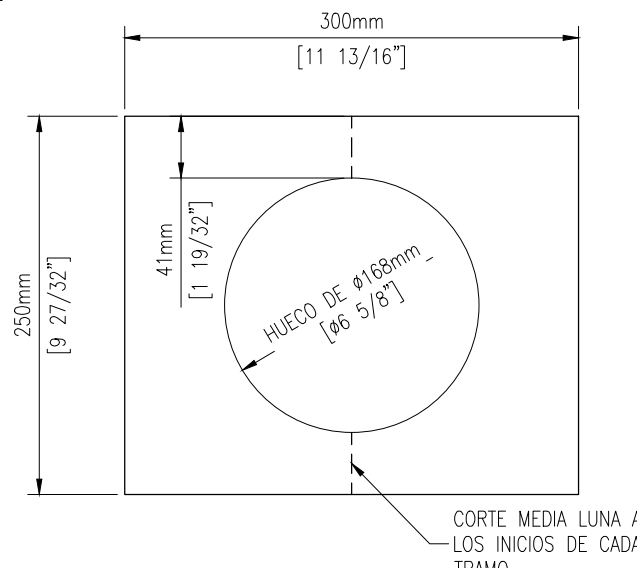


DETALLE ARRIOSTRES EN COLUMNA  
ESC. 1/15

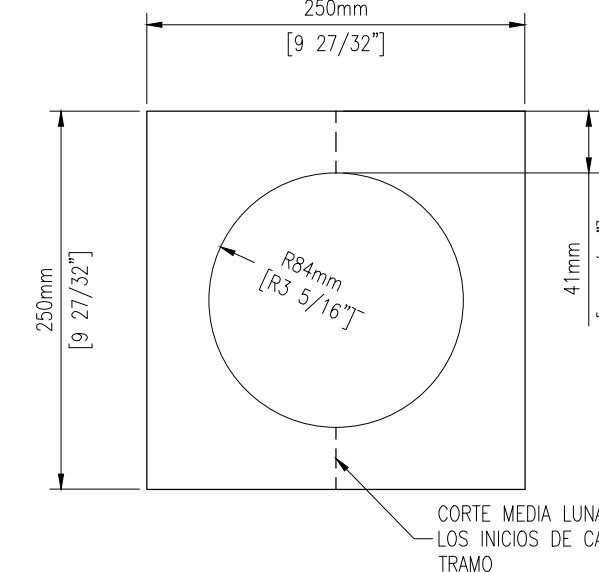
ESTRUCTURA DE SOPORTE DE BANDEJAS						
ITEM	DIMENSIONES / Ø	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	N° ELEMENTOS	N° PIEZAS X ELEMENTO	TOTAL
1	6"	TUBO ESTRUCTURAL Ø6", SCH 40	6.00	1.00	27.00	27.00
2	50.8x50.8x4.32mm	TUBERÍA, LAC ASTM A500 GRADO A	2.85	25.00	4.00	285.00
3	50.8x50.8x4.32mm	TUBERÍA, LAC ASTM A500 GRADO A	0.88	25.00	8.00	176.00
4	50.8x50.8x4.32mm	TUBERÍA, LAC ASTM A500 GRADO A	0.55	25.00	4.00	55.00
5	50.8x50.8x4.32mm	TUBERÍA, LAC ASTM A500 GRADO A	0.40	25.00	2.00	20.00
6	50.8x50.8x4.32mm	TUBERÍA, LAC ASTM A500 GRADO A	1.00	25.00	4.00	100.00
7	250x250mm	PLANCHA 5/16", A709 LAC	-	25.00	8.00	200.00
8	300x250mm	PLANCHA 5/16", A709 LAC	-	25.00	2.00	50.00
9	250x125mm	PLANCHA 5/16", A709 LAC	-	25.00	8.00	200.00
10	250x250mm	PLANCHA 1/4", A709 LAC	-	25.00	10.00	250.00
12	400x400mm	PLANCHA 3/8", A709 LAC	-	1.00	27.00	27.00
13	1/2"	ACERO CORRUGADO Ø1/2" ASTM A615 GR. 60	0.60	27.00	8.00	129.60
14	1/2"	PERNO DE CABEZA HEXAGONAL, GRADO 8	50mm	27.00	16.00	432.00
15	600mm ANCHO	BANDEJAS PARA CABLES	160.00	1.00	1.00	160.00
16	200mm ANCHO	BANDEJAS PARA CABLES	10.00	1.00	1.00	10.00
17	750mm	RIEL STRUT P5000	0.75	25.00	4.00	75.00
18	1/2"	ACERO CORRUGADO Ø1/2" ASTM A615 GR. 60	1.20	27.00	13.00	421.20



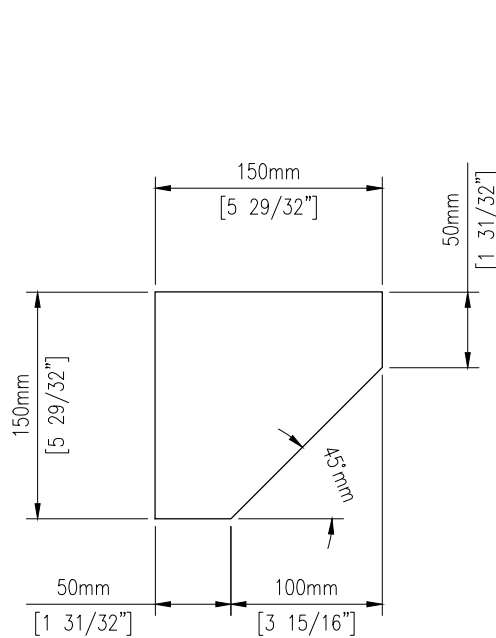
DETALLE ITEM 7  
ESC. 1/10



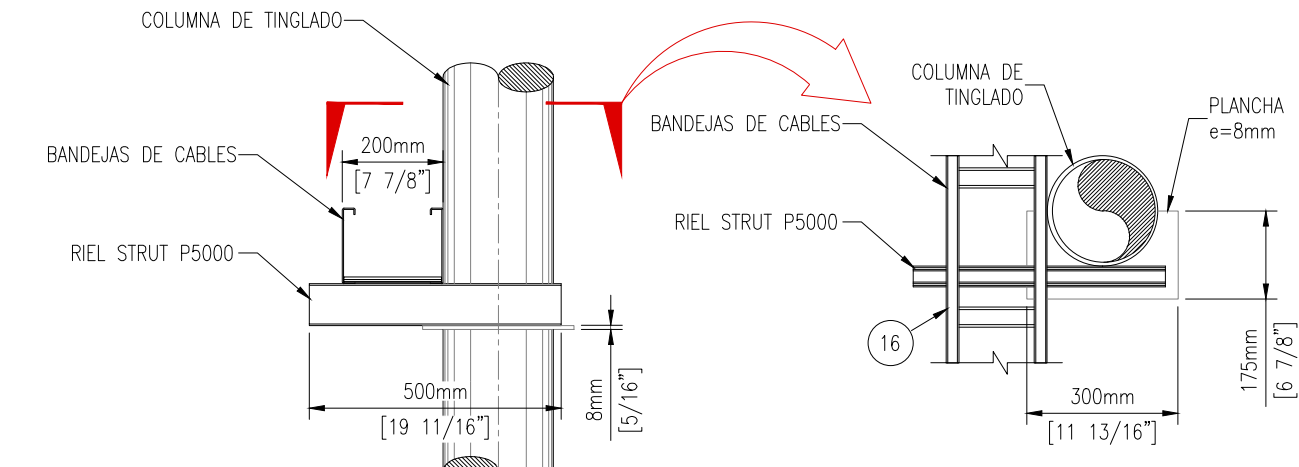
DETALLE ITEM 8  
ESC. 1/10



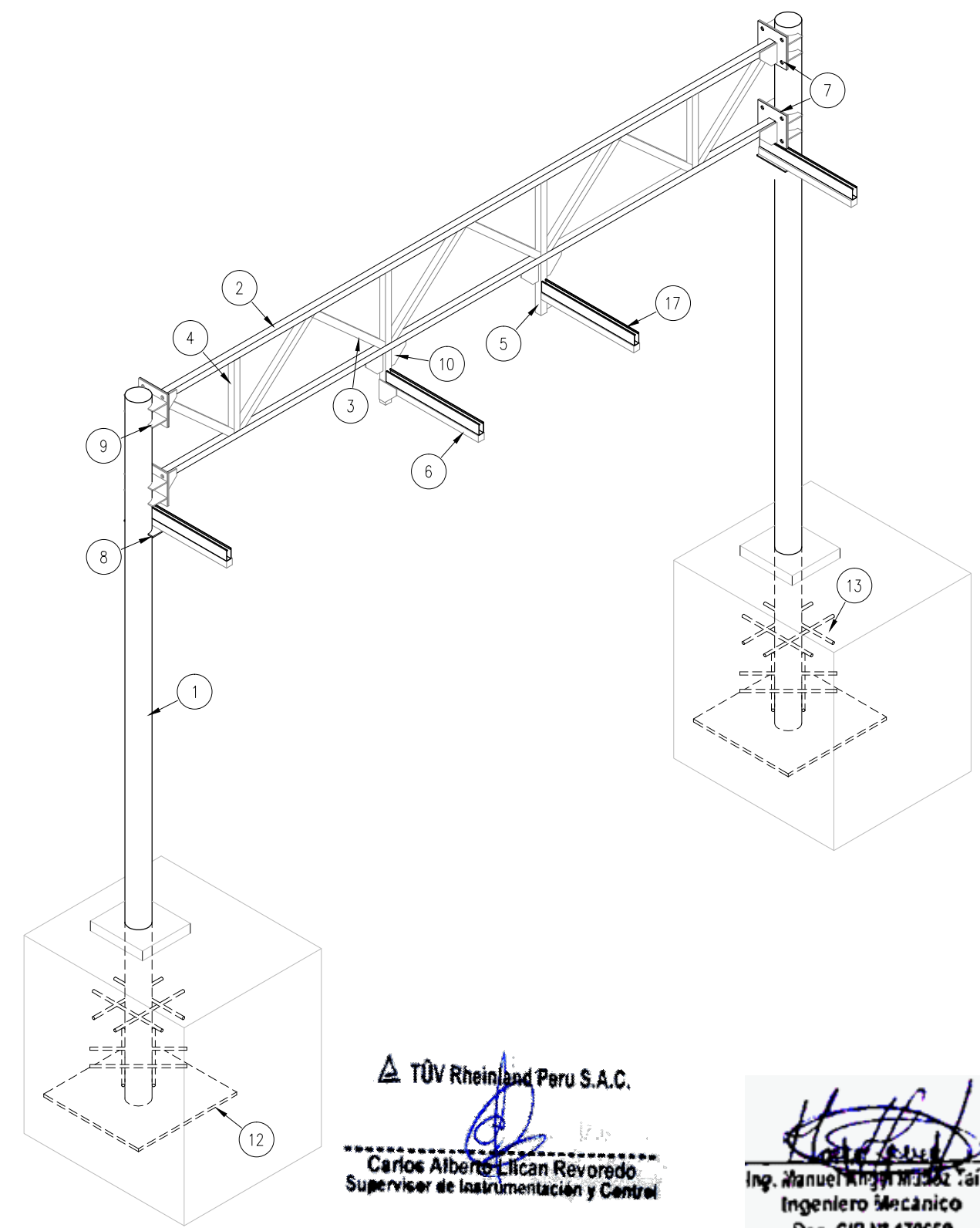
DETALLE ITEM 9  
ESC. 1/10



DETALLE ITEM 10  
ESC. 1/10



DETALLE BANDEJA PARA TABLEROS  
ESC. 1/15



TÜV Rheinland Peru S.A.C.

Carlos Alberto Llanos Revoredo  
Supervisor de Instrumentación y Control

Ing. Manuel Riquelme  
Ingeniero Mecánico  
Reg. CIP N° 170659

AB	AS BUILT	12/07/2021	A. LAVAJOS	E. VILLAFANI	E. REYES	F. PURIZACA
1	MODIFICADO EN CAMPO	28/05/2021	A. LAVAJOS	E. VILLAFANI	E. REYES	F. PURIZACA
0	PARA CONSTRUCCIÓN	28/04/2021	A. LAVAJOS	E. VILLAFANI	E. REYES	F. PURIZACA
B	PARA APROBACIÓN	12/03/2021	A. LAVAJOS	E. VILLAFANI	E. REYES	F. PURIZACA
A	PARA REVISIÓN	22/12/2020	A. LAVAJOS	E. VILLAFANI	E. REYES	F. PURIZACA
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJO	REVISO	APROBÓ	APROB. GRL

		CLIENTE : <b>PETROLEOS DEL PERÚ</b> <b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>	
		PROYECTO : SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA MOTOBOMBA TIPO TORNILLO PARA STAND BY DE MOTOBOMBA 1MB2 EN ESTACIÓN 1	
		PLANO : BANDEJAS ELEVADAS PARA TENDIDO DE CABLES ELÉCTRICOS Y DATOS DETALLES CONSTRUCTIVOS	
ETAPA : INGENIERÍA DE DETALLE	ESCALA : INDICADA	DIBUJO N°: SR-003-1.8-2021-H2	HOJA : 2 DE 4
		REV.:	AB

## **APÉNDICE 02.03**

- ESTUDIOS DE SUELOS

## **ESTUDIOS DE SUELOS – ESTACIÓN 5**





Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		2 de 68

## ÍNDICE GENERAL

I.- GENERALIDADES .....	7
1.1. INTRODUCCIÓN .....	7
II.- UBICACIÓN Y EXPLORACIÓN .....	7
2.1 UBICACIÓN.....	7
2.2 EXPLORACIÓN.....	8
III.- MARCO GEOLÓGICO .....	10
3.1 GEOLOGÍA REGIONAL.....	10
3.2 GEOLOGÍA LOCAL.....	12
IV.- PELIGROS GEOLÓGICOS .....	13
4.1. GEODINÁMICA EXTERNA.....	13
4.1.1. Derrumbes.....	13
4.2.2. Zonificación sísmica.....	16
V.- GEOTECNIA .....	19
5.1.- METODOLOGÍA .....	19
5.2. INVESTIGACIONES DE CAMPO.....	19
5.2.1. Ensayo de DPL (Ensayo de penetración Dinámica Ligera).....	19
5.2.2. Excavaciones de Calicatas .....	23
5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO .....	26
5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS.....	27
5.4.1. Análisis Granulométrico por tamizado .....	27
5.4.2. Límites de Consistencia (ASTM-D-4318).....	27
5.4.3 Clasificación de suelos SUCS.....	28
5.4.4. Contenido de Humedad Natural.....	30
5.4.5. Nivel freático .....	31
5.4.6. Ensayo de Corte directo .....	31
5.4.7. Capacidad Portante y Presión De Trabajo (Pt) .....	32
5.4.8. Modulo de Poisson.....	35
5.4.9. Asentamientos elásticos .....	35
5.5. ENSAYOS ESPECIALES .....	38
5.5.1. Ensayo de Permeabilidad.....	38
5.5.2. Licuación de Suelos .....	38

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	3 de 68

5.5.3. Hinchamiento de arcillas.....	39
5.5.4. Agresividad de Suelos.....	39
5.5.5. California Bearing Ratio CBR .....	41
5.5.6. Coeficiente de Balasto .....	42
5.5.7. Esponjamiento.....	44
5.7 ETAPA DE GABINETE.....	45
5.7.1 Perfil geotécnico .....	45
5.7.2. Perfiles Estratigráficos .....	47
5.7.3. Estabilidad de Talud para excavaciones .....	47
5.7.4. Métodos de compactación para rellenos laterales.....	52
5.7.5. Tipos y profundidades de cimentación recomendadas. ....	52
VI. RESISTIVIDAD DEL SUELO.....	54
6.1. REFERENCIAS UTILIZADAS .....	54
6.2. EQUIPO GEOELÉCTRICO UTILIZADO .....	54
6.3. MÉTODO DE MEDICIÓN EMPLEADO.....	55
6.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO... ..	56
6.5. METODOLOGÍA UTILIZADA.....	57
6.5.1. Investigación Geoeléctrica.....	57
6.5.2. Etapa de Gabinete .....	59
6.6. RESULTADOS OBTENIDOS DE RESISTIVIDAD .....	60
6.6.1. Valoración cuantitativa .....	60
6.6.2. Valoración cualitativa .....	61
6.7. SECCIÓN GEOELÉCTRICA.....	63
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
- GEOTECNIA .....	64
- RESISTIVIDAD DE SUELOS .....	66
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	67
VIII. ANEXOS .....	68

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	4 de 68

## ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro N° 1: Ubicación de Calicatas / DPL - Coordenadas UTM (WGS 84).....	8
Cuadro N° 2: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) - Coordenadas UTM (WGS 84).....	9
Cuadro N° 3: Factores de la Zona "Z".....	17
Cuadro N° 4: Perfiles de Suelos y Parámetros. ....	18
Cuadro N° 5: Valores de S y Tp para Suelos en Zona del Proyecto. ....	18
Cuadro N° 6: Resumen de los Parámetros de la Zona de Estudio.....	18
Cuadro N° 7: Ubicación de DPL - Coordenadas UTM (WGS 84). ....	20
Cuadro N° 8: Tabla de valores de Referencia .....	20
Cuadro N° 9: Tabla de valores en arcilla.....	20
Cuadro N° 10: Resumen de los Ensayos del DPL 01.....	21
Cuadro N° 11: Resumen de los Ensayos del DPL 02.....	21
Cuadro N° 12: Resumen de los Ensayos del DPL 03.....	22
Cuadro N° 13: Equipos y Materiales Utilizados. ....	25
Cuadro N° 14: Normatividad de Ensayos para Suelos. ....	26
Cuadro N° 15: Compacidad de Suelos Granulares.....	28
Cuadro N° 16: Consistencia del Suelos Cohesivos. ....	28
Cuadro N° 17: Parámetros Físico-Mecánicos .....	29
Cuadro N° 18: Clasificación de Humedad Natural .....	30
Cuadro N° 19: Resultados de Humedad .....	30
Cuadro N° 20: Profundidad del Nivel Freático - Estación 5 .....	31
Cuadro N° 21: Resultados de Corte Directo.....	31
Cuadro N° 22: Resultados de Peso Unitario y Cohesión. ....	33
Cuadro N° 23: Valores Portantes sin proyecto.....	33
Cuadro N° 24: Valores Portantes con proyecto.....	33
Cuadro N° 25: Valores de Capacidad Admisible Sin mejoramiento.....	34
Cuadro N° 26: Valores de Capacidad Admisible sin mejoramiento .....	34
Cuadro N° 27: Valores de Capacidad Admisible con mejoramiento .....	34
Cuadro N° 28: Valores de Capacidad Admisible con mejoramiento .....	34
Cuadro N° 29: Modulo de Poisson ( $\mu$ ).....	35
Cuadro N° 30: Escalas para determinar el Valor de Influencia (N) .....	36
Cuadro N° 31: Módulo de elasticidad (ES).....	36
Cuadro N° 32: Valores para el cálculo de asentamientos.....	37
Cuadro N° 33: Resultados de asentamiento .....	37
Cuadro N° 34: Resultados de permeabilidad.....	38
Cuadro N° 35: Valores de Hinchamiento y Contracción .....	39

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		5 de 68

Cuadro N° 36: Contenido de Sulfatos en Muestras de Suelo y Agua .....	39
Cuadro N° 37: Resultado de agresividad de suelos .....	40
Cuadro N° 38: Resumen de Propiedades Especiales.....	41
Cuadro N° 39: Categorías de Sub rasante. ....	41
Cuadro N° 40: Resultados de CBR. ....	42
Cuadro N° 41: Valores de K30.....	43
Cuadro N° 42: Resultado de Coeficiente de Balasto .....	44
Cuadro N° 43: Valor de Esponjamiento .....	44
Cuadro N° 44: Valores para el Diseño del Talud. ....	48
Cuadro N° 45: Características de instrumentos y equipos utilizados.....	54
Cuadro N° 46: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) - Coordenadas UTM (WGS 84).....	57
Cuadro N° 47: valores típicos de resistividades de algunos medios y rocas. ....	59
Cuadro N° 48: Resultados de la interpretación de sondajes eléctricos verticales (SEVs) .....	60
Cuadro N° 49: Descripción general de la capa Geoeléctrica (SEV-1).....	61
Cuadro N° 50: Descripción general de la capa Geoeléctrica (SEV-2).....	62

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Limite de campo de inundaciones de crecidas.....	14
Gráfico N° 2: Descripción General de un Talud. ....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Plano de ubicación de área de estudio – ESTACIÓN 5 .....	8
Figura N° 2: Ubicación de Calicatas con DPL .....	9
Figura N° 3: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) .....	10
Figura N° 4: Mapa Geológico Regional .....	12
Figura N° 5: Plano Geológico Local. ....	13
Figura N° 6: Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas. ....	15
Figura N° 7: Plano Geología Estructural- Estación 5.....	16
Figura N° 8: Zonas Sísmicas .....	17
Figura N° 9: Ubicación de Calicatas .....	24
Figura N° 10: Perfil Geotécnico .....	46
Figura N° 11: Estabilidad de Talud .....	49
Figura N° 12: Estabilidad del Talud sin proyecto a profundidad 2 m .....	50
Figura N° 13: Estabilidad del Talud proyecto a profundidad 2 m.....	51
Figura N° 14: Cimentación y Profundidad para el Proyecto .....	53



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	6 de 68

Figura N° 15: Plano de Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) ..... 58

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Ensayo DPL.....	23
Fotografía N° 2: Excavación Manual de Calicatas.....	25
Fotografía N° 3: Ensayos de Laboratorio. ....	27
Fotografía N° 4: Equipo geoelectrico.....	55
Fotografía N° 5: Ejecución de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV).....	58

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	7 de 68

## I.- GENERALIDADES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al proyecto denominado: **“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO - INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5”** (Según contrato de prestación de servicios en régimen de subcontratación de fecha 07 de diciembre del 2021). El énfasis de este documento técnico es determinar las propiedades geotécnicas y mecánicas del subsuelo de la Estación 5, necesarias para definir el tipo y condiciones del terreno con fines de recomendar un diseño de cimentación estable para la estructura respectiva.

## II.- UBICACIÓN Y EXPLORACIÓN

### 2.1 UBICACIÓN

El área investigada, se encuentra ubicado en Distrito de Manseriche, Provincia de Datem del Marañón, Departamento de Loreto. A continuación se presentan otros datos importantes:

- SECTOR: ESTACIÓN 5
- DISTRITO: Manseriche
- PROVINCIA: Datem del Marañón
- DEPARTAMENTO: Loreto
- REGIÓN GEOGRÁFICA: Selva

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	8 de 68

**Figura N° 1: Plano de ubicación de área de estudio – ESTACIÓN 5**



Fuente: Elaboración propia.

## 2.2 EXPLORACIÓN

El proyecto comprende inicialmente trabajos de exploración geotécnica realizadas en campo (ESTACIÓN 5), luego los ensayos de laboratorio y en la fase de gabinete los análisis e interpretación de los resultados obtenidos. En el área materia del presente estudio se realizaron 3 calicatas con DPL a 5 m de profundidad, complementadas con una investigación geoeléctrica del subsuelo mediante 2 Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) con un alcance 40.00 m de profundidad.

**Cuadro N° 1: Ubicación de Calicatas / DPL - Coordenadas UTM (WGS 84).**

Calicata/ DPL	Este	Norte	Cota
C/DPL - 01	221930	9485763	284
C/DPL - 02	222052	9485492	282
C /DPL– 03	221711	9485541	291

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	9 de 68

**Cuadro N° 2: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) - Coordenadas UTM (WGS 84).**

SEV	Este	Norte	Cota
SEV 01	221937	9485725	285
SEV 02	222026	9485440	274

Fuente: Elaboración propia.

**Figura N° 2: Ubicación de Calicatas con DPL**



Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	10 de 68

**Figura N° 3: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV)**



Fuente: Elaboración propia.

### III.- MARCO GEOLÓGICO

#### 3.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El marco geológico Regional, está constituido por unidades litoestratigráficas comprendidas por edades que van del Neógeno (Cenozoico) hasta el Cuaternario Reciente.

El Neógeno esta conformado por la Formación Ipururo (Mioceno – Plioceno) de naturaleza sedimentaria, conformada por dos unidades, un miembro inferior limolítico de color rojo – marrón a marrón purpura, algo abigarrado con inclusiones tobáceas con algunos nódulos calcáreos, con capas areniscas blancas de grano fino a medio y un miembro superior limoarcillítico de color rojo púrpura, como resultado de la depositación de sedimentos provenientes del levantamiento paulatino de la Cordillera de los Andes.

La Formación Ipururo infrayace sobre la Formación Saramiriza (Plioceno) de naturaleza sedimentaria, la cual esta compuesta por arenas rojas a pardo amarillentas, inconsolidada



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	11 de 68

a semiconsolidada con intercalaciones de limos en ocasiones conglomerados polimícticos.

Durante el cuaternario se tiene depósitos aluviales constituidos por clastos heterométricos subredondeados a redondeados con matriz areno limosa inconsolidada, predomina fragmentos de areniscas blancas a rojizas, caliza gris a beige.

El desarrollo de las unidades litológicas, fueron recopiladas en las diferentes bibliografías, como son estudios elaborados en estudios anteriores. Se obtienen las diferentes unidades litológicas presentes a nivel regional y son las siguientes:

## CENOZOICO

### Neógeno – Mioceno - Plioceno

- **Formación Ipururo:** es de naturaleza sedimentaria, de ambiente tipo llanura de inundación (continental), producto de la depositación de sedimentos que provinieron del levantamiento paulatino de la Cordillera de los Andes. Se diferencias tres unidades:

Miembro inferior: Corresponde a una a secuencia clástica de areniscas, de grano medio a grueso, con lentes de conglomerados y delgadas capas de lutitas.

Miembro medio: se caracteriza por presentar lodolitas, lutitas, limolitas, ocasionalmente areniscas de grano fino, de color gris rojizo a morado en capas delgadas a mediana; su morfología es suave, poco resistente a la erosión.

Miembro Superior: conformado por areniscas de grano medio a grueso de color rojizo a pardo amarillento con niveles conglomerádicos a manera de capas y lentes semiconsolidados.

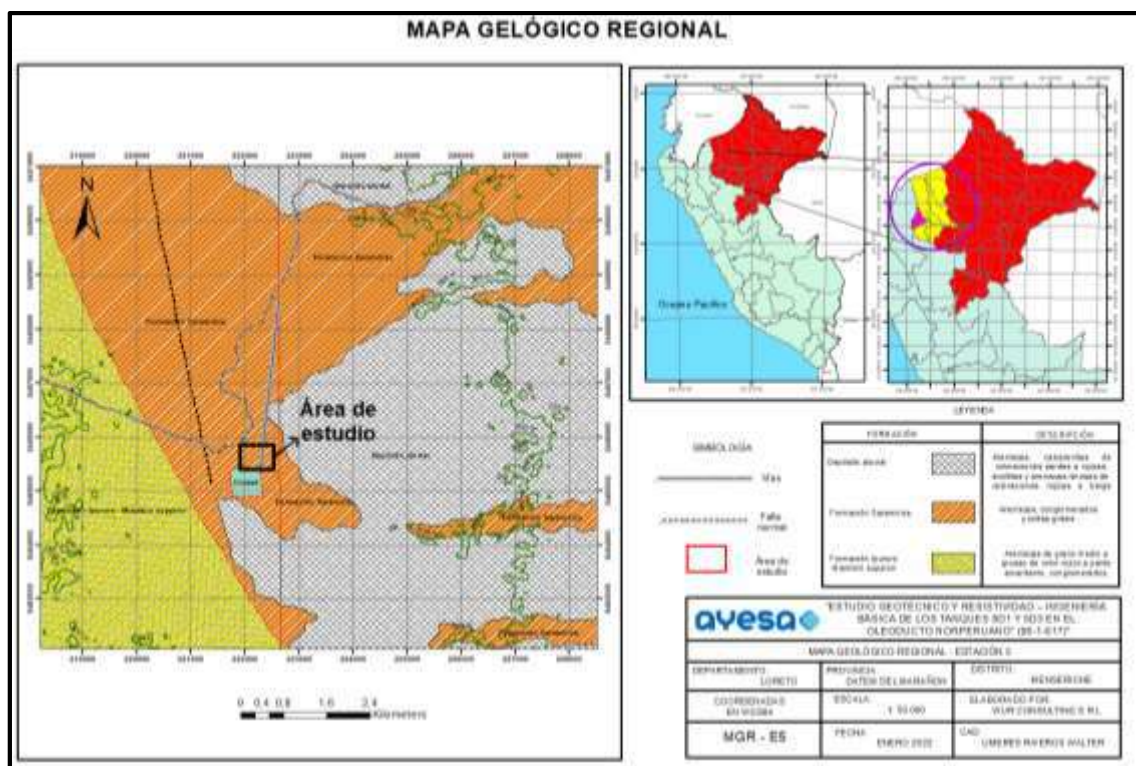
- **Formación Saramiriza:** constituida por arenas rojas a pardo amarillentas, inconsolidada a semiconsolidada con intercalaciones de limos en ocasiones conglomerados polimícticos. Los estratos se encuentran subhorizontales y a veces a manera de lentes generalmente con inclinaciones suaves menor de 10°.

### Cuaternario

- **Deposito Aluvial:** Corresponde a depósitos antiguos, constituido por clastos heterométricos subredondeados a redondeados con matriz areno limosa inconsolidada, predomina fragmentos de areniscas blancas a rojizas, caliza gris a beige.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	12 de 68

**Figura N° 4: Mapa Geológico Regional**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 GEOLOGÍA LOCAL

Las principales unidades estratigráficas en el área de estudio son: depósitos aluviales conformada por conglomerados polimícticos poco consolidados, con clastos de tamaño heterogéneo, subredondeados con un matriz limo arcilloso, intercalado con niveles arenosos.

#### Neógeno – Plioceno

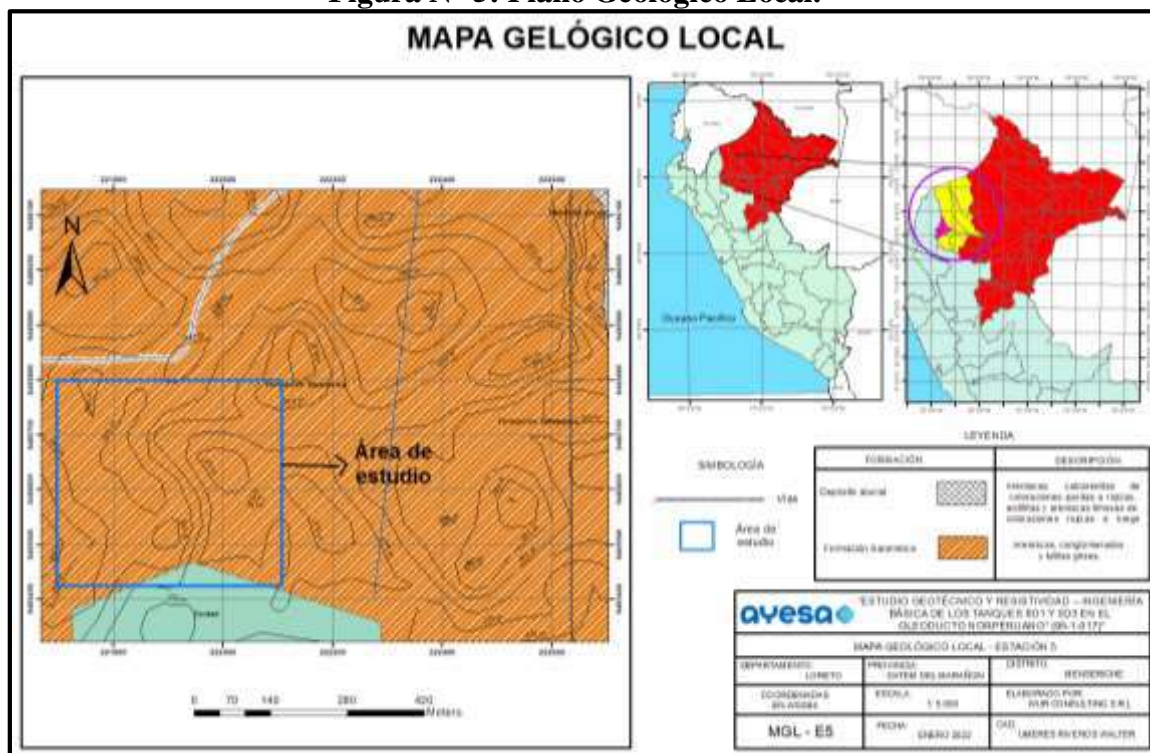
- **Formación Saramiriza:** constituida por arenas rojas a pardo amarillentas, inconsolidada a semiconsolidada con intercalaciones de limos en ocasiones conglomerados polimícticos.

#### Cuaternario

- **Depósitos Aluviales:** constituido por gravas, arenas, limos, semiconsolidados, de color blanquecino.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	13 de 68

**Figura N° 5: Plano Geológico Local.**



Fuente: Elaboración propia.

## IV.- PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros generados por fenómenos de origen natural pueden subdividirse en aquellos originados por la geodinámica interna (sismos) y los de geodinámica externa (caída de rocas, los deslizamientos de roca o suelo, inundación fluvial, etc.).

### 4.1. GEODINÁMICA EXTERNA

#### 4.1.1. Derrumbes

Los derrumbes se presentan en laderas con pendientes de moderada o fuerte con presencia de materiales inconsolidados o rocosos muy fracturados. Suelen caracterizarse por una zona de arranque que puede ser de forma regular, irregular, continua o discontinua, y sus coronas pueden llegar a medir de decenas a pocos metros. La Estación 5 presenta pendientes moderadas y suelos pocos cohesivos, donde la presencia de lluvias intensas generarían este posible peligro.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	14 de 68

### Gráfico N° 1: Limite de campo de inundaciones de crecidas



Fuente: Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N° 68 – Peligros Geológicos – INGEMMET (2019)

En resumen, de acuerdo con la descripción de líneas arriba sobre los peligros existentes en el área de estudio se presenta posible riesgo de derrumbes, por lo tanto se recomienda la elaboración de estructuras de mitigación como banquetas.

## 4.2. GEODINÁMICA INTERNA

### 4.2.1. Sismicidad

El Perú está ubicado sobre el borde occidental costero de Sudamérica entre Ecuador y Chile; ocupando un área de subducción activa de corteza oceánica bajo la margen Continental, esta actividad de subducción representa la principal causa de los sismos en el Perú.

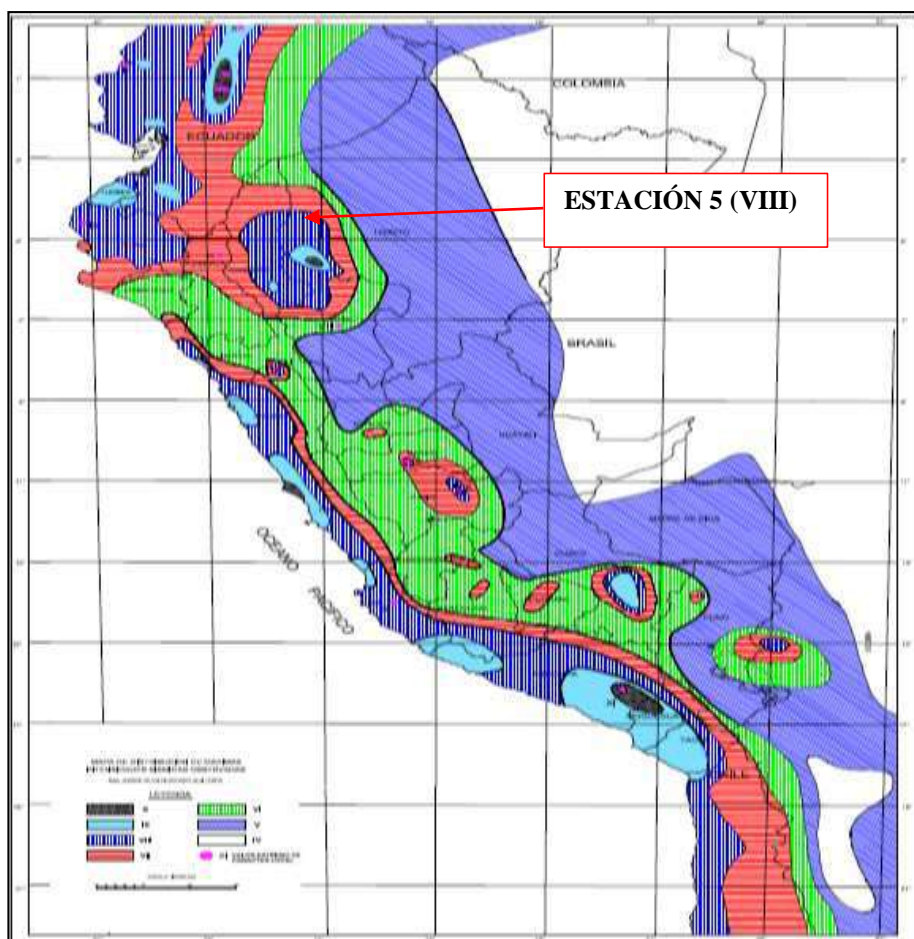
La zona de estudio (ESTACIÓN 5), se ubica en la Faja Subandina y el Llano Amazónico donde presentan un marco litoestratigráfico afectado principalmente por las sucesivas fases tectónicas de la Orogénesis Andina. Se ubica a 561.37 m de una falla normal que atraviesa la Formación Saramiriza que son de conglomerados polimícticos, descrita y ubicada por el INGEMMET. Ver figura N° 7.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	15 de 68

En la figura N° 6 se observa la Distribución de Máximas Intensidades en el Perú, desarrollado por Alva (1974). El área de estudio presenta un valor de Máximas Intensidades de rango VIII.

**Figura N° 6: Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas.**



Fuente: Alva Hurtado, 1974.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	16 de 68

**Figura N° 7: Plano Geología Estructural- Estación 5**



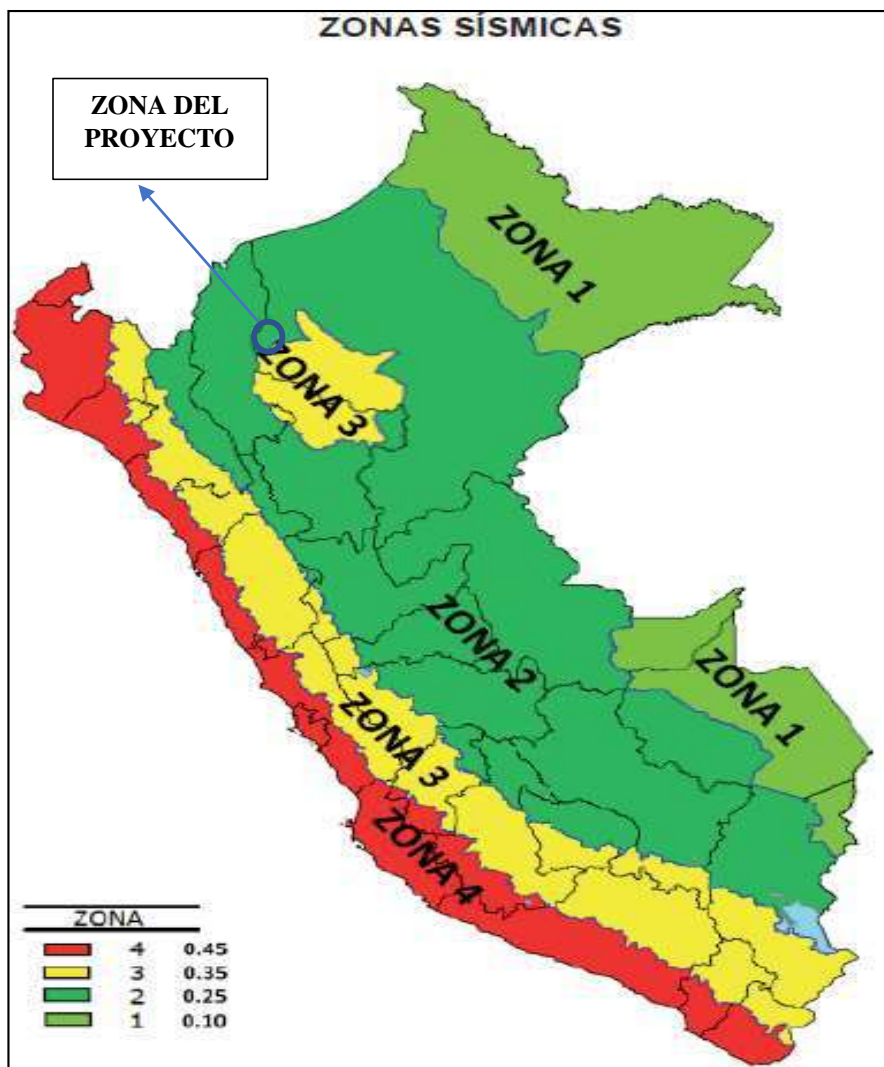
Fuente: Geocatmin - Cuadrángulo 10 h - INGEMMET

#### 4.2.2. Zonificación sísmica

El área de estudio se encuentra ubicada en la **zona 2**, según la Zonificación Sísmica del Perú correspondiente a la Norma E. 030-2016 (ver figura N° 8).

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	17 de 68

Figura N° 8: Zonas Sísmicas



Fuente: INDECI – Norma E – 030-2016.

Cuadro N° 3: Factores de la Zona "Z".

FACTORES DE LA ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E – 030 Diseño Sismorresistente.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		18 de 68

De acuerdo con la E – 030 Diseño Sismorresistente, en el área investigada tenemos los siguientes perfiles de suelo.

#### Cuadro N° 4: Perfiles de Suelos y Parámetros.

Tipo	Descripción	S	TS(SEG)	Z
S0	Roca Dura	0.80	0.3	0.25
S1	Rocas o suelos muy rígidos	1.00	0.4	0.25
S2	Suelos intermedios	1.20	0.6	0.25
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	1.40	1.0	0.25
S4	Suelos excepcionalmente flexibles	-	-	-

Fuente: Norma E – 030 Diseño Sismorresistente.

Dónde:

S: Factor Suelos

Ts: Periodo Predominante

Z: Factor de Zona

#### Cuadro N° 5: Valores de S y Tp para Suelos en Zona del Proyecto.

Tipo	Descripción	S	Tp (seg)	Clase de Suelo
S2	Suelos intermedios	1.20	0.6	Gravas y, arenas
S3	Suelos Blandos	1.40	1.0	Arcillas
S4	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	-	-	-

Fuente: Norma E – 030 Diseño Sismorresistente.

Analizando los resultados de laboratorio obtenemos los siguientes parámetros sísmicos del proyecto.

#### Cuadro N° 6: Resumen de los Parámetros de la Zona de Estudio.

Factores	Valores
Parámetros de zona	Zona 2
Factor de zona	Z(g)=0.25
Suelo tipo	S-2
Amplificación del suelo	S=1.20
Periodo predominante de vibración	Tp= 0.6 seg

Fuente: Norma E – 030 Diseño Sismorresistente.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	19 de 68

## V.- GEOTECNIA

### 5.1.- METODOLOGÍA

En el presente estudio tiene cuatro etapas: Recopilación de información mediante documentos de estudios preliminares, Exploración y muestreo en campo mediante reconocimientos geológicos – geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de suelos y Fase de gabinete que consiste en realizar la interpretación de los resultados obtenidos, elaboración de mapas y planos y finalmente la redacción del informe Final.

El procedimiento realizado para la elaboración del estudio fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno y el mapeo geológico local
- Excavación de Calicatas
- Toma de muestras de campo
- Ensayo DPL (Dinamic Probing Light)
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de resultados de los Ensayos de Laboratorio
- Elaboración de Perfiles y Columnas Estratigráficas
- Elaboración de informe final (Conclusiones y Recomendaciones)
- Definir el modelo geotécnico para recomendar las condiciones de cimentación.

### 5.2. INVESTIGACIONES DE CAMPO

#### 5.2.1. Ensayo de DPL (Ensayo de penetración Dinámica Ligera)

El DPL (Equipo ligero de penetración) es un ensayo de registro continuo que consiste en contabilizar el número de golpes N necesarios para hincar tramos de varillajes cada 10 cm de longitud. Los golpes son dados por una maza (de 10 kg) de peso que cae libremente desde una altura constante.

El ensayo tiene como objetivo, determinar la resistencia de penetración del suelo, por lo tanto nos permite conocer los parámetros de corte referidos al número de golpes (N) del SPT a través de una conversión respectiva.

Se realizaron 3 ensayos DPL cuyos resultados se muestran en los cuadros N° 10,11 y 12:

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	20 de 68

**Cuadro N° 7: Ubicación de DPL - Coordenadas UTM (WGS 84).**

Calicata/ DPL	Este	Norte	Cota
C/DPL - 01	221930	9485763	284
C/DPL - 02	222052	9485492	282
C /DPL– 03	221711	9485541	291

Fuente: Elaboración Propia.

Las tablas (cuadros N° 8 y N° 9) descritas a continuación, las utilizaremos como referencias para encontrar los parámetros geotécnicos, en función a los ensayos de DPL realizados en campo.

**Cuadro N° 8: Tabla de valores de Referencia**

N	En arenas		Angulo de fricción interna	E (Kg/cm2)
	Descripción	Compacidad relativa		
0 – 4	Muy floja	0 – 15%	28°	100
5 – 10	Floja	16 – 35%	28° - 30°	100 – 250
11 – 30	Media	36 – 65%	30° - 36°	250 - 500
31 – 50	Densa	66 – 85%	36° - 41°	500 – 1000
> 50	Muy densa	86 – 100%	>41°	>1000

Fuente: Luis Gonzales de Vallejo.

**Cuadro N° 9: Tabla de valores en arcilla.**

Estado del Suelo Valores	Muy Suelto	Suelto	Medio Denso	Denso	Muy Denso
N (SPT)	0 - 4	4 -10	10 - 30	30 - 50	> 50
Qu (Kg/cm2)	-	REQUIERE COMPACTACIÓN	0.7 - 2.5	2.5 - 4.5	> 4.5
D.R (%)	0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80

Fuente: Michael and Katt 1981

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	21 de 68

Los siguientes cuadros nos muestran los valores calculados de los ensayos DPL 01, 02 Y 03 (Correlacionados al N de SPT) y de igual forma haciendo uso de los cuadros anteriormente mencionados:

**Cuadro N° 10: Resumen de los Ensayos del DPL 01.**

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa (%)	$\Phi$ Angulo de fricción interna	Descripción	Terreno de Fundación	SUC S
01	0.00	0.0	0.00	-	-	-	
	0.30	13.0	37.00	30.00	Media	Regular	SP
	0.60	0.0	0.00	0.00	-	-	SP
	0.90	23.0	40.00	31.00	Media	Bueno	GP
	1.10	31.0	66.00	33.00	Densa	Bueno	GP

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 11: Resumen de los Ensayos del DPL 02.**

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa (%)	$\Phi$ Angulo de fricción interna	Descripción	Terreno de Fundación	SUCS
02	0.00	0.0	0.00	-	-	-	
	0.30	0.0	0.00	0.00	Relleno	Relleno	Relleno
	0.60	6.0	17.00	28.00	Floja	Regular	GP
	0.90	12.0	37.00	30.00	Media	Regular	SP
	1.10	27.0	51.00	32.00	Media	Regular	GP

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	22 de 68

**Cuadro N° 12: Resumen de los Ensayos del DPL 03**

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa (%)	$\Phi$ Angulo de fricción interna	Descripción	Terreno de Fundación	SUCS
03	0.00	0.0	0.00	-	-	-	
	0.30	3.0	12.00	28.00	Muy floja	Malo	CL
	0.60	8.0	20.00	29.00	Floja	Malo	CL
	0.90	6.0	17.00	28.00	Floja	Malo	CL
	1.20	7.0	17.00	33.00	Floja	Malo	SC
	1.50	11.0	36.00	34.00	Media	Bueno	SC
	1.80	4.0	15.00	28.00	Muy floja	Malo	CL
	2.10	5.0	16.00	28.00	Floja	Malo	CL
	2.40	8.0	20.00	29.00	Floja	Malo	CL
	2.70	12.0	37.00	34.00	Media	Bueno	CL
	3.00	15.0	42.00	26.00	Media	Bueno	CL
	3.30	20.0	50.00	36.00	Media	Bueno	CL
	3.60	23.0	56.00	36.00	Media	Bueno	GP
	3.70	35.0	68.00	34.00	Densa	Bueno	GP

Fuente: Elaboración propia.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	23 de 68

### Fotografía N° 1: Ensayo DPL.



Fuente: Fotografía propia

#### 5.2.2. Excavaciones de Calicatas

En la exploración de campo se realizaron las siguientes actividades: Ejecución de 03 calicatas de forma manual, con una sección de 1.50 x 1.50 a 5.00 m de profundidad, georeferenciación de las excavaciones, toma de fotografías y muestreo de las diferentes calicatas, registro de las calicatas bajo la norma A.S.T.M. D 2488 Y NTP 339.150. Descripción e Identificación de Suelos (Procedimiento Visual manual) de Especificaciones Técnicas para el diseño de cimentaciones estables, así mismo se registraron las vistas fotográficas en cada prospección, las muestras extraídas fueron llevadas al laboratorio para su respectivo análisis. Se adjunta el plano de ubicación de calicatas y justificamos las tres calicatas realizadas ya que tomamos como referencia los tipos de formaciones geológicas presentes, como la Formación Saramiriza conformado por material de naturaleza sedimentaria como areniscas y conglomerados, depósitos aluviales conformados por suelos compuestos por gravas con arcillas y arenas.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	24 de 68

**Figura N° 9: Ubicación de Calicatas**



Fuente: Elaboración Propia

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	25 de 68

### Equipo utilizado

Equipo y materiales utilizados en la investigación geotécnica son las siguientes:

#### Cuadro N° 13: Equipos y Materiales Utilizados.

Equipos y/o Materiales	Cantidad
GPS	01
Lampa	02
Barreta	02
EPP	08
Pizarra	01
Cinta de seguridad	01

Fuente: Elaboración propia.

#### Fotografía N° 2: Excavación Manual de Calicatas



Fuente: Fotografía Propia

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	26 de 68

### 5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras extraídas de cada excavación se remitieron al laboratorio de mecánica de suelos de La Consultora WUR CONSULTING SRL, cuyos equipos cuentan con los certificados de calibración vigentes, para establecer los parámetros físico-mecánicos del subsuelo. Los ensayos se realizaron en conformidad con la Norma E 50 Suelos y cimentaciones, Norma E 30 Diseño sismo resistente. Los ensayos para mecánica de suelos son los siguientes:

**Cuadro N° 14: Normatividad de Ensayos para Suelos.**

Análisis	Norma
Contenido de Humedad Natural	ASTM D – 2216
Análisis Granulométrico	ASTM D – 422
Límites de Consistencia	ASTM D – 4318
Clasificación SUCS	ASTM D – 2487
Peso Unitario	ASTM D – 1587
Corte directo	AASHTO – D1557
Ensayo de Permeabilidad	ASTM D. 5084
Límite de contracción	ASTM T 92 – 68
Hinchamiento de Arcillas	ASTM D 4829 – 11
CBR	AASHTO – D1883
DPL	NTP.339.159
Agresividad de suelos	
Sales solubles	NTP 339.152
Sulfatos	NTP 339.178
Cloruros	NTP 339.177

Fuente: Elaboración propia.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	27 de 68

### Fotografía N° 3: Ensayos de Laboratorio.



Fuente: Elaboración propia.

## 5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS

### 5.4.1. Análisis Granulométrico por tamizado

Los ensayos de granulometría realizados en el laboratorio tienen por finalidad determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, confirmando que son suelos gravosos (gravas G) y suelos de grano fino (arcillas CL) y una capa superficial de arenas (SP y SC). (Ver anexo – Formato de ensayos de laboratorio).

### 5.4.2. Límites de Consistencia (ASTM-D-4318)

La plasticidad es el contenido de arcillas en las muestras. Los límites de consistencia son:

- Límite Líquido: ASTM-D-423
- Límite Plástico: ASTM-D-424

Los ensayos de este tipo permiten expresar cualitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo. Los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N° 40. La obtención de los límites líquido y límite plástico de una muestra de suelo permiten determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad. (Ver anexo – Formato de ensayos de laboratorio).

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	28 de 68

### 5.4.3 Clasificación de suelos SUCS

Esta clasificación unificada de suelos consiste en determinar mediante el análisis granulométrico el tipo de material constituido por el suelo en caso de ser de granulometría fina que pasa más de 50% la malla N 200 o gruesa si es retenida en >50% de la malla N.º 200 y dar su respectiva equivalencia en nomenclatura definida por la Clasificación. En el área del proyecto se han encontrado suelos tipo: Arenas pobremente graduadas (SP), Arenas Arcillosas (SC), Gravas pobremente graduadas (GP) y Arcilla inorgánica (CL): (Ver anexo – Formato de ensayos de laboratorio).

La clasificación SUCS, nos permite identificar dos tipos de suelos: Suelos granulares y Suelos Cohesivos. En los cuadros N° 15 y N° 16, describimos el grado de compacidad y consistencia, según el tipo de suelo respectivamente:

**Cuadro N° 15: Compacidad de Suelos Granulares.**

Suelos Granulares	Compacidad
Gravas	Densa
	Medianamente Densa
	Suelta
Arenas	Densa
	Medianamente Densa
	Suelta

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 16: Consistencia del Suelos Cohesivos.**

Consistencia	N	Identificación Manual	YSAT (GR/CM <sup>3</sup> )	Q <sub>u</sub> (KG/CM <sup>2</sup> )
Dura	>30	Se marca difícilmente	>2.0	>4.0
Muy rígida	15 – 30	Se marca con la uña del pulgar	2.08 – 2.24	2.0 – 4.0
Rígida	8 – 15	Se marca con el pulgar	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0
Media	4 – 8	Moldeable bajo presiones fuertes	1.76 – 1.92	0.5 – 1.0
Blanda	2 – 4	Moldeable bajo presiones débiles	1.60 – 1.76	0.25 – 0.5
Muy blanda	< 2	Se deshace entre los dedos	1.44 – 1.60	0.0 – 0.25

Fuente: <http://uningenierocivil.blogspot.com/2011/03/limites-de-Atterberg-indice-de.html>.

Los resultados obtenidos en el laboratorio son los siguientes:

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETROLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		29 de 68

**Cuadro N° 17: Parámetros Físico-Mecánicos**

Calicata	Granulometría			L.L%	L.P %	I.P %	SUCS	Humedad natural %	Peso unitario (gr/cm3)
	Grava %	Arena %	Fino %						
C-1 / M-1 (0.00-0.90 M)	26.30	61.00	12.70	NP	NP	NP	SP	8.16	1.73
C-1 / M-2 (0.90-5.00 M)	54.00	40.50	5.50	NP	NP	NP	GP	26.40	1.90
C-2 / M-1 (0.30-0.70 M)	62.10	24.90	13.00	NP	NP	NP	GP	19.46	1.86
C-2 / M-2 (0.70-1.00 M)	17.80	69.00	13.20	NP	NP	NP	SP	24.89	1.89
C-2 / M-3 (1.00-5.00 M)	53.10	37.70	9.20	NP	NP	NP	GP	25.90	1.95
C-3 / M-1 (0.30-1.00 M)	0.00	49.33	50.67	28.75	19.25	9.50	CL	20.25	1.70
C-3/ M-2 (1.00-1.70 M)	0.00	50.67	49.33	29.65	19.55	10.10	SC	32.49	1.98
C-3/ M-3 (1.70-3.50 M)	0.00	16.33	83.67	32.95	20.65	12.30	CL	34.09	1.68
C-3/ M-4 (3.50-5.00 M)	54.50	43.00	2.50	NP	NP	NP	GP	35.89	1.88

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	30 de 68

#### 5.4.4. Contenido de Humedad Natural

El contenido de humedad determina la presencia de agua en los poros de los granos respecto a la textura del suelo, determinando una mayor densidad, el mismo que depende de la relación de vacíos, ubicación de la muestra en profundidad y de factores climáticos, por lo que las humedades son del momento, presentamos el cuadro resumen de clasificación en donde tienden a ir de 8.16 % a 35.89 % de rango, teniendo una humedad de baja a muy alta. (Ver anexo – Formato de ensayos de laboratorio).

**Cuadro N° 18: Clasificación de Humedad Natural**

Humedad Natural	Porcentaje (%)
Muy Baja	0 – 5
Baja	5 – 10
Media	10 – 20
Alta	20 – 30
Muy Alta	30 – 60
Saturada	>60

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 19: Resultados de Humedad**

Calicata	Estrato	Humedad Natural (%)
C - 01	E – 1	8.16
	E – 2	26.40
C - 02	E – 1	19.46
	E – 2	24.89
	E – 3	25.90
C – 03	E – 1	20.25
	E – 2	32.49
	E – 3	34.09
	E – 4	35.89

Fuente: Elaboración propia.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	31 de 68

#### 5.4.5. Nivel freático

El nivel freático es el lugar geométrico de los puntos de agua que poseen una presión igual a la atmosférica. Por lo tanto al efectuar el diseño de las cimentaciones, debe calcularse como si el suelo se encontrase saturado y en la situación más desfavorable posible. Para el análisis geotécnico se ha considerado el nivel freático a una profundidad de 0.73 m.

**Cuadro N° 20: Profundidad del Nivel Freático - Estación 5**

Calicatas	Profundidad (m)
C -01	0.73
C -02	0.85
C - 03	1.00

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4.6. Ensayo de Corte directo

Este método de prueba es desarrollado para la determinación de la resistencia al corte de un suelo. Esta prueba se realiza mediante la deformación de un espécimen en un rango de deformación controlada. Se realizó una prueba, donde es sometida bajo una diferente carga normal para determinar el efecto sobre la resistencia y desplazamiento y las propiedades resistentes.

**Cuadro N° 21: Resultados de Corte Directo**

Tipo de Suelo	SUCS	Profundidad (m)	Carga (H)	Angulo de fricción	Cohesión
Grava pobremente graduada	GP	0.90 - 5.00	0.71	32	0.003

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		32 de 68

#### 5.4.7. Capacidad Portante y Presión De Trabajo (Pt)

Es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno, tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Para el presente informe se calculo usando la formula según Terzaghi.

#### SEGÚN TERZAGHI (1)

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Siendo:

- C = Cohesión (Kg/cm<sup>2</sup>)
- N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub> = Factores de capacidad de carga
- D<sub>f</sub> = Profundidad de desplante (m)
- B = Ancho de zapata (m)
- γ = Peso Unitario (Kg/m<sup>3</sup>)
- q = Esfuerzo efectivo (Kg/cm<sup>2</sup>)
- N. F = Nivel freático

Donde Pt = q<sub>u</sub>/3.00 (Factor de seguridad) en Kg/cm<sup>2</sup>.

(1) Del autor: Campos Rodríguez, Texto –Problemas resueltos en Mecánica de Suelos

#### Parámetros portantes:

Los valores portantes, indispensable para conocer la capacidad admisible del terreno como son: Angulo de fricción interna (Phi), Cohesión y peso Unitario se obtienen con los métodos: para conocer el Angulo de fricción interna = **Phi** (°) se trabaja con Tipo de suelo y el cuadro de valores de la bibliografía, con el penetrómetro manual hallamos la cohesión = **C (Kg/cm<sup>2</sup>)**, así como el peso volumétrico = (**& (gr/cm<sup>3</sup>)**), a continuación, se explica:

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	33 de 68

## A) COHESIÓN y PESO UNITARIO

Los valores de cohesión (Kg/cm<sup>2</sup>) se determinan mediante el ensayo de compresión uniaxial, empleando el equipo de Penetrómetro manual (Debidamente calibrado). De acuerdo con la bibliografía especializada primero se determina el esfuerzo y luego este valor se divide entre 2 y se obtiene la Cohesión. Los valores obtenidos son corregidos bajo condiciones críticas y/o saturados.

En los cuadros siguientes se puede visualizar los valores obtenidos.

**Cuadro N° 22: Resultados de Peso Unitario y Cohesión.**

Tipo de Suelo	Profundidad (m)	SUCS	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )
Grava pobremente graduada	0.90 a 5.00	GP	0.003	1.90

Fuente: Elaboración propia.

## RESULTADOS DE VALORES PORTANTES SIN PROYECTO:

Los valores obtenidos son los siguientes:

**Cuadro N° 23: Valores Portantes sin proyecto**

Suelo de fundación	SUCS	Phi (°)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (gr/cm <sup>3</sup> )
Grava pobremente graduada	GP	32	0.003	1.90	2.00

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 24: Valores Portantes con proyecto**

Suelo de fundación	SUCS	Phi (°)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (gr/cm <sup>3</sup> )
Grava pobremente graduada	GP	36	0.5	1.90	2.00

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	34 de 68

### CAPACIDAD ADMISIBLE:

En los cuadros siguientes se presentan, la profundidad máxima de 2 m y ancho de zapata de 2.00 m, donde los resultados obtenidos son los siguientes:

**Cuadro N° 25: Valores de Capacidad Admisible Sin mejoramiento**

Df (m)	B (m)	Qu (Kg/cm2)	Pt (Kg/cm2)
1.50	1.50	1.52	0.51
1.80	1.50	1.81	0.60
2.00	1.50	2.01	0.67

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 26: Valores de Capacidad Admisible sin mejoramiento**

Df (m)	B (m)	Qu (Kg/cm2)	Pt (Kg/cm2)
1.50	2.00	1.52	0.51
1.80	2.00	1.82	0.61
2.00	2.00	2.01	0.67

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 27: Valores de Capacidad Admisible con mejoramiento**

Df (m)	B (m)	Qu (Kg/cm2)	Pt (Kg/cm2)
1.50	1.50	11.02	3.67
1.80	1.50	11.44	3.81
2.00	1.50	11.72	3.91

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 28: Valores de Capacidad Admisible con mejoramiento**

Df (m)	B (m)	Qu (Kg/cm2)	Pt (Kg/cm2)
1.50	2.00	11.03	3.67
1.80	2.00	11.44	3.81
2.00	2.00	11.72	3.91

Fuente: Elaboración propia.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		35 de 68

#### 5.4.8. Modulo de Poisson

En el Cuadro N° 29, se muestran los valores asumidos para el módulo de Poisson ( $\mu$ ) de acuerdo a los tipos de suelos encontrados, siendo estos suelos de tipo granulares con un Poisson en el orden de  $\mu = 0.30$

**Cuadro N° 29: Modulo de Poisson ( $\mu$ )**

Tipo de suelo	Coefficiente de Poisson
Arcillas blandas normalmente consolidadas	0.40
Arcillas medias	0.30
Arcillas duras preconsolidadas	0.15
Arenas y suelos granulares	0.30

Fuente: Autor Tomás Cabrera (E.U.A.T.M.)

#### 5.4.9. Asentamientos elásticos

Para el análisis de la cimentación tenemos los llamados asentamientos totales y diferenciales de los cuales los diferenciales, son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales. (\*\*)

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la Teoría Elástica (Lambe y Whitman), se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme. Se calculó mediante la teoría elástica, que está dado por la fórmula:

$$S = \frac{q * B (1 - \mu^2) * N}{E_s}$$

Para:

- S = Asentamiento [cm]
- q = Presión de contacto [kg/cm<sup>2</sup>]
- B = Ancho del área cargada [cm]
- $\mu$  = Relación de Poisson [Adimensional]
- $E_s$  = Modulo de Elasticidad del suelo [kg/cm<sup>2</sup>]
- N = Valor de influencia que depende de la relación largo a ancho (L/B) del área cargada [Adimensional]

(\*\*): Pág. 461 del Texto: Propiedades Geofísica de los Suelos de Joseph E. Bowles.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		36 de 68

### Cuadro N° 30: Escalas para determinar el Valor de Influencia (N)

(L/B)	(N)
1.0	0.56
2.0	0.76
3.0	0.88
4.0	0.95
5.0	1.00

Los valores de N están dados por Schleicher, como se muestran en cuadro N° 30, para nuestra cimentación de zapata circular se encuentran el rango (L/B), siendo para esa ocasión de 1.00; Resultando el valor de N = 0.56

Para el cálculo de asentamientos, se ha considerado un módulo de elasticidad (ES) obtenida de referencias bibliográficas. Ver cuadro N° 31

(\*\*\*) Diseño de cimentaciones superficiales – Dr Jorge E. Alva Hurtado (UNI)

### Cuadro N° 31: Módulo de elasticidad (ES)

TIPO DE SUELO	ES (Ton/m <sup>2</sup> )
Arcilla Muy blanda	30 – 300
Arcilla Blanda	200 – 400
Arcilla Media	450 – 900
Arcilla Dura	700 – 2000
Arcilla Arenosa	3000 – 4250
Suelos Glaciares	1000 – 16000
Loess	1500 – 6000
Arena Limosa	500 – 2000
Arena Suelta	1000 – 2500
Arena Densa	5000 – 10000
Grava Arenosa	8000 – 20000
Grava suelta	5000 – 14000
Arcilla Esquistosa	14000 – 140000
Limos	200 - 2000

Fuente: Diseño de cimentaciones superficiales – Dr Jorge E. Alva Hurtado (UNI)

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	37 de 68

**Cuadro N° 32: Valores para el cálculo de asentamientos**

TIPO DE SUELO	Q (Ton/m <sup>2</sup> )	R (m)	μ	N	Es (Ton/m <sup>2</sup> )
GRAVA POBREMENTE GRADUADA (GP)	41.49	12.50	0.30	0.56	15000

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 33: Resultados de asentamiento**

TIPO DE SUELO	ASENTAMIENTO ENCONTRADO (Cm)	RANGO PERMISIBLE (Cm)	CONDICIÓN
GRAVA POBREMENTE GRADUADA (GP)	1.76	2.54	Aceptable

Fuente: Elaboración propia

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	38 de 68

## 5.5. ENSAYOS ESPECIALES

### 5.5.1. Ensayo de Permeabilidad

Se define como la velocidad de un flujo producido por gradiente hidráulico unitario. El valor del coeficiente de permeabilidad (K) se usa como una medida de resistencia al flujo producida por el suelo. Es decir, es la facilidad que tiene un fluido para atravesar un medio poroso.

**Cuadro N° 34: Resultados de permeabilidad.**

Calicata	Estratos obtenidos	Profundidad (M)	Permeabilidad Cm/seg	Grado de permeabilidad
C - 1	E - 1	0.00-0.90	$1.05 \times 10^{-01}$	Permeable
	E - 2	0.90-5.00	$9.34 \times 10^{-01}$	Permeable
C - 2	E - 1	0.30-0.70	$1.02 \times 10^{-01}$	Permeable
	E - 2	0.70-1.00	$1.69 \times 10^{-01}$	Permeable
	E - 3	1.00-5.00	$9.11 \times 10^{-01}$	Permeable
C - 3	E - 1	0.30-1.00	$7.30 \times 10^{-06}$	Impermeable
	E - 2	1.00-1.70	$6.13 \times 10^{-06}$	Impermeable
	E - 3	1.70-3.50	$4.04 \times 10^{-06}$	Impermeable
	E - 4	3.50-5.00	$8.97 \times 10^{-01}$	Permeable

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.2. Licuación de Suelos

Se refiere a la pérdida de la capacidad portante del suelo desencadenado por un sismo de regulares características, principalmente de intensidad VII, el mismo que se correlaciona también con el nivel freático existente o de poca profundidad, entonces para que ocurra la licuación, la resistencia del suelo debe ser NULA o muy pequeña cuando y este sea un material de grano fino no plástico. Sin embargo, en nuestro caso los suelos son gravosos arenosos con intercalaciones de arcilla, y presencia de nivel freático, además el área de estudio presenta conglomerados, lo que indica que este fenómeno de Licuación en este tipo de suelos investigados será bajo, así mismo se encuentra en ZONA SÍSMICA 2. A continuación, en el cuadro N° 38 se presentan las propiedades especiales de los suelos investigados.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	39 de 68

### 5.5.3. Hinchamiento de arcillas

Se define como la capacidad de un suelo de experimentar cambios volumétricos o de generar presión (si el suelo está confinado) al modificarse las condiciones de humedad. En general el fenómeno de hinchamiento está asociado a algunos tipos de arcillas, especialmente las montmorillonitas, que modifican su estructura al adsorber agua u otros líquidos. Del mismo modo, también puede producirse la contracción del suelo expansivo al desecarse o liberarse el agua contenida en él.

En el cuadro N° 35 se presenta los valores de hinchamiento y contracción del material arcilloso.

**Cuadro N° 35: Valores de Hinchamiento y Contracción**

Calicata	Profundidad	Hinchamiento (%)	Contracción (%)
C-3 / M 1	0.30 – 1.00	9.87	16.60
C-3 / M 3	1.70 – 3.50	12.10	14.09

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.4. Agresividad de Suelos

Los sulfatos y sales solubles que se encuentran presentes en los suelos afectan a las estructuras de concreto y en algunos casos se producen gran expansión y rotura de la pasta. En este contexto en el cuadro N° 36 se presenta el Ataque del Concreto por suelos y aguas que contienen concentraciones de Sulfatos.

**Cuadro N° 36: Contenido de Sulfatos en Muestras de Suelo y Agua**

Grado Relativo del ataque de los sulfatos	Porcentaje de Sulfato en las muestras de suelo (%)	PPM de Sulfato en muestra de agua.
INAPRECIABLE	de 0.00 a 0.10	0 a 150
POSITIVO (1)	de 0.10 a 0.20	150 a 1,000
CONSIDERABLE (2)	de 0.20 a 0.50	1,000 a 2,000
SEVERO (2)	mayor de 0.50	mayor de 2,000

Fuente: Norma 339.102:2002 – Indecopi.

- (1) : Úsese cemento del tipo MS
- (2) : Úsese cemento del tipo V

El resultado de agresividad se muestra en el siguiente cuadro N° 37:



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	40 de 68

### Cuadro N° 37: Resultado de agresividad de suelos

CALICATAS	CLORUROS (CL%)	SULFATOS (SO4%)	SALES SOLUBLES (%)
C-1 / M-1 (0.00-0.90 M)	0.0109	0.0132	0.0163
C-1 / M-2 (0.90-5.00 M)	0.0117	0.0120	0.0156
C-2 / M-1 (0.30-0.70 M)	0.0113	0.0126	0.0143
C-2 / M-2 (0.70-1.00 M)	0.0043	0.0092	0.0155
C-2 / M-3 (1.00-5.00 M)	0.00121	0.0125	0.0149
C-3 / M-1 (0.30-1.00 M)	0.0094	0.0014	0.0109
C-3/ M-2 (1.00-1.70 M)	0.0143	0.0138	0.0151
C-3/ M-3 (1.70-3.50 M)	0.0091	0.0010	0.0110
C-3/ M-4 (3.50-5.00 M)	0.0122	0.0128	0.0153

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión los resultados en cuanto a sulfatos son:  $0 \% < SO_4 < 0.1\% =$  INAPRECIABLE, SEGÚN NORMA E 60 -CONCRETO. Por lo tanto, se recomienda el uso de cemento de tipo MS, para cimentación el concreto será  $f'c = 315 \text{ Kg/cm}^2$  y para drenaje es de  $210 \text{ Kg/cm}^2$  por la presencia de nivel freático.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		41 de 68

**Cuadro N° 38: Resumen de Propiedades Especiales.**

Calicata	Licuefacción	Hinchamiento (%)	Permeabilidad	Agresividad	Contracción (%)
C-1/ E1	Bajo	-	Permeable	Inapreciable	-
C-1/ E2	Bajo	-	Permeable	Inapreciable	-
C-2/E1	Bajo		Permeable	Inapreciable	
C-2/ E2	Bajo	-	Permeable	Inapreciable	-
C-2/ E3	Bajo		Permeable	Inapreciable	
C-3/ E1	Bajo	9.87	Impermeable	Inapreciable	16.60
C-3/ E2	Bajo	-	Impermeable	Inapreciable	-
C-3/ E3	Bajo	12.10	Impermeable	Inapreciable	14.09
C-3/ E4	Bajo		Permeable	Inapreciable	

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.5. California Bearing Ratio CBR

El Índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas.

Se usa en proyectos de pavimentación auxiliándose de curvas empíricas. Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados.

**Cuadro N° 39: Categorías de Sub rasante.**

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	DE CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante regular	DE CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante buena	DE CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante muy buena	DE CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MC-05-14 Suelos y Pavimentos Manual de Carreteras.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	42 de 68

**Cuadro N° 40: Resultados de CBR.**

TIPO DE SUELO	MUESTRA	TIPO DE SUELO	CBR	
			95%	100%
C – 1	M-2	Grava Pobrementada graduada (GP)	24.09	25.36
C - 2	M-2	Grava Pobrementada graduada (GP)	13.78	14.51
C – 3	M-2	Arena arcillosa (SC)	11.97	12.60

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.5.6. Coeficiente de Balasto

El coeficiente de balasto  $K_s$  es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto,  $p$ , y el asiento que se produce, es decir  $K_s = P/\Delta$ . Este parámetro tiene dimensión de peso específico, aunque depende de las propiedades del terreno, así mismo, también depende de las dimensiones del área y la carga aplicada contra el terreno.

Existen muchos autores que han proporcionado varios valores del  $K_{30}$  para diferentes clases de suelos. Os dejo algunas de las tablas más interesantes que conviene tener:

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		43 de 68

### Cuadro N° 41: Valores de K30

Valores de K30 en Kg/cm <sup>3</sup> por Jimenez Salas		
Tipo Suelo	K30 min	K30 max
Suelo Fangoso	0,5	1,5
Arena seca o húmeda, suelta (Nspt 3 a 9)	1,2	3,6
Arena seca o húmeda, media (Nspt 9 a 30)	3,6	12
Arena seca o húmeda, densa (Nspt 30 a 50)	12	24
Grava fina con arena fina	8	10
Grava media con arena fina	10	12
Grava media con arena gruesa	12	15
Grava gruesa con arena gruesa	15	20
Grava gruesa firmemente estratificada	20	40
Arcilla blanda qu 0,25 a 0,5 kg/cm <sup>2</sup>	0,65	1,3
Arcilla media qu 0,5 a 2,0 kg/cm <sup>2</sup>	1,3	4
Arcilla compacta qu 2,0 a 4,0 kg/cm <sup>2</sup>	4	8
Arcilla margosa dura qu= 4 a 10 kg/cm <sup>2</sup>	8	21
Marga arenosa rígida	21	44
Arena de miga y tosco	22	110
Marga	22	2200
Caliza margosa alterada	150	220
Caliza sana	885	36000
Granito meteorizado	30	9000
Granito sano	1700	3600

Los terrenos granulares bajo en NF tendran una K=0,6\*kde la tabla

Para el cálculo del coeficiente de balasto se correlaciona con otros parámetros del terreno como se pueden ver:

En función del **ensayo SPT**:

- En suelos cohesivos:

$$k \left( \frac{t}{m^3} \right) = 40 \times N \times \frac{1}{B} \left( 1 + \frac{B}{2L} \right)$$

En arenas secas:

$$k_{30} \left( \frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N+2}{34}}$$

- En suelos granulares sumergidos

$$k_{30} \left( \frac{kg}{cm^3} \right) = 0.6 \times 10^{\frac{N+2}{34}}$$

El coeficiente de balasto se calculo con las formulas descritas anteriormente, obteniendo los siguientes resultados

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	44 de 68

**Cuadro N° 42: Resultado de Coeficiente de Balasto**

Tipo de Suelo	Valor por tabla del $k_{30}$	CALCULO POR SPT	
		Valor del N (SPT)	Valor del coeficiente de balasto k
Grava pobremente graduada (GP)	9 - 12	31	5.61

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.7. Esponjamiento

En las excavaciones o cortes, al extraer un suelo o material rocoso se observa que aumenta el volumen, debido a que el suelo o roca estuvieron consolidados en forma natural o artificial (Compactados)".

**Cuadro N° 43: Valor de Esponjamiento**

Calicata	Estratos obtenidos	Profundidad (M)	Esponjamiento (%)
C - 1	E - 1	0.00-0.90	30.64
	E - 2	0.90-5.00	40.53
C - 2	E - 1	0.30-0.70	40.32
	E - 2	0.70-1.00	30.69
	E - 3	1.00-5.00	40.51
C - 3	E - 1	0.30-1.00	28.82
	E - 2	1.00-1.70	29.39
	E - 3	1.70-3.50	28.72
	E - 4	3.50-5.00	40.66

Fuente: Elaboración propia.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	45 de 68

## 5.7 ETAPA DE GABINETE

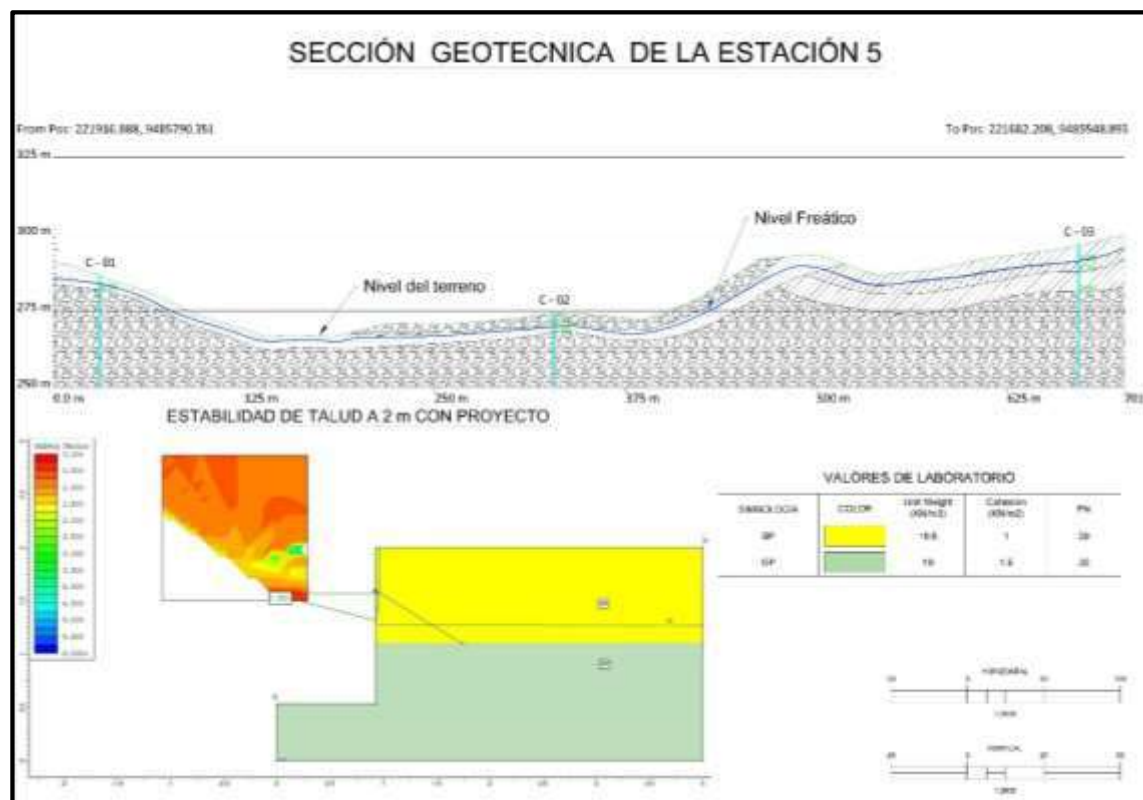
### 5.7.1 Perfil geotécnico

El perfil geotécnico se desarrollo a partir del análisis del muestro tanto en campo como su análisis e interpretación en laboratorio de mecánica de suelos WUR CONSULTING SRL.

Elaborándose una sección geotécnica relacionando las 3 calicatas ejecutadas, obteniendo un perfil del subsuelo, el cual consta de 2 estratos granulares, en la parte inferior, que son arenas pobremente graduadas y gravas pobremente graduadas y un pequeño estrato superficial compuesto por un suelo arcilloso de baja plasticidad.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:		95-1-017
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	46 de 68

Figura N° 10: Perfil Geotécnico



Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	47 de 68

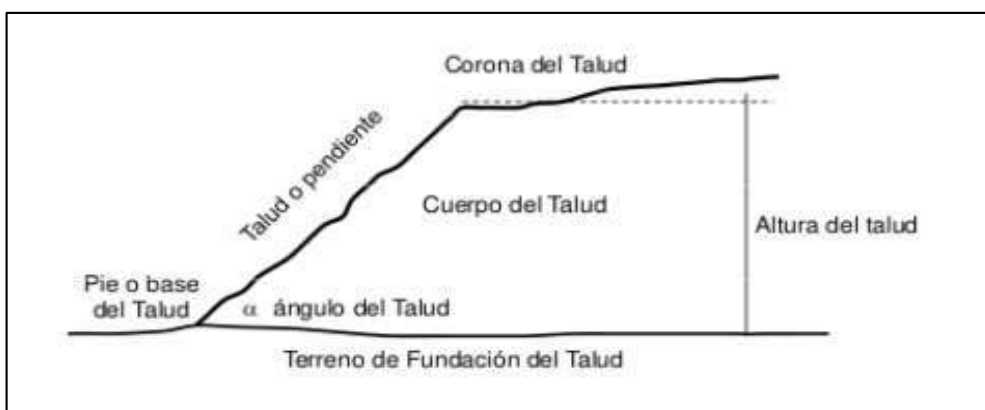
### 5.7.2. Perfiles Estratigráficos

Se realiza a partir de datos de las excavaciones de calicatas sobre el suelo para determinar y demostrar los diferentes materiales que tienden a conformar la columna estratigráfica, mediante los cuales se puede reconstruir la estratigrafía del subsuelo, acorde con la profundidad que demanda el estudio. (VER LOS ANEXOS DE PERFILES ESTRATIGRÁFICOS).

### 5.7.3. Estabilidad de Talud para excavaciones

Ha sido necesario realizar un análisis de estabilidad de taludes para recomendar el ángulo de reposo cuando se realicen las excavaciones en la cimentación de los tanques, para lo cual se ha empleado el Software de la Rockscience denominado Slide 5.00. En el gráfico 3 se describe los elementos de un talud en general.



**Gráfico N° 2: Descripción General de un Talud.**



El análisis se realizó, teniendo en cuenta sus parámetros portantes para las dos capas existentes, para una excavación de profundidad 2.00 m, considerando el nivel freático a una profundidad de 0.73 y teniendo cuenta las condiciones sísmicas para un factor de seguridad de 1.5. En el cuadro N° 44 se presentan las propiedades de cada material.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	48 de 68

**Cuadro N° 44: Valores para el Diseño del Talud.**

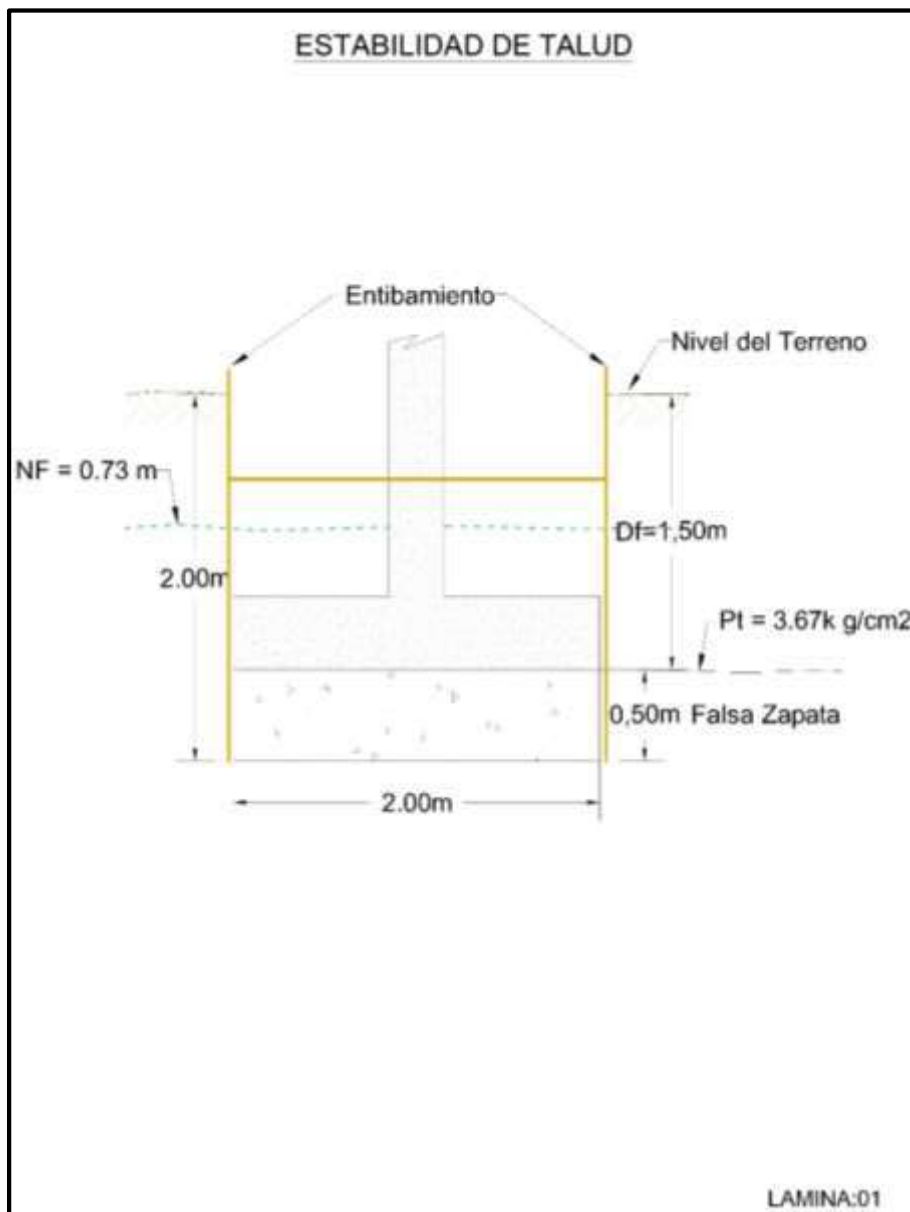
Nombre del material	COLOR	Peso unitario (KN/m <sup>3</sup> )	COHESIÓN (KN/m <sup>2</sup> )	PHI (°)
<b>A 2 m</b>				
Arena pobremente graduada (SP)		18.9	1	29°
Grava pobremente graduada (GP)		19	1.5	32°

Fuente: Elaboración propia.

Para el presente proyecto se realizaron modelos de estabilidad de taludes a una profundidad máxima de 2.00 m, indicando el calculo de estabilidad sin proyecto y con proyecto, donde se considera entibamiento, obteniendo factores de seguridad menores a 1.5, teniendo como referencia la Norma E-050 Suelos y cimentaciones. Para el cálculo de estabilidad de talud debemos observar la figura N° 11, 12 y 13

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	49 de 68

**Figura N° 11: Estabilidad de Talud**

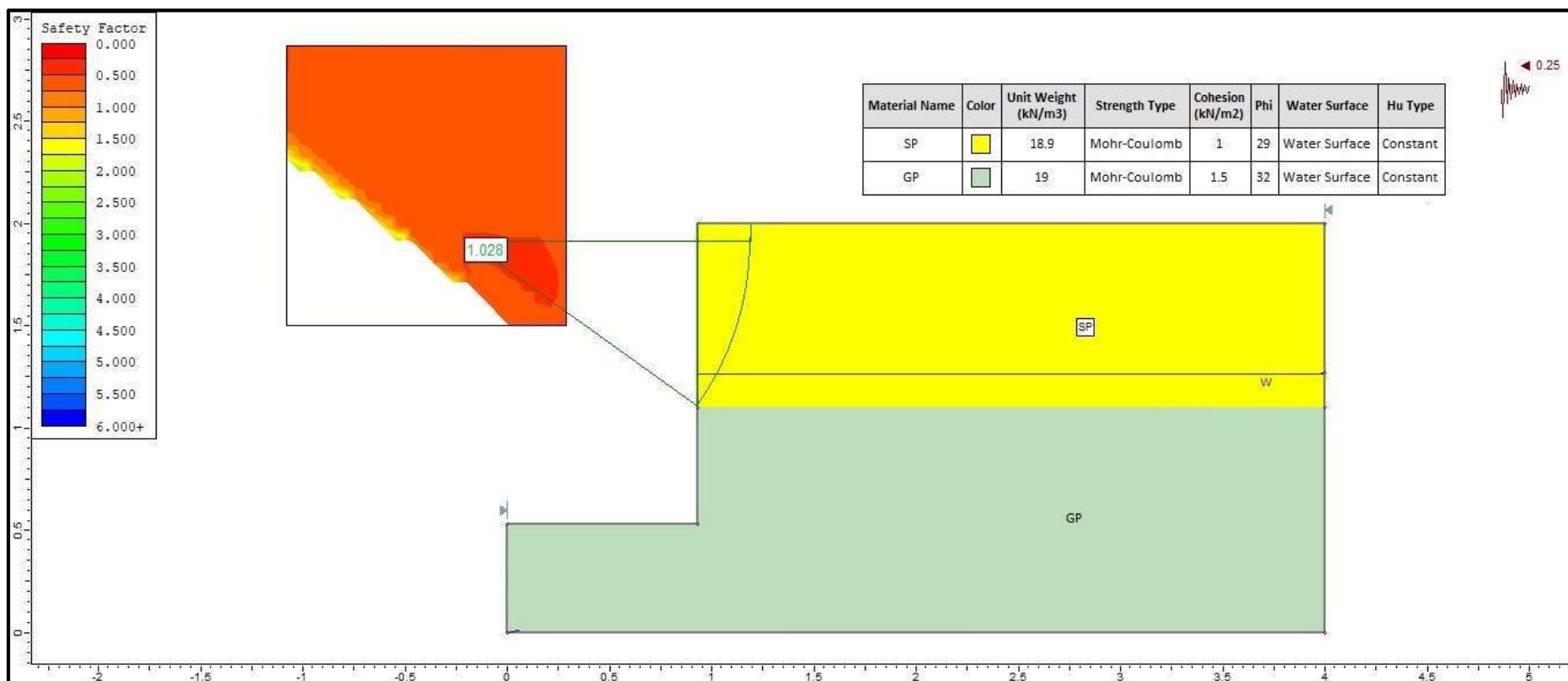


Fuente: Elaboración propia.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	50 de 68

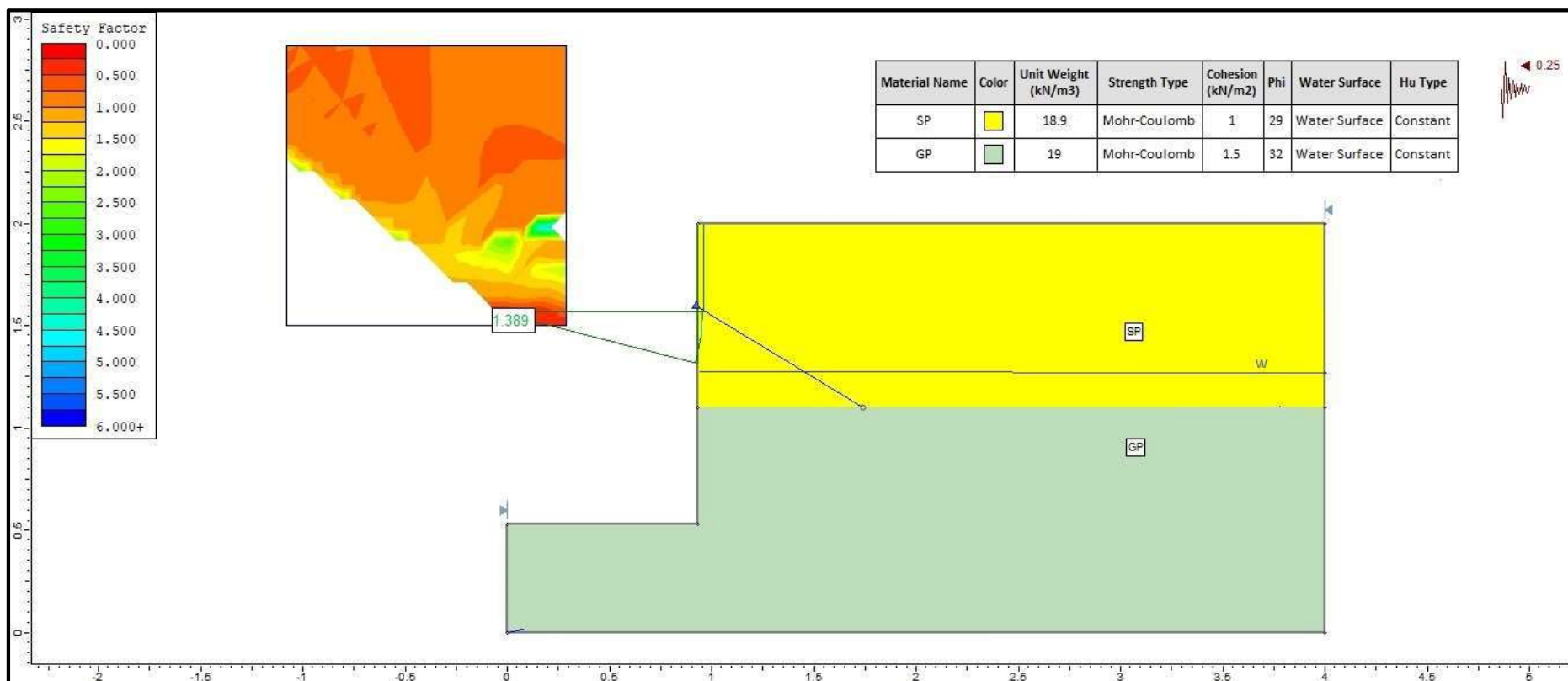
**Figura N° 12: Estabilidad del Talud sin proyecto a profundidad 2 m**



Fuente: Slide 5.00

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	51 de 68

**Figura N° 13: Estabilidad del Talud con proyecto a profundidad 2 m**



Fuente: Slide 5.00.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	52 de 68

#### 5.7.4. Métodos de compactación para rellenos laterales

La compactación para los relleno laterales, será por capas cada 0.30 m de espesor, según Norma E-050 suelos y cimentaciones, así mismos los rellenos tendrán una compactación mayor al 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado NTP 339.141, en todo su espesor, controlando su compactación por capas, con un mínimo de tres controles cada 250 m<sup>2</sup> o fracción y en áreas menores a 25 m<sup>2</sup> se controlara con un ensayo como mínimo. El espesor máximo de las capas del relleno es de 0.30 m.

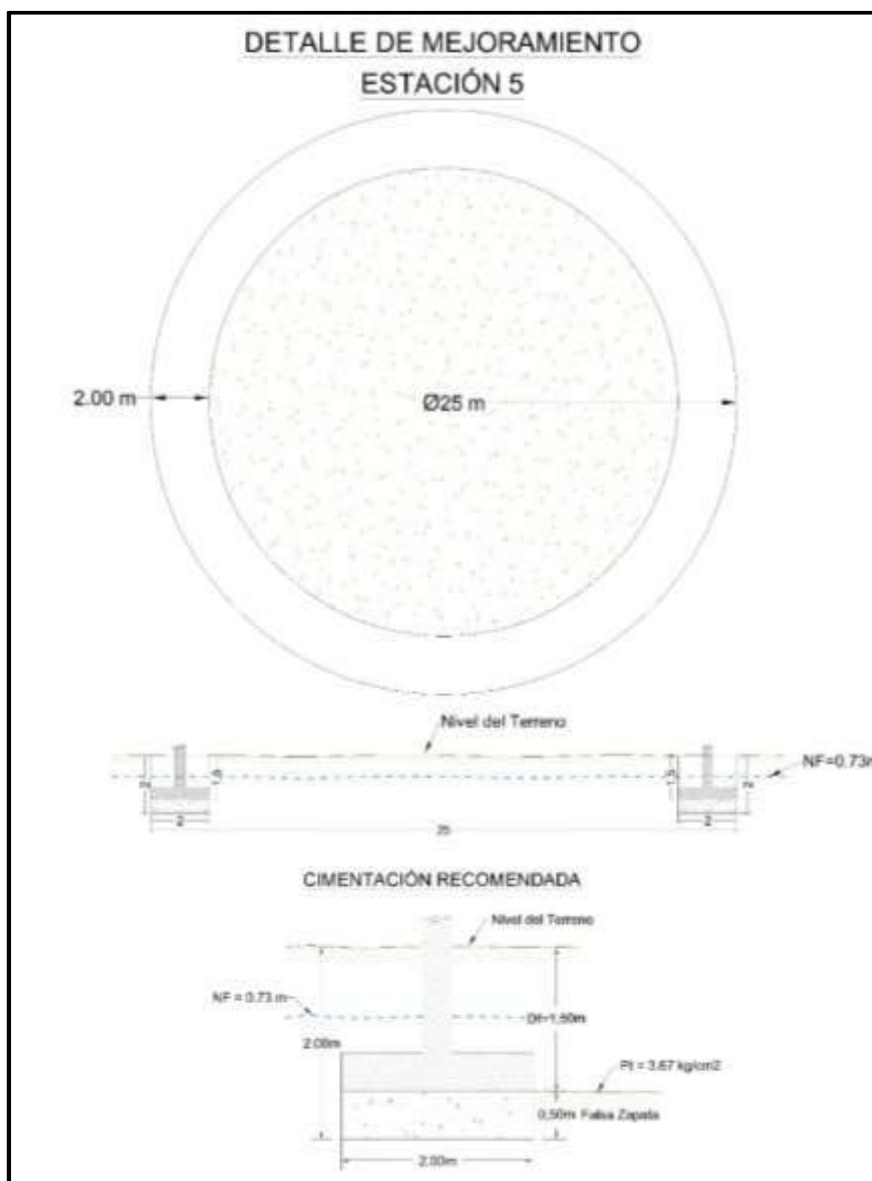
#### 5.7.5. Tipos y profundidades de cimentación recomendadas.

Debido a que la capacidad admisible es de 0.67 Kg/ cm<sup>2</sup> menor a 1 kg/cm<sup>2</sup> y considerando una cimentación optima se recomienda cimentaciones tipo perimetral, con zapata tipo anillo continuo, de un B de 2.00 m a una profundidad de 1.50 m, considerando los valores obtenidos en el calculo de capacidad portante descritos en el ítem 5.4.6 Capacidad Portante y Presión De Trabajo (Pt).

De igual forma se debe mejorar la cimentación colocando una falsa zapata de 0.50 m para una profundidad total de 2.00 m.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	53 de 68

**Figura N° 14: Cimentación y Profundidad para el Proyecto**



Fuente: Elaboración propia

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	54 de 68

## VI. RESISTIVIDAD DEL SUELO

### 6.1. REFERENCIAS UTILIZADAS

En el presente estudio se tomaron como referencia documentos de estudios preliminares tal como Prospección Geoeléctrica en Corriente Continua (**Ernesto Orellana 1972**).

### 6.2. EQUIPO GEOELÉCTRICO UTILIZADO

El equipo de prospección geoeléctrica estuvo constituido por:

- Un equipo marca PASI conformado por dos unidades de lectura digital de fabricación italiana.
- Como parte del equipo se contó con cuatro (04) carretes (bobinas) con cables de baja resistencia eléctrica aptos para soportar tensiones, asimismo electrodos de acero inoxidable (A, B) y de cobre (M, N), (04) combas, dos baterías de 12V un GPS Garmin, una laptop y dos software para procesar los SEV y accesorios varios.

**Cuadro N° 45: Características de instrumentos y equipos utilizados**

CANTIDAD	EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE
1	Equipo incorporado de milivoltímetro y miliamperímetros digitales	PASI	16GL-N	16073N117
2	Fuentes de energía	PASI	P100-2-N (12V-Dc)	168413 168412
1	GPS 12 canales	GARMIN	ETREX22x	65D032331
4	Electrodos (2 de acero y 2 de cobre)	-	-	-
4	Rollo de Cable (2 de color rojo y 2 de color azul)	-	MADE ITALY	-

Fuente: Elaboración propia.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	55 de 68

#### Fotografía N° 4: Equipo geoelectrico



Fuente: Fotografía propia

### 6.3. MÉTODO DE MEDICIÓN EMPLEADO

El método geofísico empleado por el presente estudio es el método de Prospección geoelectrica, mediante sondajes eléctricos verticales, de configuración Schlumberger. La profundidad de exploración para el proyecto ha sido hasta los 40.00 m, realizándose 02 sondajes.

El procesamiento de los datos de campo se realiza mediante el método de analogía y comparación con curvas teóricas establecidas.

A partir de los valores de resistividad reales y de los espesores de cada horizonte geoelectrico se ha hecho una estimación sobre la columna estratigráfica y las posibilidades hidrogeológicas de las diferentes capas del subsuelo.

El Sondaje Eléctrico vertical (SEV), permite conocer a partir de la superficie del terreno, la distribución de las distintas capas geoelectricas en profundidad. Es decir, permite determinar los valores de resistividad de cada capa y su espesor correspondiente.

En el SEV se introduce corriente continua al terreno mediante un par de electrodos, llamados de corriente A y B, y se mide la diferencia de potencial producido por el campo eléctrico así formado, entre otro par de electrodos, llamados electrodos de recepción o de potencial M y N. Se calcula la resistividad aparente ( $\rho_a$ ) en cada medición según:

$$\rho_a = K \left( \frac{\Delta V}{I} \right)$$

Dónde:

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	56 de 68

- $\rho_a$  = Resistividad aparente, ohm-m
- $(\Delta V)$  = Diferencia de potencial entre los electrodos M, N, mV.
- $I$  = Intensidad de corriente introducida en el terreno, ma.
- $K$  = Constante geométrica que depende de la distribución de electrodos.

Existen diferentes dispositivos de electrodos, entre ellos el más usado es el Dispositivo Schlumberger en donde los electrodos de medición o corriente M y N permanecen fijos y solamente se aumenta la distancia entre ellos cuando la señal medida es muy baja. En este dispositivo se cumple que la distancia entre A y B sea mayor o igual a tres veces la distancia entre los electrodos M y N.

Esta operación se hace para una serie de separaciones de los electrodos A y B de corriente con la finalidad de profundizar la investigación. Entre la separación AB y la profundidad alcanzada existe una relación que varía de acuerdo al tipo de material investigado.

Los valores de resistividad aparente y las distancias AB se plotean en coordenadas semilogarítmicas, obteniéndose un gráfico denominada Curva de Resistividades Aparentes  $\rho_a$  que representa en sus diferentes segmentos las diversas capas del subsuelo. Solamente en el caso ideal de que el medio sea homogéneo e isótropo, la curva  $\rho_a$  sería una recta paralela al eje de las abscisas (distancias AB/2).

La curva  $\rho_a$  es la expresión de la estructura del subsuelo y su interpretación consiste en determinar las resistividades verdaderas de las capas correspondientes espesores.

Sin embargo, no hay una interpretación única de una curva  $\rho_a$  presentándose ciertas alternativas igualmente probables de ser las correctas. Además, se presentan otras limitaciones del método, como por ejemplo, que en la naturaleza no se presentan las condiciones ideales para las cuales se ha ideado el método, tales como: capas homogéneas e isótropas, con separaciones planas y paralelas, etc. Ello hace que los resultados obtenidos presenten un margen de error que podría llegar normalmente entre  $\pm 10\%$  y  $\pm 15\%$ .

#### 6.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO

Se realizaron 2 prospecciones geoeléctricas el sábado 11 de enero del 2022 en las instalaciones de Estación 5, en el transcurso de las 14:00 horas.

Durante el desarrollo del ensayo, en el área de estudio se presentó un clima soleado con una temperatura de  $32^\circ$ .

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	57 de 68

## 6.5. METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología o procedimiento empleado comprendió de 02 etapas bien diferenciadas: la primera etapa comprende la investigación geoelectrica en campo y la segunda etapa del estudio consiste en trabajo en gabinete.

### 6.5.1. Investigación Geoelectrica

Durante la investigación en campo se realizo la Prospección Geoelectrica, el mismo que induce corriente hacia el subsuelo y para la interpretación se utiliza la configuración Schlumberger. La profundidad de exploración fue hasta los 40.00 m

Se efectuaron 02 sondajes cuyas coordenadas UTM se muestran en el cuadro N° 46, su instalación se aprecia en la Fotografía N° 5. El procesamiento de los datos de campo se realiza mediante el método de analogía y comparación con curvas teóricas establecidas de igual manera se procesa con el Software especializado. A partir de los valores de resistividad reales y de los espesores de cada Sección o Corte Geoelectrico se ha hecho una estimación sobre la columna estratigráfica de las diferentes capas del subsuelo.

**Cuadro N° 46: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) - Coordenadas UTM (WGS 84).**

SEV	Este	Norte	Cota
SEV 01	221937	9485725	285
SEV 02	222026	9485440	274

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	58 de 68

**Figura N° 15: Plano de Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV)**



Fuente: Elaboración Propia

**Fotografía N° 5: Ejecución de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV)**



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	59 de 68

### 6.5.2. Etapa de Gabinete

La etapa de gabinete consistió en el análisis e interpretación de las curvas obtenidas de las mediciones geoelectricas realizadas en campo, de donde se obtuvo un modelo, de la estratigrafía del lugar representada por una variedad de materiales según los resultados encontrados, la misma que nos permite conocer la la resistividad y grosor de cada estrato encontrado.

Las curvas obtenidas de las mediciones geoelectricas se encuentra en el anexo correspondiente, las cuales fueron interpretadas utilizando el cuadro N° 47

**Cuadro N° 47: valores típicos de resistividades de algunos medios y rocas.**

Tipos de Agua y Roca	Resistividad, Ohm-m
Agua de mar	0,2
Agua de acuíferos aluviales	10 - 30
Agua de manantiales	50 - 100
Arenas y gravas secas	1 000 - 10 000
Arenas y gravas con agua dulce	50 - 500
Arenas y gravas con agua salada	0,5 - 5
Arcillas	2 - 20
Margas	20 - 100
Calizas	300 - 10 000
Areniscas arcillosas	50 - 300
Areniscas cuarcíticas	300 - 10 000
Cineritas, tobas volcánicas	20 - 100
Lavas	300 - 10 000
Esquistos grafitosos.	0,5 - 5
Esquistos arcillosos o alterados.	100 - 300
Esquistos sanos	300 - 3 000
Gneis, granito alterados	100 - 1 000
Gneis, granito sano	1 000 - 10 000



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		60 de 68

## 6.6. RESULTADOS OBTENIDOS DE RESISTIVIDAD

### 6.6.1. Valoración cuantitativa

En base al procesamiento y la interpretación de las curvas de resistividades aparentes se han establecido los siguientes parámetros para cada uno de los sondajes:

- Número de capas Geoeléctricas.
- Resistividad real por capa Geoeléctrica, en ohm-m.
- Espesor de cada capa, en m.

En el cuadro N° 48 se muestran los resultados de la interpretación de las curvas de resistividades aparentes obtenidos en los 02 puntos investigados. Se han determinado las resistividades reales y el espesor aproximado de cada una de las capas del subsuelo y en base a estos dos parámetros se ha definido la naturaleza de los diferentes materiales geológicas y cualitativamente su permeabilidad, su resistencia transversal y la salinidad del agua subterránea.

**Cuadro N° 48: Resultados de la interpretación de sondajes eléctricos verticales (SEVs)**

N° SEV	PARÁMETROS	CAPAS GEOELÉCTRICAS		
		1	2	3
1	$\rho$ (Ohm-m)	103.39	300.58	924.25
	H (m)	5.0	5.0	30
	D (m)	5.0	10.0	40
2	$\rho$ (Ohm-m)	70.93	241.71	508.90
	H (m)	3.0	27.0	10.0
	D (m)	5.0	30.0	40.0
	$\rho$ = Resistividad en ohm-m. H = Espesor de la capa, en m. D = Profundidad de la Capa, en m.			

Fuente: Elaboración Propia

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	61 de 68

### 6.6.2. Valoración cualitativa

Mediante el análisis de los resultados mostrados en los cuadros N° 49 y N° 50 y de las secciones geoeléctricas, podemos conocer las características de los estratos y la resistividad que presenta cada estrato.

**Cuadro N° 49: Descripción general de la capa Geoeléctrica (SEV-1).**

CAPA N°	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	P Ohm-m	H m	D m
		PROMEDIO		
1	Primera Capa geoeléctrica superior constituida por Gravas, arena y limos con presencia de agua. Su resistividad varía de 82.64 hasta 124.14 ohm-m y su espesor SEV es de 5.00 m.	103.39	5.00	5.00
2	Segunda Capa geoeléctrica conformada por material de grava y arena con presencia de agua (arenisca conglomerádica). Su resistividad varía de 246.86 hasta 354.29 ohm-m y su espesor en el SEV es de 5.00 m.	300.58	5.00	10.00
3	Tercera Capa geoeléctrica constituida por material de arenisca conglomerádica de grano medio a grueso. Su resistividad varía de 773.76 hasta 1,131.46 ohm-m y su espesor en el SEV es de 20.0 m.	924.25	30	40.00

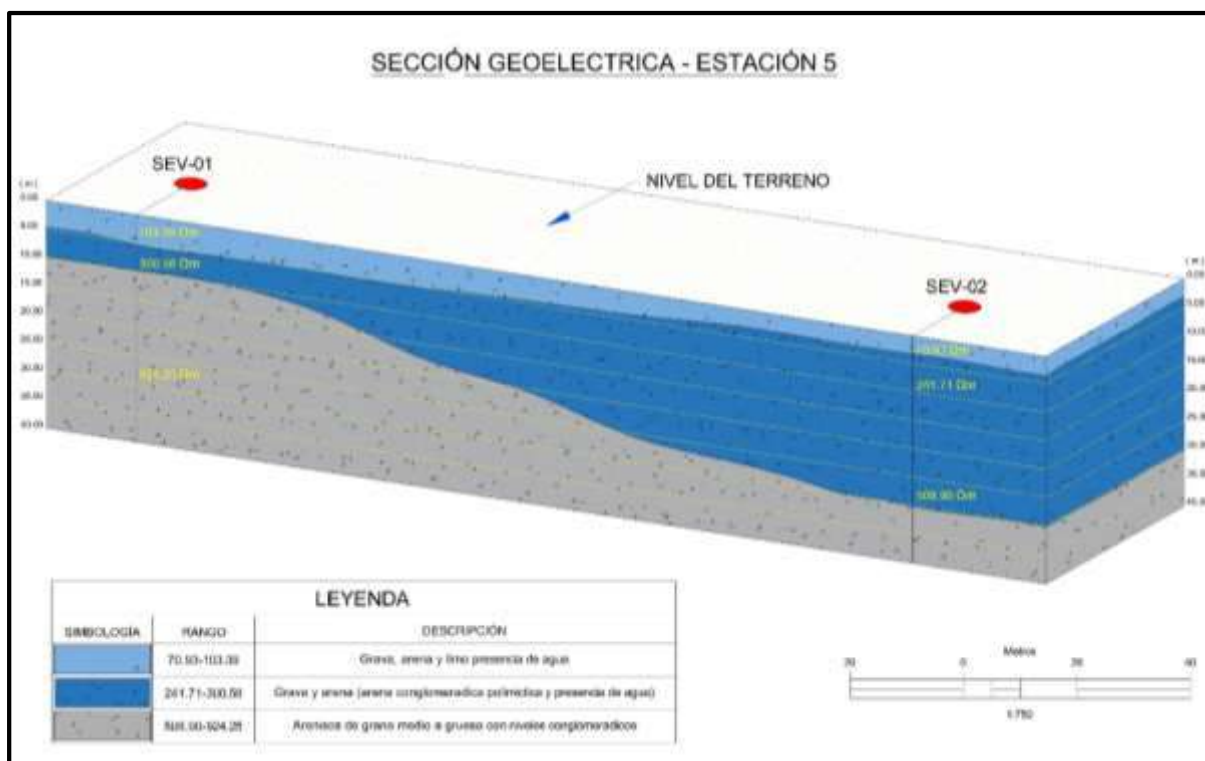
Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	62 de 68

**Cuadro N° 50: Descripción general de la capa Geoeléctrica (SEV-2).**

CAPA N°	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	P Ohm-	H m	D m
		PROMEDIO		
1	Primera Capa geoeléctrica superior constituida por  Gravas, arena y limos, con presencia de agua. Su resistividad es de 70.93 ohm-m y su espesor SEV es de 3.00 m.	70.93	3.00	3.00
2	Segunda Capa geoeléctrica conformada por material de gravas y arena (arenisca conglomerádica meteorizada) con presencia de agua. Su resistividad varía de 135.78 hasta 467.67 ohm-m y su en el SEV es de 27.00 m.	241.71	27.00	30.00
3	Tercera Capa geoeléctrica constituida por material de arenisca de grano medio a grueso con niveles conglomerádicos. Su resistividad es de 508.90 ohm-m y su espesor en el SEV es de 10 m.	508.90	10	30.00

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	63 de 68

## 6.7. SECCIÓN GEOELÉCTRICA



Fuente: Elaboración Propia

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	64 de 68

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### - GEOTECNIA

- Desde el punto de vista de geología regional esta constituido por unidades litoestratigráficas comprendidas por edades que van del Neógeno (Cenozoico) hasta el Cuaternario Reciente.
- Respecto a la geología local, las principales unidades estratigráficas en el área de estudio son: Formación Saramiriza del Neógeno, cubierta por depósitos aluviales conformada por conglomerados polimícticos poco consolidados, con clastos de tamaño heterogéneo, subredondeados con un matriz limo arcilloso, intercalado con niveles arenosos.
- Se han realizado 3 calicatas a 5 m de profundidad asistidos con DPL.
- Los suelos encontrados fueron: en la calicata 1 se encontraron 2 estratos el primero de 0.00 a 0.90 conformado por una arena pobremente graduada (SP) y el segundo de 0.90 a 5.00 constituido por una grava pobremente graduada (GP), en la calicata 2 existen 3 estratos el primero a una profundidad de 0.70 m correspondiente a una grava pobremente graduada (GP), el segundo de 0.70 a 1.00 m de profundidad conformada por una arena pobremente graduada (SP) y el tercer estrato por una grava pobremente graduada (GP) y la calicata 3 presenta 4 estratos, el primero siendo una arcilla limosa (CL) de 1.00 m de espesor, el segundo es una arena arcillosa (SC) de 1.00 a 1.70 Prof., el tercer estrato es una arcilla limosa de Prof. 1.70 a 3.50 y el cuarto estrato es una grava pobremente graduada (GP) hasta los 5.00 m de profundidad.
- La capacidad admisible calculada para una cimentación perimetral tipo anillo continuo con mejoramiento, de un B de 2.00 m a una profundidad de 1.50 m (Recomendada), es el siguiente:

Df (m)	B (m)	Qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pt (Kg/cm <sup>2</sup> )
1.50	2.00	11.03	3.67
1.80	2.00	11.44	3.81
2.00	2.00	11.72	3.91

- El asentamiento del terreno de fundación encontrado es de 1.76 cm, siendo menor al valor permisible = 2.54 cm.
- El modulo de Poisson ( $\mu$ ) para los suelos granulares encontrados en el área de estudio es de un orden de  $\mu = 0.30$ .



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		65 de 68

- El Modulo de Balasto, obtenido mediante tablas y con la técnica del DPL correlacionado con SPT se obtuvo el siguiente:

Tipo de Suelo	Valor por tabla del $k_{30}$	CALCULO POR SPT	
		Valor del N (SPT)	Valor del coeficiente de balasto k
Grava pobremente graduada (GP)	9 - 12	31	5.61

- El fenómeno de licuación en este tipo de suelos investigados será BAJO, porque presenta suelos gravosos arenosos con intercalaciones de arcilla y presencia de nivel freático, apoyadas sobre conglomerados, así mismo el área de estudio se encuentra en ZONA 2.
- Con fines de actividades de excavación se plantea los siguientes esponjamientos de los suelos: para un GP = 40.53%, SP = 30.64 CL = 28.72%
- El grado de hinchamiento de arcillas y su limite de contracción de suelos es el siguiente:

Calicata	Profundidad	Hinchamiento (%)	Contracción (%)
C-3 / M 1	0.30 – 1.00	9.87	16.60
C-3 / M 3	1.70 – 3.50	12.10	14.09

- La agresividad del subsuelo es INAPRECIABLE, SEGÚN LA NORMA E 60 – CONCRETO, sin embargo por medidas de seguridad y dada la presencia del nivel freático se recomienda cemento tipo MS, donde para la cimentación será  $f'c = 315 \text{ Kg/cm}^2$  y para drenaje será de  $210 \text{ Kg/cm}^2$
- La estabilidad de taludes para la excavación en la cimentación de los tanques es con entibamiento metálico para 2 m. En el cálculo de estabilidad de taludes se presentan valores del factor de seguridad menores al 1.5 establecido por la Norma E-050- Suelos y Cimentaciones.
- El peligro mas recurrente en la zona, observado en la visita a campo es el de derrumbes, causado por la presencia de suelos pocos cohesivos y pendientes moderadas, por lo que se recomienda a elaboración de estructuras de mitigación como banquetas.
- Se recomienda contar con una motobomba de 4" caudal de 20 litros /seg a fin de deprimir la napa freática y profundizar hasta la cota de cimentación (a 2 m).
- El área de estudio se encuentra lejos de una estructura geológica denominada falla normal mapeada por el INGEMMET. A una distancia 561.37 m de la Estación 5.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETROLÉOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002
		Página:
		66 de 68

- El factor sísmico es importante por encontrarnos en una zona sísmicamente activa los diseños son sismo resistente con los siguientes valores.

Factores	Valores
Parámetros de zona	Zona 2
Factor de zona	$Z(g)=0.25$
Suelo tipo	S-2
Amplificación del suelo	$S=1.20$
Periodo predominante de vibración	$T_p= 0.6 \text{ seg}$

Fuente: Norma E – 030 Diseño Sismo resistente.

- Se acompañan los cuadros, laminas, planos relación de figuras, panel fotográfico que indican el procedimiento realizado para que pueda ser analizado por los revisores.

#### - RESISTIVIDAD DE SUELOS

- La investigación geoelectrica se realizo empleando el método de Prospección geoelectrica mediante dos sondajes eléctricos verticales (SEV) de configuración Schlumberger, habiendo obtenido los siguientes resultados:

N° SEV	PARÁMETROS	CAPAS GEOELÉCTRICAS		
		1	2	3
1	$\rho$ (Ohm-m)	103.39	300.58	924.25
	H (m)	5.0	5.0	30
	D (m)	5.0	10.0	40
2	$\rho$ (Ohm-m)	70.93	241.71	508.90
	H (m)	3.0	27.0	10.0
	D (m)	5.0	30.0	40.0
	$\rho$ = Resistividad en ohm-m. H = Espesor de la capa, en m. D = Profundidad de la Capa, en m.			

- Los resultados de la investigación geoelectrica nos indica que el subsuelo presenta 3 estratos, el primero conformado por gravas, arenas, limos y arcillas con una resistividad de rango de 70.93 – 103.39 Ohm-m, el segundo constituido por grava y arenas con presencia de agua (arenisca conglomerádica) de resistividad de rango 241.71 – 300.58 Ohm-m y el tercer estrato constituido por arenisca conglomerádica de grano medio a grueso de rango 508.90 – 924.25 Ohm-m.

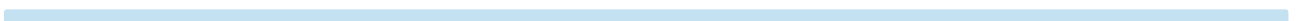
Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperú 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 5	A	P50-95-1-017-E5-INF-EE-002	67 de 68

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- A. Mendez & V.M. Pineda. 2011. Comportamiento de cimentaciones en suelos expansivos. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería.
- Geología General -Hugo Rivera Mantilla.
- L.C. Concha.2003. Arcillas Expansivas: Comportamiento, identificación y su correlación mediante ensayos de fácil ejecución. Thesis.Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- L. González de Vallejo, M. Ferrer, L. Ortuño y C. Oteo (2002). Ingeniería geológica. Prentice Hall. Madrid, 102 pag.
- Norma E 050 de Suelos y Cimentaciones.
- Norma E 030 Diseño Sismorresistente.
- Texto: Propiedades Geofísicas de los suelos, por Joseph Bowles
- V.E. Meza. 2005. Influencia de la succión matricial en el comportamiento deformacional de dos suelos expansivos. MS Thesis. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Boletín N° 124 Serie A Carta Geológica Nacional – Geología de los Cuadrángulos de Rio Santiago, Huijin, Rio Huasaga, Ayambis, Bagazan y Limoncocha – Lima, Perú 1998.
- Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N° 68: Peligro Geológico en la Región Loreto – Lima, Perú 2019-
- Prospección Geoeléctrica en Corriente Continua (Ernesto Orellana 1972).
- Prospección geoeléctrica con fines de captación de agua subterránea sector el sifón la segunda Mallares, del Distrito de Marcavelica, Provincia de Sullana y departamento de Piura. – AÑO 2020

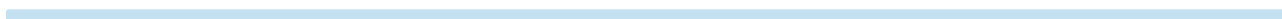
## **VIII. ANEXOS**

# **ANEXOS**

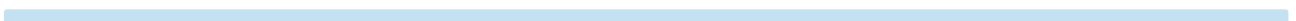




# **ENSAYOS DE LABORATORIO**



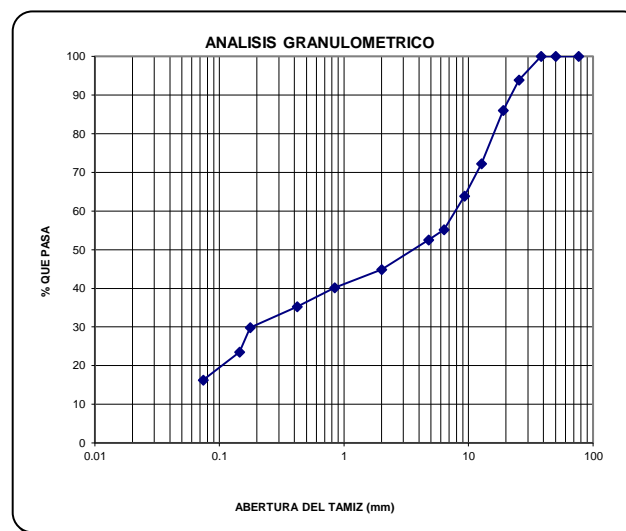
# **1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
(NTP 339.128)

PROYECTO	:	*SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO*
SOLICITA	:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA	:	C-1/ M-1 ( 0.00 - 0.90 m).
UBICACIÓN	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
FECHA	:	PIURA, ENERO DE 2022.
MATERIAL ZARANDEADO POR TAMIZ 21/2"		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	441.00	11.0	11.0	89.0
1 1/2"	38.10	340.00	8.5	19.5	80.5
1"	25.40	142.00	3.6	23.1	76.9
3/4"	19.00	36.00	0.9	24.0	76.0
1/2"	12.70	6.00	0.2	24.1	75.9
3/8"	9.30	19.00	0.5	24.6	75.4
1/4"	6.35	59.00	1.5	26.1	73.9
Nº 4	4.76	8.00	0.2	26.3	73.7
Nº 10	2.00	6.00	1.8	28.0	72.0
Nº 20	0.840	5.00	1.5	29.5	70.5
Nº 30	0.600	10.00	2.9	32.5	67.5
Nº 40	0.420	23.00	6.8	39.3	60.7
Nº 50	0.177	37.00	10.9	50.2	49.8
Nº 100	0.145	97.00	28.6	78.8	21.2
Nº 200	0.074	29.00	8.6	87.3	12.7
TOTAL FINOS		207.00			
PERDIDA		43.0	12.7	100.0	0.0
PESO FINOS		250.00			

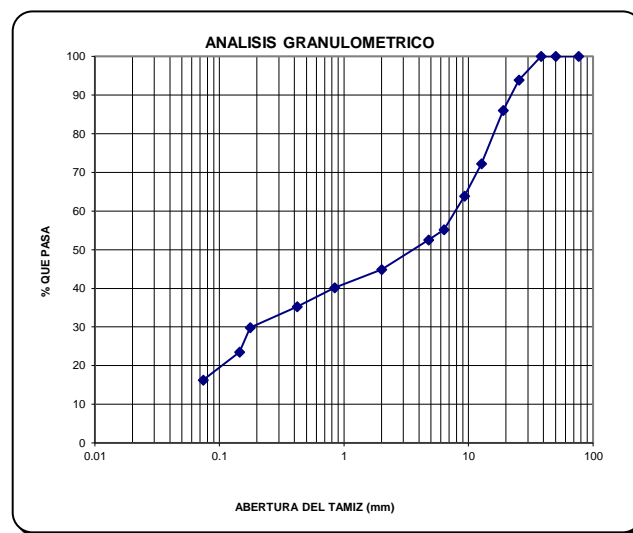


PESO TOTAL	4000	CLASIFICACION	DESCRIPCION
LL	NP	AASTHO A - 3	ARENA MAL GRADUADA, DE TONALIDAD GRIS CLARO, BOLONERIA DE 4", GRAVAS DE ARENISCAS SUB-REDONDEADAS , SIN CARBONATOS, SIN MATERIA ORGANICA , Y CON HUMEDAD NATURAL DE 8.16%.
LP	NP	SUCS SP	
IP	NP		
GRAVAS		26.3	
ARENAS		61.0	
LIMOS-ARCILLAS		12.7	

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
(NTP 339.128)

PROYECTO	:	*SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO*
SOLICITA	:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA	:	C-1/ M-2 ( 0.90 - 5.00 m).
UBICACIÓN	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
FECHA	:	PIURA, ENERO DE 2022.
MATERIAL ZARANDEADO POR TAMIZ 21/2"		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	363.00	11.7	11.7	88.3
1 1/2"	38.10	892.00	28.7	40.4	59.6
1"	25.40	295.00	9.5	49.8	50.2
3/4"	19.00	34.00	1.1	50.9	49.1
1/2"	12.70	64.00	2.1	53.0	47.0
3/8"	9.30	8.00	0.3	53.2	46.8
1/4"	6.35	21.00	0.7	53.9	46.1
Nº 4	4.76	3.00	0.1	54.0	46.0
Nº 10	2.00	7.00	1.3	55.3	44.7
Nº 20	0.840	41.00	7.5	62.8	37.2
Nº 30	0.600	21.00	3.9	66.7	33.3
Nº 40	0.420	14.00	2.6	69.3	30.7
Nº 50	0.177	27.00	5.0	74.3	25.7
Nº 100	0.145	98.00	18.0	92.3	7.7
Nº 200	0.074	12.00	2.2	94.5	5.5
TOTAL FINOS		220.00			
PERDIDA		30.0	5.5	100.0	0.0
PESO FINOS		250.00			

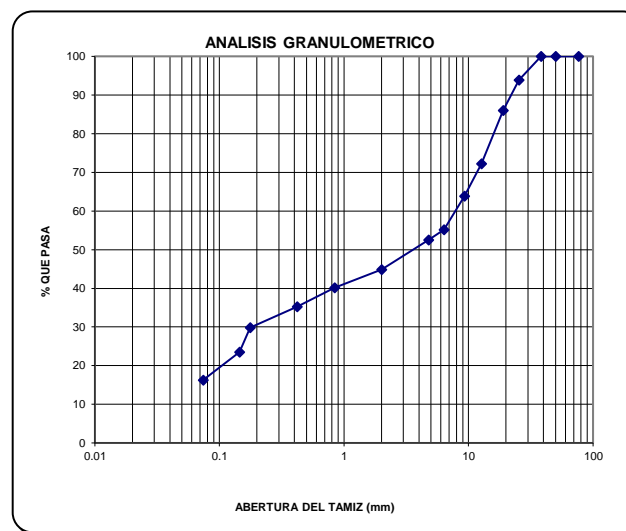


PESO TOTAL	3110	CLASIFICACION	DESCRIPCION
LL	NP	AASTHO A - 1	GRAVA MAL GRADUADA, DE MATERIAL COMPACTO, DE TONALIDAD GRIS CLARO, GRAVAS ANGULOSAS SIN CARBONATOS, NI MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 26.40 %.
LP	NP	SUCS GP	
IP	NP		
GRAVAS		54.0	
ARENAS		40.5	
LIMOS-ARCILLAS		5.5	

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
(NTP 339.128)

PROYECTO	:	*SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO*
SOLICITA	:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA	:	C-2/ M-1 ( 0.30 - 0.70 m).
UBICACIÓN	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
FECHA	:	PIURA, ENERO DE 2022.
MATERIAL ZARANDEADO POR TAMIZ 21/2"		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	839.00	28.0	28.0	72.0
1 1/2"	38.10	325.00	10.8	38.8	61.2
1"	25.40	213.00	7.1	45.9	54.1
3/4"	19.00	185.00	6.2	52.1	47.9
1/2"	12.70	191.00	6.4	58.4	41.6
3/8"	9.30	38.00	1.3	59.7	40.3
1/4"	6.35	63.00	2.1	61.8	38.2
Nº 4	4.76	9.00	0.3	62.1	37.9
Nº 10	2.00	10.00	1.5	63.6	36.4
Nº 20	0.840	6.00	0.9	64.5	35.5
Nº 30	0.600	14.00	2.1	66.6	33.4
Nº 40	0.420	25.00	3.8	70.4	29.6
Nº 50	0.177	30.00	4.5	75.0	25.0
Nº 100	0.145	66.00	10.0	85.0	15.0
Nº 200	0.074	13.00	2.0	87.0	13.0
TOTAL FINOS		164.00			
PERDIDA		86.0	13.0	100.0	0.0
PESO FINOS		250.00			



PESO TOTAL	3000	CLASIFICACION	DESCRIPCION
LL	NP	AASTHO A - 1	GRAVA MAL GRADUADA , DE TONALIDAD GRIS CLARO, BOLONERIA, GRAVAS DE ARENSICAS DE SUB-ANGULOSAS A SUB-REDONDEADAS, SIN CARBONATOS, SIN MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 19.46%.
LP	NP	SUCS GP	
IP	NP		
GRAVAS		62.1	
ARENAS		24.9	
LIMOS-ARCILLAS		13.0	



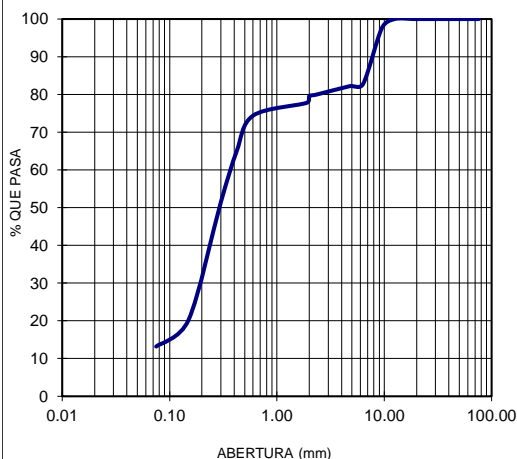
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA:	C-2/ M-2 ( 0.70 - 1.00 m).
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

PESO SECO INICIAL	500.00
PESO SECO LAVADO	437.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	63.00

TAMIZ		C-2/ M-2 ( 0.70 - 1.00 m).			
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	12.00	2.40	2.40	97.60
1/4"	6.350	74.00	14.80	17.20	82.80
Nº4	4.750	3.00	0.60	17.80	82.20
Nº8	2.360	11.00	2.20	20.00	80.00
Nº10	2.000	2.00	0.40	20.40	79.60
Nº20	1.900	9.00	1.80	22.20	77.80
Nº30	0.600	17.00	3.40	25.60	74.40
Nº40	0.420	48.00	9.60	35.20	64.80
Nº50	0.300	67.00	13.40	48.60	51.40
Nº100	0.150	156.00	31.20	79.80	20.20
Nº200	0.075	35.00	7.00	86.80	13.20
PLATO		66.00	13.20	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

**CURVA GRANULOMETRICA**



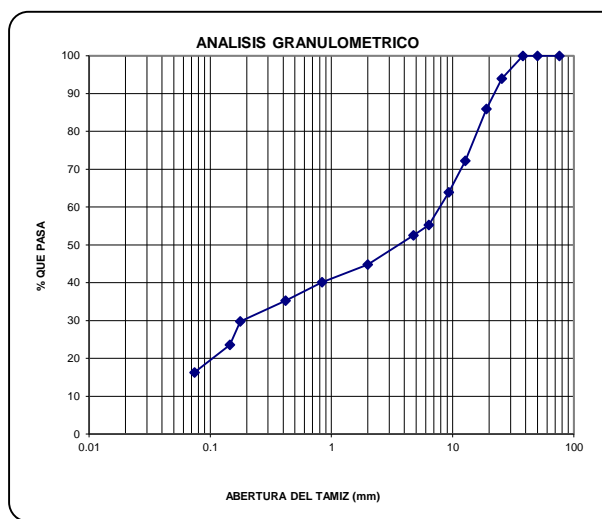
MUESTRA	C - 2/M-2
GRAVAS	17.80
ARENAS	69.00
LIMOS - ARCILLAS	13.20
LIMITE LÍQUIDO	NP
LIMITE PLÁSTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP
PESO ESPECÍFICO	2.45
CLASIFICACIÓN SUCS	SP
CLASIFICACION AASHTO	A-3
OBSERVACIONES	
ARENA MAL GRADUADA , DE TONALIDAD BEIGE CLARO, SIN CARBONATOS, SIN MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 24.89 %.	
NORMATIVA	
NTP 339.134 (ASTM D 422) - MTC E 107 ( ANALISIS GRANULOMÉTRICO) - MTC E 106 ( PESO DE MUESTRA)	

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO  
(NTP 339.128)**

PROYECTO	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA	:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA	:	C-2/ M-3 ( 1.00 - 5.00 m).
UBICACIÓN	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
FECHA	:	PIURA, ENERO DE 2022.

MATERIAL ZARANDEADO POR TAMIZ 21/2"

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	379.00	12.2	12.2	87.8
1 1/2"	38.10	882.00	28.4	40.5	59.5
1"	25.40	285.00	9.2	49.7	50.3
3/4"	19.00	29.00	0.9	50.6	49.4
1/2"	12.70	50.00	1.6	52.3	47.7
3/8"	9.30	7.00	0.2	52.5	47.5
1/4"	6.35	18.00	0.6	53.1	46.9
Nº 4	4.75	2.00	0.1	53.1	46.9
Nº 10	2.00	8.00	1.5	54.6	45.4
Nº 20	0.840	36.00	6.8	61.4	38.6
Nº 30	0.600	18.00	3.4	64.7	35.3
Nº 40	0.420	17.00	3.2	67.9	32.1
Nº 50	0.177	29.00	5.4	73.4	26.6
Nº 100	0.145	79.00	14.8	88.2	11.8
Nº 200	0.074	14.00	2.6	90.8	9.2
TOTAL FINOS		201.00			
PERDIDA		49.0	9.2	100.0	0.0
PESO FINOS		250.00			

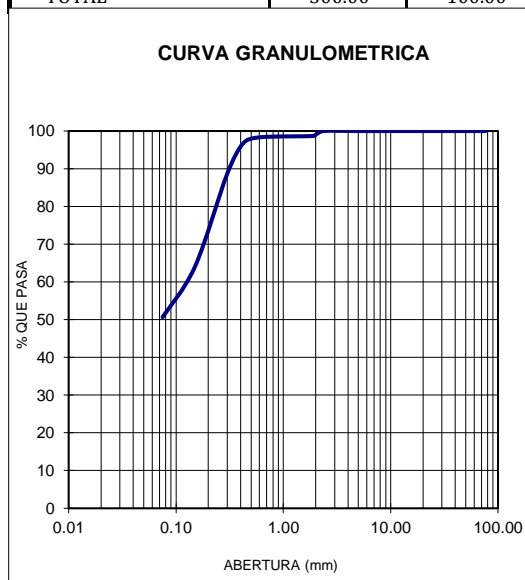


PESO TOTAL	3110	CLASIFICACION	DESCRIPCION
LL	NP	AASTHO	A - 1
LP	NP	SUCS	GP
IP	NP		
GRAVAS		53.1	GRAVA MAL GRADUADA , DE TONALIDAD BLANQUESINO, BOLONERIA DE 5", MATERIAL COMPACTO, GRAVAS DE ARENSICAS DE SUB-ANGULOSAS A SUB-REDONDEADO, SIN CARBONATOS, NI MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 25.90 %.
ARENAS		37.7	
LIMOS-ARCILLAS		9.2	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA:	C-3/ M-1 ( 0.00 - 1.00 m).
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO		
PESO SECO INICIAL	300.00	
PESO SECO LAVADO	150.00	
PESO PERDIDO POR LAVADO	150.00	

TAMIZ	C-3/ M-1 ( 0.00 - 1.00 m).				
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.000	3.00	1.00	1.00	99.00
Nº20	1.900	1.00	0.33	1.33	98.67
Nº30	0.600	1.00	0.33	1.67	98.33
Nº40	0.420	5.00	1.67	3.33	96.67
Nº50	0.300	24.00	8.00	11.33	88.67
Nº100	0.150	74.00	24.67	36.00	64.00
Nº200	0.075	40.00	13.33	49.33	50.67
PLATO		152.00	50.67	100.00	0.00
TOTAL		300.00	100.00		



MUESTRA	C - 3/M-1
GRAVAS	0.00
ARENAS	49.33
LIMOS - ARCILLAS	50.67
LIMITE LÍQUIDO	28.75%
LIMITE PLÁSTICO	19.25%
INDICE DE PLASTICIDAD	9.50%
PESO ESPECÍFICO	2.70
CLASIFICACIÓN SUCS	CL
CLASIFICACION AASHTO	A-7
OBSERVACIONES	
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD, DE TONALIDAD MARRON OSCURO , SIN CARBONATOS, MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 20.25%.	
NORMATIVA	
NTP 339.134 (ASTM D 422) - MTC E 107 ( ANALISIS GRANULOMÉTRICO) - MTC E 106 ( PESO DE MUESTRA)	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA:	C-3/ M-2 ( 1.00 - 1.70 m).
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO	
PESO SECO INICIAL	300.00
PESO SECO LAVADO	153.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	147.00

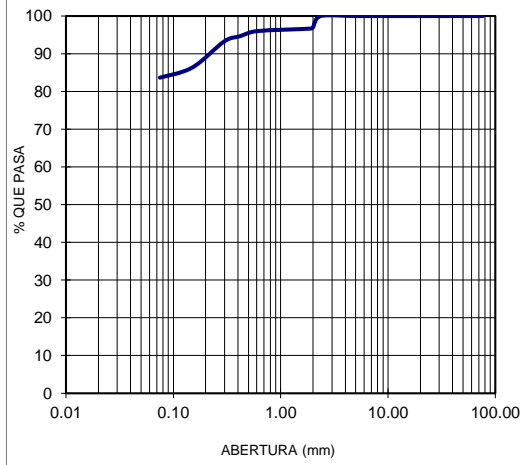
TAMIZ		C-3/ M-2 ( 1.00 - 1.70 m).			
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº8	2.360	4.00	1.33	1.33	98.67
Nº10	2.000	1.00	0.33	1.67	98.33
Nº20	1.900	3.00	1.00	2.67	97.33
Nº30	0.600	7.00	2.33	5.00	95.00
Nº40	0.420	12.00	4.00	9.00	91.00
Nº50	0.300	20.00	6.67	15.67	84.33
Nº100	0.150	69.00	23.00	38.67	61.33
Nº200	0.075	36.00	12.00	50.67	49.33
PLATO		148.00	49.33	100.00	0.00
TOTAL		300.00	100.00		

CURVA GRANULOMETRICA		MUESTRA	C - 3/M-2
		GRAVAS	0.00
		ARENAS	50.67
		LIMOS - ARCILLAS	49.33
		LIMITE LÍQUIDO	29.65%
		LIMITE PLÁSTICO	19.55%
		INDICE DE PLASTICIDAD	10.10%
		PESO ESPECÍFICO	2.58
		CLASIFICACIÓN SUCS	SC
		CLASIFICACION AASHTO	A-6
		OBSERVACIONES	
		ARENA ARCILLOSA, DE TONALIDAD MARRON OSCURO , SIN CARBONATOS, NI MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 32.49%.	
		NORMATIVA	
		NTP 339.134 (ASTM D 422) - MTC E 107 ( ANALISIS GRANULOMÉTRICO) - MTC E 106 ( PESO DE MUESTRA)	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA:	C-3/ M-3 ( 1.70 - 3.50 m).
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO	
PESO SECO INICIAL	300.00
PESO SECO LAVADO	50.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	250.00

TAMIZ		C-3/ M-3 ( 1.70 - 3.50 m).			
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.000	9.00	3.00	3.00	97.00
Nº20	1.900	1.00	0.33	3.33	96.67
Nº30	0.600	2.00	0.67	4.00	96.00
Nº40	0.420	4.00	1.33	5.33	94.67
Nº50	0.300	4.00	1.33	6.67	93.33
Nº100	0.150	21.00	7.00	13.67	86.33
Nº200	0.075	8.00	2.67	16.33	83.67
PLATO		251.00	83.67	100.00	0.00
TOTAL		300.00	100.00		

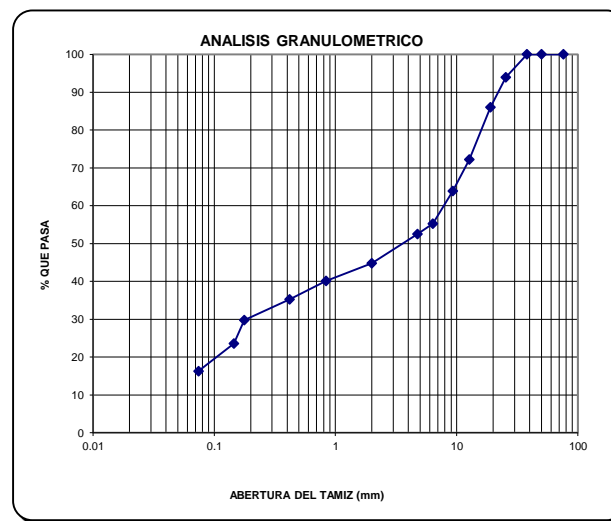
CURVA GRANULOMETRICA		MUESTRA	C - 3/M-3
		GRAVAS	0.00
		ARENAS	16.33
		LIMOS - ARCILLAS	83.67
		LIMITE LÍQUIDO	32.95%
		LIMITE PLÁSTICO	20.65%
		INDICE DE PLASTICIDAD	12.30%
		PESO ESPECÍFICO	2.70
		CLASIFICACIÓN SUCS	CL
		CLASIFICACION AASHTO	A-7
		OBSERVACIONES	
		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD , DE TONALIDAD MARRON CLARO , SIN CARBONATOS, MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 34.09 %.	
		NORMATIVA	
		NTP 339.134 (ASTM D 422) - MTC E 107 ( ANALISIS GRANULOMÉTRICO) - MTC E 106 ( PESO DE MUESTRA)	



**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
(NTP 339.128)

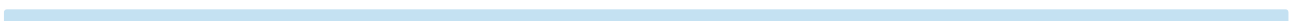
PROYECTO	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA	:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA	:	C-3/ M-4 ( 3.50 - 5.00 m).
UBICACIÓN	:	CASERIO FELIX FLORES, DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
FECHA	:	PIURA, ENERO DE 2022.
MATERIAL ZARANDEADO POR TAMIZ 21/2"		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	384.00	12.3	12.3	87.7
1 1/2"	38.10	934.00	30.0	42.4	57.6
1"	25.40	254.00	8.2	50.5	49.5
3/4"	19.00	40.00	1.3	51.8	48.2
1/2"	12.70	54.00	1.7	53.6	46.4
3/8"	9.30	5.00	0.2	53.7	46.3
1/4"	6.35	23.00	0.7	54.5	45.5
Nº 4	4.76	1.00	0.0	54.5	45.5
Nº 10	2.00	9.00	1.6	56.1	43.9
Nº 20	0.840	34.00	6.2	62.3	37.7
Nº 30	0.600	20.00	3.6	66.0	34.0
Nº 40	0.420	15.00	2.7	68.7	31.3
Nº 50	0.177	34.00	6.2	74.9	25.1
Nº 100	0.145	81.00	14.7	89.6	10.4
Nº 200	0.074	43.00	7.8	97.5	2.5
TOTAL FINOS		236.00			
PERDIDA		14.0	2.5	100.0	0.0
PESO FINOS		250.00			



PESO TOTAL	3110	CLASIFICACION	DESCRIPCION
LL	NP	AASTHO	A - 1
LP	NP	SUCS	GP
IP	NP		
GRAVAS	54.5	GRAVA MAL GRADUADA , DE TONALIDAD MARRON CLARO , SIN CARBONATOS, MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 35.89 %.	
ARENAS	43.0		
LIMOS-ARCILLAS	2.5		

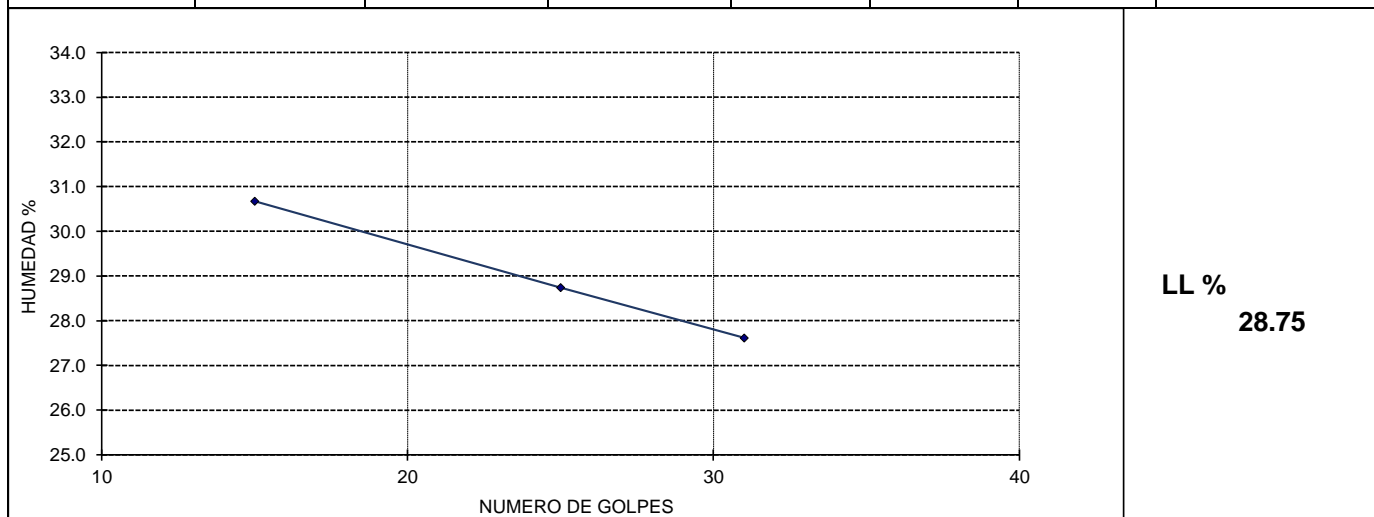
## **2.- LIMITES DE CONSISTENCIA**



## LIMITES DE ATTERBERG

<b>PROYECTO:</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITANTE</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
<b>MUESTRA</b>	:	C -3 /M-1 (0.30-1.00 m).
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	G-10	35.50	30.30	5.20	13.35	16.95	30.68
25	G - 7	38.10	32.55	5.56	13.22	19.33	28.75
31	T - 34	40.60	34.67	5.93	13.20	21.47	27.62

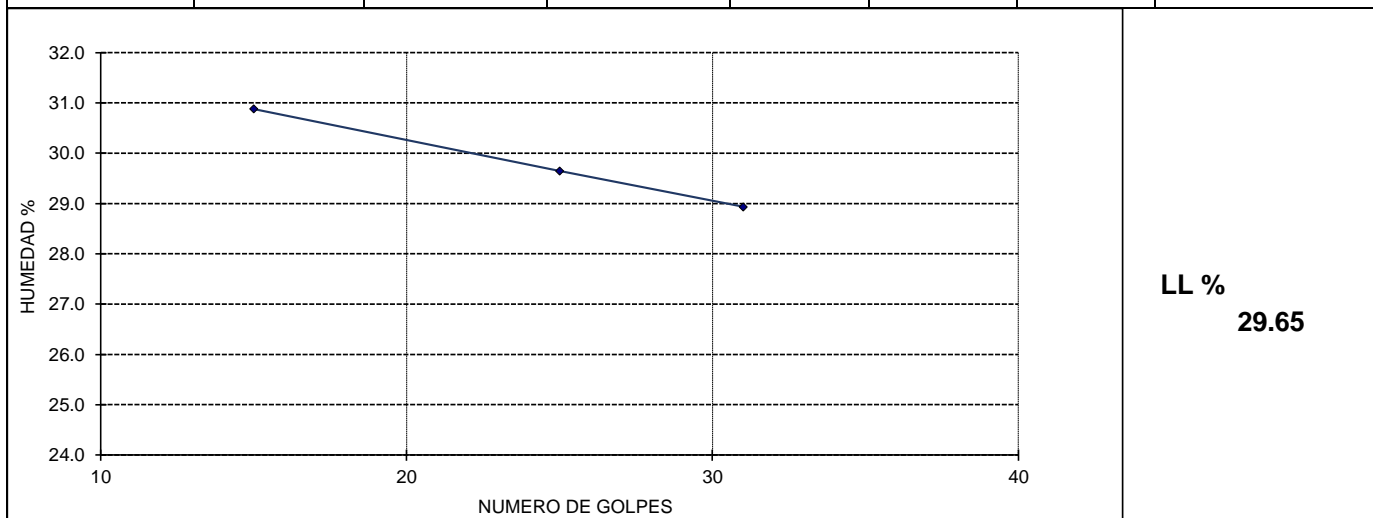


2.- LIMITE PLASTICO								ASTM D424-59	
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %		
T- 6	29.40	26.70	2.70	12.79	13.91	19.41	19.25		
G - 2	30.50	27.81	2.69	13.75	14.06	19.10			
3.- INDICE DE PLASTICIDAD				IP= LL - LP		9.50 %			

## LIMITES DE ATTERBERG

<b>PROYECTO:</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITANTE</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
<b>MUESTRA</b>	:	C-3/ M-2 (1.00-1.70 m).
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	G-10	33.10	28.44	4.66	13.35	15.09	30.88
25	G - 7	29.60	25.85	3.75	13.22	12.63	29.65
31	T - 34	32.54	28.20	4.34	13.20	15.00	28.93

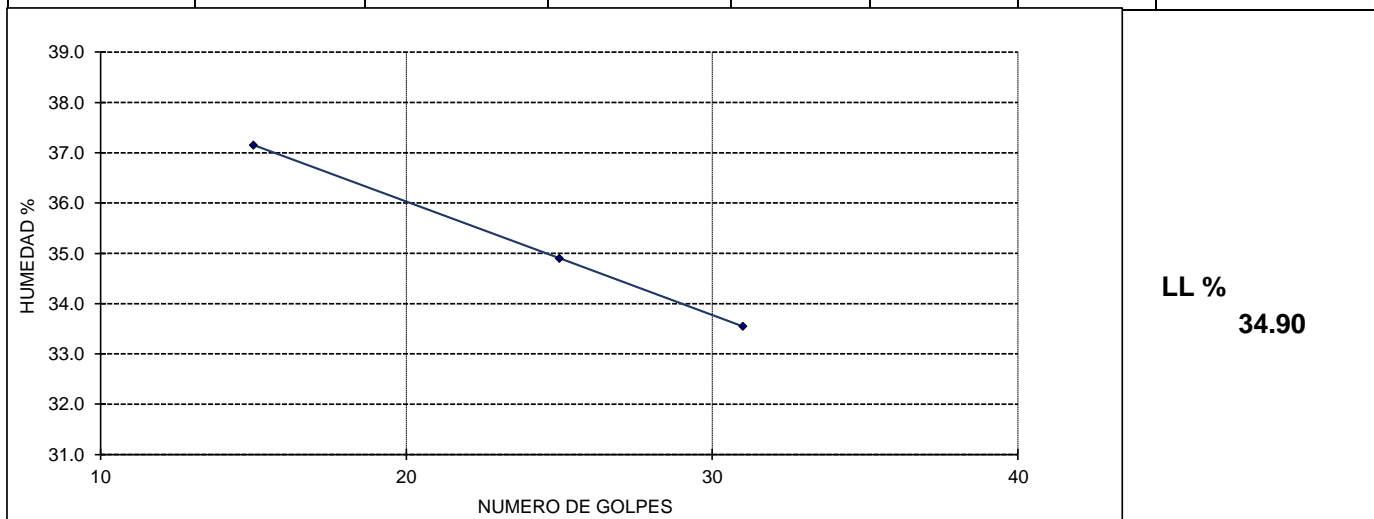


2.- LIMITE PLASTICO				ASTM D424-59			
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
T- 6	32.10	28.89	3.21	12.79	16.10	19.94	19.55
G - 2	29.88	27.29	2.59	13.75	13.54	19.15	
3.- INDICE DE PLASTICIDAD				IP= LL - LP		10.10 %	

## LIMITES DE ATTERBERG

<b>PROYECTO:</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITANTE</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-3 / M-4 (3.00-5.00 M).</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	25	36.12	33.17	2.95	25.23	7.94	37.15
25	24	37.66	34.10	3.56	23.90	10.20	34.90
31	17	40.00	35.91	4.09	23.72	12.19	33.55



2.- LIMITE PLASTICO				ASTM D424-59			
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
11	28.55	26.11	2.44	14.50	11.61	21.02	21.30
19	30.11	27.82	2.29	17.20	10.62	21.59	
3.- INDICE DE PLASTICIDAD				IP= LL - LP		13.60 %	

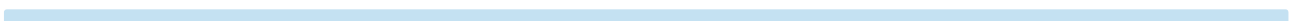


### **3.- HUMEDAD NATURAL**



PROYECTO :	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”					
SOLICITANTE :	AYESA PERU SAC.					
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL						
UBICACION :	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.					
MUESTRA :	C-1/ M-1 HASTA EL C-3/ M4.					
FECHA :	PIURA, ENERO DEL 2022.					
ASTM D 2216 -NTP 339.185 - MTC E 108						
CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	PESO MUESTRA HUMEDA+ TARA	PESO MUESTRA SECA+ TARA	TARA (Gr)	AGUA (%)	% HUMEDAD
C-1/ M-1	0.00-0.90	110.80	103.90	19.30	6.90	8.16
C-1/M-2	0.90-5.00	44.30	39.12	19.50	5.18	26.40
C-2/M-1	0.30-0.70	66.90	58.30	14.10	8.60	19.46
C-2/M-2	0.70-1.00	52.00	44.31	13.40	7.69	24.89
C-2/M-3	1.00-5.00	52.50	44.48	13.50	8.02	25.90
C-3/M-1	0.30-1.00	32.80	29.50	13.20	3.30	20.25
C-3/M-2	1.00-1.70	52.40	42.86	13.50	9.54	32.49
C-3/M-3	1.70-3.50	39.10	32.52	13.20	6.58	34.09
C-3/M-4	3.50-5.00	34.50	29.17	14.30	5.33	35.89

## **4.- PESO UNITARIO**

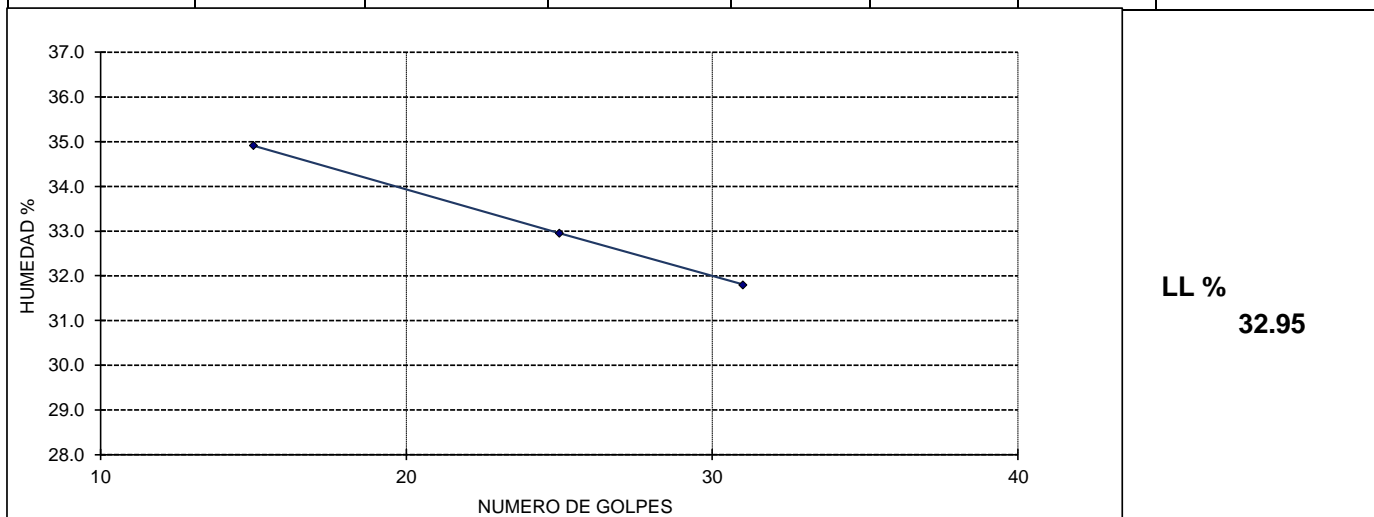


## LIMITES DE ATTERBERG

<b>PROYECTO:</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITANTE</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-3 / M-3 (1.70-3.00 m).</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.

### 1.-LIMITE LIQUIDO ASTM 423-66

NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	25	40.30	36.40	3.90	25.23	11.17	34.91
25	24	37.10	33.83	3.27	23.90	9.93	32.95
31	17	39.51	35.70	3.81	23.72	11.98	31.80



### 2.- LIMITE PLASTICO ASTM D424-59

CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
11	30.89	28.10	2.79	14.50	13.60	20.51	<b>20.65</b>
19	29.77	27.61	2.16	17.20	10.41	20.78	

### 3.- INDICE DE PLASTICIDAD IP= LL - LP **12.30 %**

PESO UNITARIO				
PROYECTO :	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"			
SOLICITA :	AYESA PERU SAC.			
MUESTRA :	C-1/ M-1 HASTA C-3/ M-4 .			
UBICACION :	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.			
FECHA :	PIURA, ENERO DEL 2022.			
ESTRUCTURA	CALICATA	P (gr)	V ( cm <sup>3</sup> )	P.U ( gr/ cm3)
CIMENTACION	C-1/M-1 (0.00-0.90 m)	384.46	221.99	1.73
	C-1/M-2 (0.90-5.00 m)	395.12	208.08	1.90
	C-2/M-1 (0.30-0.70 m)	382.98	206.32	1.86
	C-2/M-2 (0.70-1.00 m)	389.74	205.70	1.89
	C-2/M-3 (1.00-5.00 m)	432.56	221.99	1.95
	C-3/M-1 (0.30-1.00 m)	376.96	221.99	1.70
	C-3/M-2 (1.00-1.70 m)	408.58	206.32	1.98
	C-3/M-3 (1.70-3.50 m)	350.10	208.08	1.68
	C-3/M-4 (3.50-5.00 m)	387.20	206.32	1.88



## **5.- ESPONJAMIENTO**



**ESPONJAMIENTO**

**PROYECTO :** “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”

**SOLICITA :** AYESA PERU SAC.

**UBICACION:** CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.

**MUESTRA:** C-1/M-1 HASTA C-3/M-4.

**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

<b>CALICATA</b>	<b>DENSIDAD SUELTA</b> P(gr)/v(2,300 gr) (gr/cm3)	<b>DENSIDAD COMPACTA</b> P(gr)/v (2300) (gr/cm3)	<b>ESPONJAMIENTO</b> $\left( \frac{\text{Densidad compactada} - \text{Densidad compacta}}{\text{Densidad compacta}} \right) \times 100$	<b>ESPONJAMIENTO (%)</b>
C-1 / M-1 (0.00-0.90 m)	1.21	1.73	30.06	30.64%
C-1 / M-2 (0.90-5.00 m)	1.13	1.90	40.53	40.53%
C-2 / M-1 (0.30-0.70 m)	1.11	1.86	40.32	40.32%
C-2 / M-2 (0.70-1.00 m)	1.31	1.89	30.69	30.69%
C-2 / M-3 (1.00-5.00 m)	1.16	1.95	40.51	40.51%
C-3 / M-1 (0.30-1.00 m)	1.21	1.70	28.82	28.82%
C-3/ M-2 (1.00-1.70 m)	1.40	1.98	29.39	29.39%
C-3/ M-3 (1.70-3.50 m)	1.20	1.68	28.72	28.72%
C-3/ M-4 (3.50-5.00 m)	1.12	1.88	40.66	40.66%

## **6.- HINCHAMIENTO Y LIMITE CONTRACCIÓN**

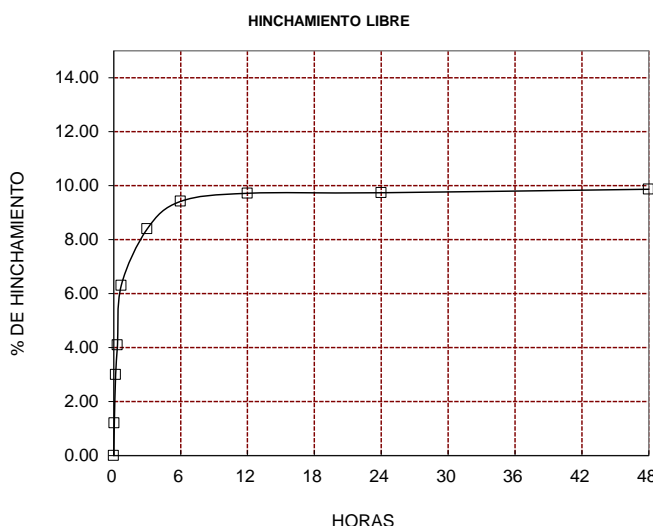


<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU SAC.	
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.	
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C - 3 /M - 1</b>	<b>PROF. 0.30 - 1.00m.</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.	

### HINCHAMIENTO LIBRE DE SUELOS

#### ASTM D4829-11

ALTURA INICIAL : 1 cm.		CALICATA C - 3 /M - 1	
		INCREMENTO	HINCHAMIENTO
MINUTOS	HORAS	mm	%
0	0.000	0.000	0.00
2	0.050	0.120	1.20
10	0.167	0.300	3.00
20	0.333	0.410	4.10
40	0.667	0.630	6.30
180	3.000	0.840	8.40
360	6.000	0.942	9.42
720	12.000	0.972	9.72
1440	24.000	0.974	9.74
2880	48.000	0.987	9.87

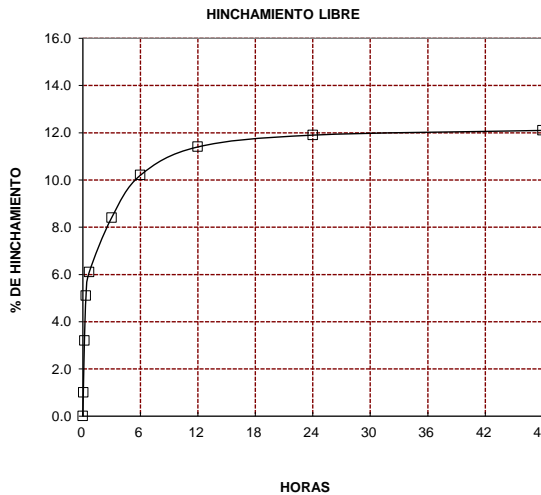


### LIMITES DE CONTRACCION DE SUELOS

#### AASHTO 387-80

MUESTRA	ANILLO Nº	PESO HUMEDO gr.	PESO SECO gr.	VOLUMEN INICIAL cm3	VOLUMEN FINAL cm3	LIMITE DE CONTRACCION %
CALICATA C - 3 /M - 1	G - 10	81.00	57.8	44.31	30.71	16.60

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU SAC.	
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.	
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C - 3/ M -3</b>	<b>PROF. 1.70 - 3.50m.</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.	

<b>HINCHAMIENTO LIBRE DE SUELOS</b>				
<b>ASTM D4829-11</b>				
ALTURA INICIAL : 1 cm.		CALICATA C - 3/ M -3		
MINUTOS	HORAS	INCREMENTO	HINCHAMIENTO %	
0	0.000	0.000	0.00	
2	0.050	0.100	1.00	
10	0.167	0.320	3.20	
20	0.333	0.510	5.10	
40	0.667	0.610	6.10	
180	3.000	0.840	8.40	
360	6.000	1.020	10.20	
720	12.000	1.140	11.40	
1440	24.000	1.190	11.90	
2880	48.000	1.210	12.10	

<b>LIMTES DE CONTRACCION DE SUELOS</b>						
<b>AASHTO 387-80</b>						
MUESTRA	ANILLO Nº	PESO HUMEDO gr.	PESO SECO gr.	VOLUMEN INICIAL cm3	VOLUMEN FINAL cm3	LIMITE DE CONTRACCION %
CALICATA C - 3/ M -3	G - 4	73.70	46.70	41.87	21.45	<b>14.09</b>



## **7.- PERMEABILIDAD**



ENSAYO DE PERMEABILIDAD

PROYECTO : "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

SOLICITA : AYESA PERU SAC.

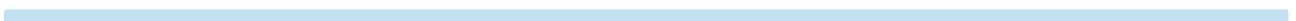
UBICACION : CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.

ESTACION : 5

FECHA : PIURA , ENERO DEL 2022.

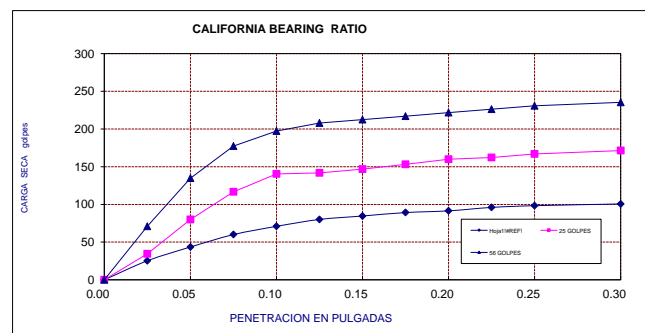
MUESTRA	CAUDAL(Q) $cm^3 / seg$	AREA DEL PERMEOMETRO A $cm^2$	CARGA HIDRAULICA (cm)	LONGITUD DEL DEL PERMEOMETRO (cm)	TEMPERATURA (t) °C	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K) $cm /seg$	GRADO DE PERMEABILIDAD
C - 1 / M - 1	5,2	19.64	50.00	30.00	22.4	1.50E-01	PERMEABLE
C - 1 / M - 2	32,4	19.64	50.00	30.00	22.4	9.34E-01	PERMEABLE
C - 2 / M - 1	35,2	19.64	50.00	30.00	22.4	1.02E+00	PERMEABLE
C - 2 / M - 2	5,8	19.40	50.00	30.00	22.4	1.69E-01	PERMEABLE
C - 2 / M - 3	31,2	19.40	50.00	30.00	22.4	9.11E-01	PERMEABLE
C - 3 / M - 1	0,00025	19.40	50.00	30.00	22.4	7.30E-06	IMPERMEABLE
C - 3 / M - 2	0,00021	19.40	50.00	30.00	22.4	6.13E-06	IMPERMEABLE
C - 3 / M - 3	0,00014	19.64	50.00	30.00	22.4	4.04E-06	IMPERMEABLE
C - 3 / M - 4	31,1	19,64	50.00	30.00	22.4	8.97E-01	PERMEABLE

## **8.- ENSAYO CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)**



**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO**

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"							
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU SAC.							
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATUM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.							
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-2/ M-2. PROF. 1.00m.</b>							
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.							
PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	0.00	25.23		2.00	34.36		10.00	70.91	
0.050	4.00	43.50		12.00	80.04		24.00	134.86	
0.075	7.60	59.94		20.00	116.59		33.30	177.34	
0.100	10.00	70.91	<b>5.21</b>	25.20	140.34	<b>10.31</b>	37.69	197.39	<b>14.51</b>
0.125	12.00	80.04		25.50	141.71		40.00	207.94	
0.150	13.00	84.61		26.60	146.73		41.00	212.51	
0.175	14.00	89.18		28.00	153.13		42.00	217.08	
0.200	14.50	91.46	<b>6.72</b>	29.50	159.98	<b>11.76</b>	43.00	221.65	<b>16.29</b>
0.225	15.50	96.03		30.00	162.27		44.00	226.22	
0.250	16.00	98.31		31.00	166.83		45.00	230.78	
0.300	16.50	100.60		32.00	171.40		46.00	235.35	
Golpes		12	25		56				
Numero de capas		5	5		5				
Humedad (%)		10.50	10.50		10.50				
Peso del molde (gr)		4,075.00	4,326.00		3,475.00				
P. molde + suelo hum. (gr)		8,400.00	8,900.00		7,850.00				
Volumen del molde (cm3)		2,234.00	2,269.00		2,085.00				
Densidad hum. (gr/cm3)		1.94	2.02		2.10				
Densidad seca (gr/cm3)		1.75	1.82		1.90				
C.B.R. a 0.1"		<b>5.21</b>	<b>10.31</b>		<b>14.51</b>				
C.B.R. a 0.2"		<b>6.72</b>	<b>11.76</b>		<b>16.29</b>				
<b>DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)</b>		<b>1.890</b>	Gr/cm <sup>3</sup>						
<b>95% DENSIDAD MAXIMA</b>		<b>1.796</b>	Gr/cm <sup>3</sup>						



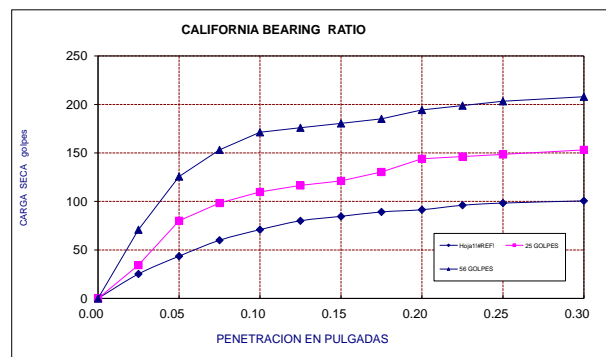
**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO**

PROYECTO	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"							
SOLICITA	:	AYESA PERU SAC.							
UBICACIÓN	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.							
MUESTRA	:	C-3 / M-2		PROF. 1.00m.					
FECHA	:	PIURA, ENERO DEL 2022.							
PENETRACION	MOLDE No	12 GOLPES		MOLDE No	25 GOLPES		MOLDE No	56 GOLPES	
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00	5.21	0.00	0.00	8.07	0.00	0.00	12.60
0.025	0.00	25.23		2.00	34.36		10.00	70.91	
0.050	4.00	43.50		12.00	80.04		22.00	125.72	
0.075	7.60	59.94		16.00	98.31		28.00	153.13	
0.100	10.00	70.91		18.50	109.73		32.00	171.40	
0.125	12.00	80.04	6.72	20.00	116.59	10.58	33.00	175.97	14.28
0.150	13.00	84.61		21.00	121.15		34.00	180.54	
0.175	14.00	89.18		23.00	130.29		35.00	185.10	
0.200	14.50	91.46		26.00	143.99		37.00	194.24	
0.225	15.50	96.03		26.50	146.28		38.00	198.81	
0.250	16.00	98.31		27.00	148.56		39.00	203.38	
0.300	16.50	100.60		28.00	153.13		40.00	207.94	
Golpes		12	25	56					
Numero de capas		5	5	5					
Humedad (%)		9.00	9.00	9.00					
Peso del molde (gr)		4,075.00	4,326.00	3,475.00					
P. molde + suelo hum. (gr)		8,300.00	8,799.00	7,825.00					
Volumen del molde (cm3)		2,234.00	2,269.00	2,085.00					
Densidad hum. (gr/cm3)		1.89	1.97	2.09					
Densidad seca (gr/cm3)		1.74	1.81	1.91					
C.B.R. a 0.1"		5.21	8.07	12.60					
C.B.R. a 0.2"		6.72	10.58	14.28					
DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)		1.910 Gr/cm³							
95%DENSIDAD MAXIMA		1.815 Gr/cm³							

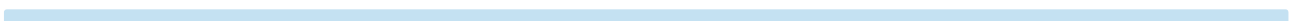
CALIFORNIA BEARING RATIO

The graph plots CARGA SECA (pounds) on the y-axis (0 to 250) against PENETRACION EN PULGADAS on the x-axis (0.00 to 0.30). Three data series are shown: 12 GOLPES (blue line with diamond markers), 25 GOLPES (magenta line with square markers), and 56 GOLPES (cyan line with triangle markers). All curves show an initial steep increase in load with penetration, followed by a more gradual increase. The 56 blows curve is the highest, followed by 25 blows, and then 12 blows.

PENETRACION EN PULGADAS	12 GOLPES (pounds)	25 GOLPES (pounds)	56 GOLPES (pounds)
0.00	0	0	0
0.02	25	35	70
0.04	45	80	125
0.06	60	100	155
0.08	70	110	170
0.10	75	115	175
0.12	80	120	180
0.14	85	125	185
0.16	90	130	190
0.18	95	140	195
0.20	95	145	200
0.22	95	145	200
0.24	100	150	205
0.26	100	150	205
0.28	100	150	205
0.30	100	150	205



## **9.- PROCTOR MODIFICADO**







**PROYECTO:** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

**ESTACION :** 5

**FECHA:** PIURA, ENERO 2022

**MUESTRA:** C - 1 / M - 2

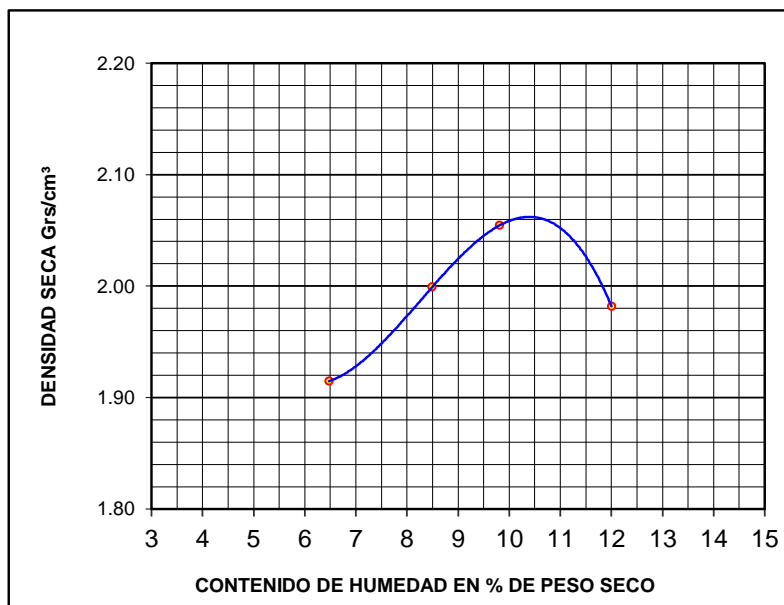
**PROF:** 1,00 m.

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m3)  
(NTP 339. 141)**

**PROCEDIMIENTO "C"**

DENSIDAD			1	2	3	4	
1	Peso del molde + suelo húmedo	gr.	7,620	7,895	8,079	8,002	
2	Peso del molde	gr.	3,320	3,320	3,320	3,320	
3	Peso del suelo húmedo (1) - (2)	gr.	4,300	4,575	4,759	4,682	
4	Volumen del molde	cm <sup>3</sup> .	2,109	2,109	2,109	2,109	
5	Densidad húmeda (3) / (4)	gr./cm <sup>3</sup> .	2.039	2.169	2.256	2.220	
HUMEDAD							
	Tara N°.		A	B	C	D	
6	Peso de la tara + suelo húmedo	gr.	41.75	37.60	42.92	34.15	
7	Peso de la tara + suelo seco	gr.	40.02	35.69	40.28	31.95	
8	Peso de la tara	gr.	13.29	13.20	13.38	13.62	
9	Peso del agua (6) - (7)	gr.	1.73	1.91	2.64	2.20	
10	Peso del suelo seco (7) - (8)	gr.	26.73	22.49	26.90	18.33	
11	Humedad (9) / (10)*100	%.	6.47	8.49	9.81	12.00	
12	Densidad seca (5) / (11+ 100)*100	gr/cm <sup>3</sup> .	1.915	1.999	2.055	1.982	

MAXIMA DENSIDAD Gr/cm <sup>3</sup> =	2.060
CONTENIDO OPTIMO % =	10.25





**PROYECTO:** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

**ESTACION :** 5

**MUESTRA:** C - 2/ M-2.

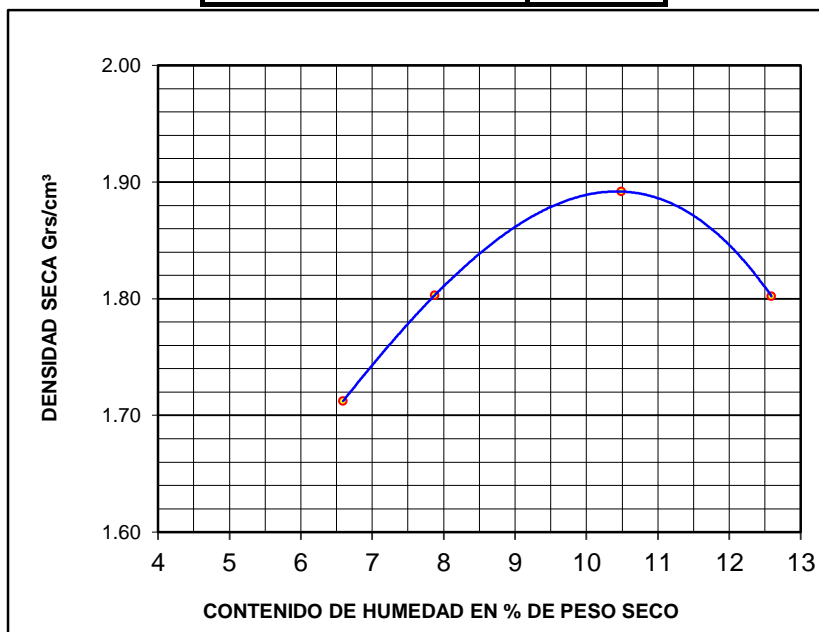
**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m3)**  
(NTP 339. 141)

**PROCEDIMIENTO "C"**

DENSIDAD			1	2	3	4	
1	Peso del molde + suelo húmedo	gr.	7,150	7,402	7,709	7,580	
2	Peso del molde	gr.	3,300	3,300	3,300	3,300	
3	Peso del suelo húmedo (1) - (2)	gr.	3,850	4,102	4,409	4,280	
4	Volúmen del molde	cm <sup>3</sup> .	2,109	2,109	2,109	2,109	
5	Densidad húmeda (3) / (4)	gr./cm <sup>3</sup> .	1.825	1.945	2.090	2.029	
HUMEDAD			A	B	C	D	
	Tara N°.						
6	Peso de la tara + suelo húmedo	gr.	51.15	48.58	51.92	53.00	
7	Peso de la tara + suelo seco	gr.	48.80	46.00	48.30	48.60	
8	Peso de la tara	gr.	13.15	13.23	13.78	13.65	
9	Peso del agua (6) - (7)	gr.	2.35	2.58	3.62	4.40	
10	Peso del suelo seco (7) - (8)	gr.	35.65	32.77	34.52	34.95	
11	Humedad (9) / (10)*100	%.	6.59	7.87	10.49	12.59	
12	Densidad seca (5) / ((11+100)*100)	gr/cm <sup>3</sup> .	1.712	1.803	1.892	1.802	

MAXIMA DENSIDAD Gr/cm <sup>3</sup> . =	1.89
CONTENIDO OPTIMO % =	10.50





**PROYECTO:** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

**ESTACION :** 5

**MUESTRA:** C - 3/ M-2.

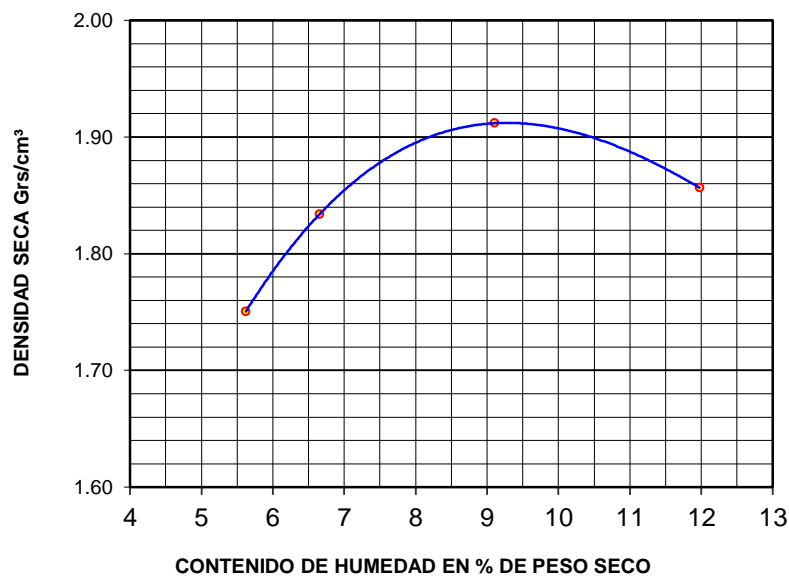
**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m3)  
(NTP 339. 141)**

**PROCEDIMIENTO "C"**

DENSIDAD			1	2	3	4	
1	Peso del molde + suelo húmedo	gr.	7,200	7,425	7,700	7,685	
2	Peso del molde	gr.	3,300	3,300	3,300	3,300	
3	Peso del suelo húmedo (1) - (2)	gr.	3,900	4,125	4,400	4,385	
4	Volúmen del molde	cm <sup>3</sup> .	2,109	2,109	2,109	2,109	
5	Densidad húmeda (3) / (4)	gr./cm <sup>3</sup> .	1.849	1.956	2.086	2.079	
HUMEDAD			A	B	C	D	
	Tara N°.						
6	Peso de la tara + suelo húmedo	gr.	51.00	48.40	51.69	53.00	
7	Peso de la tara + suelo seco	gr.	48.98	46.20	48.52	48.75	
8	Peso de la tara	gr.	13.05	13.12	13.71	13.26	
9	Peso del agua (6) - (7)	gr.	2.02	2.20	3.17	4.25	
10	Peso del suelo seco (7) - (8)	gr.	35.93	33.08	34.81	35.49	
11	Humedad (9) / (10)*100	%.	5.62	6.65	9.11	11.98	
12	Densidad seca (5) / ((11+100)*100)	gr/cm <sup>3</sup> .	1.751	1.834	1.912	1.857	

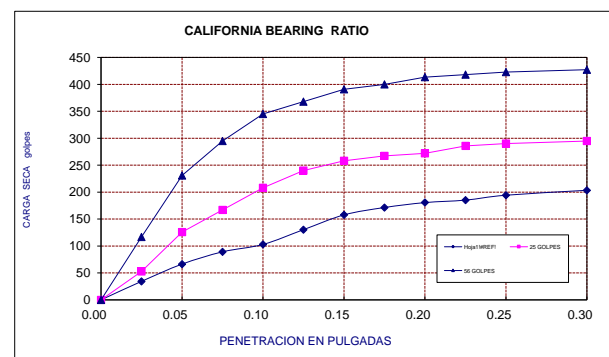
MAXIMA DENSIDAD Gr/cm <sup>3</sup> . =	1.91
CONTENIDO OPTIMO % =	9.00



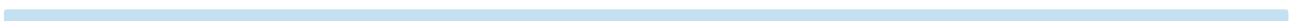
**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO**

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU S.A.C.
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-1 / M-2.</b> <b>PROF. 1.00m.</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.

PENETRACION	12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	2.00	34.36		6.00	52.63		20.00	116.59	
0.050	9.00	66.34		22.00	125.72		45.00	230.78	
0.075	14.00	89.18		31.00	166.83		59.00	294.74	
0.100	17.00	102.88	<b>7.56</b>	40.00	207.94	<b>15.28</b>	70.00	344.98	<b>25.36</b>
0.125	23.00	130.29		47.00	239.92		75.00	367.82	
0.150	29.00	157.70		51.00	258.19		80.00	390.66	
0.175	32.00	171.40		53.00	267.33		82.00	399.80	
0.200	34.00	180.54	<b>13.27</b>	54.00	271.90	<b>19.98</b>	85.00	413.50	<b>30.39</b>
0.225	35.00	185.10		57.00	285.60		86.00	418.07	
0.250	37.00	194.24		58.00	290.17		87.00	422.64	
0.300	39.00	203.38		59.00	294.74		88.00	427.21	
Golpes		12	25	56					
Numero de capas		5	5	5					
Humedad (%)		10.50	10.50	10.50					
Peso del molde (gr)		4,375.00	4,126.00	3,575.00					
P. molde + suelo hum. (gr)		8,850.00	8,680.00	8,360.00					
Volumen del molde (cm3)		2,134.00	2,090.00	2,095.00					
Densidad hum. (gr/cm3)		2.10	2.18	2.28					
Densidad seca (gr/cm3)		1.90	1.97	2.07					
C.B.R. a 0.1"		<b>7.56</b>	<b>15.28</b>	<b>25.36</b>					
C.B.R. a 0.2"		<b>13.27</b>	<b>19.98</b>	<b>30.39</b>					
<b>DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)</b>		<b>2.060</b>	Gr/cm <sup>3</sup>						
<b>95% DENSIDAD MAXIMA</b>		<b>1.96</b>	Gr/cm <sup>3</sup>						



## **10.- CORTE DIRECTO**



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESPECIMEN REMOLDEADO

**PROYECTO** : "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**SOLICITA** : AYESA PERU SAC.

**MUESTRA** : GRAVA POBREMENTE GRADUADA (0.90-5.00 M).

**FECHA** : PIURA, ENERO DEL 2022.

HUMEDAD NATURAL							PESO VOLUMETRICO (con anillo)					
OBSERVACIONES	TARA	C.+ M.H.	C.+ M.S.	AGUA	P.M.S.	W	Nº ANILLO	PESO ANILLO	P. ANILLO+ M	PESO M.	VOL. ANILLO	gr/cm3
	32.40	343.20	278.29	64.91	245.89	26.40	11	41.5	141.1	95.6	50.33	1.899
							10	42.1	165.3	91.0	50.32	1.808
							9	43.5	155.5	100.3	50.34	1.992

### Observaciones

Fecha Construcción.

Fecha Corte

Prmedio Humedad Natural **26.40 %**

Prmedio Peso Volumetrico **1.900 gr/cm<sup>3</sup>**

Peso Volumetrico Sumergido **1.33 gr/cm<sup>3</sup>**

Nº ANILLO **11 7 14**

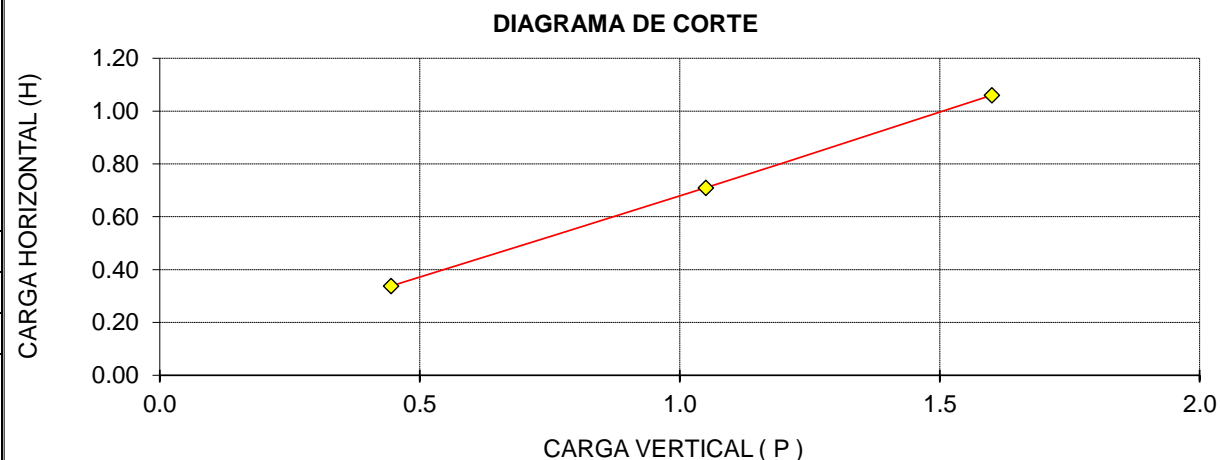
Carga vertical **0.44 1.05 1.60**

Carga horizontal **0.34 0.71 1.06**

Tangente ( tg f ) **0.62**

Angulo de friccion interna ( f ) **32.00 °**

Cohesion (c) **0.003 Kg/cm<sup>2</sup>**

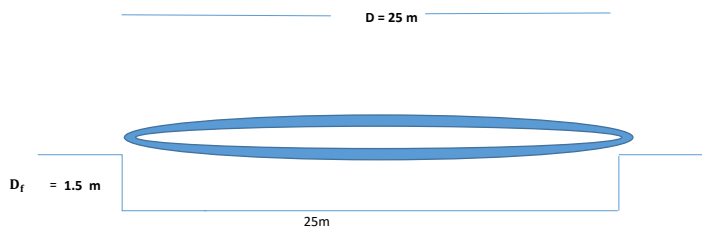




## **11.- CAPACIDAD ADMISIBLE**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	1.5 m



DATOS	
B =	1.5 m
D <sub>f</sub> =	1.5 m
Y <sub>1</sub> =	0.0019 kg/cm <sup>2</sup>
Y <sub>2</sub> =	0.002 kg/cm <sup>2</sup>
C =	0.003 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	32
Prof. NF. =	0.73
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

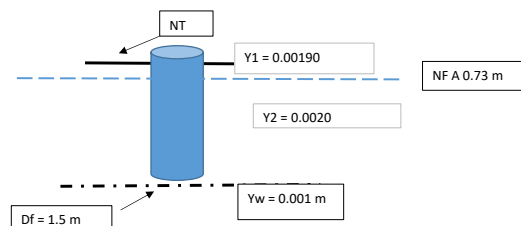
$C' = \frac{2}{3} C$	0.0020
$\phi' (\tan^{-1} (\frac{2}{3} \tan \phi))$	23

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2(\frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2}) \tan \phi} \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} * (\frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1) \tan \phi$	6.39

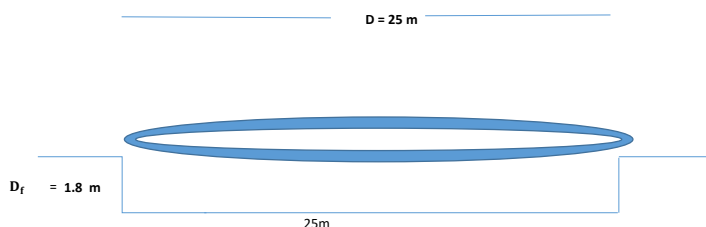
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) * (Y_2 - Y_w)$	0.150
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	1.52

Presion y Trabajo	
Pt= q <sub>u</sub> /3	0.51



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	1.8 m



DATOS	
B =	1.5 m
D <sub>f</sub> =	1.8 m
Y <sub>1</sub> =	0.0019 kg/cm <sup>2</sup>
Y <sub>2</sub> =	0.002 kg/cm <sup>2</sup>
C =	0.003 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	32
Prof. NF. =	0.73
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

$C' = \frac{2}{3} C$	0.0020
----------------------	--------

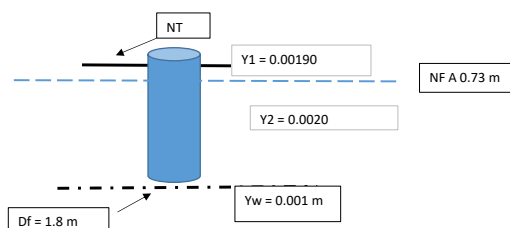
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	23
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	6.39

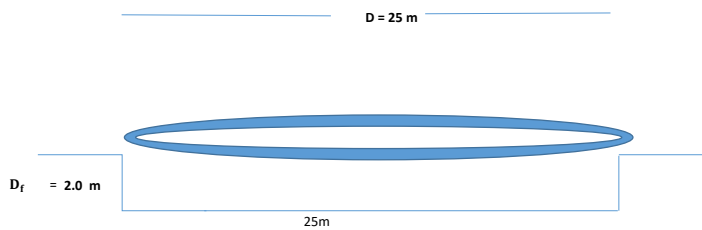
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) * (Y_2 - Y_w)$	0.180
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	1.81

Presion y Trabajo	
Pt= q <sub>u</sub> /3	0.60



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	2.00 m



DATOS	
B =	1.5 m
D <sub>f</sub> =	2.0 m
Y <sub>1</sub> =	0.0019 kg/cm <sup>2</sup>
Y <sub>2</sub> =	0.002 kg/cm <sup>2</sup>
C =	0.003 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	32
Prof. NF. =	0.73
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

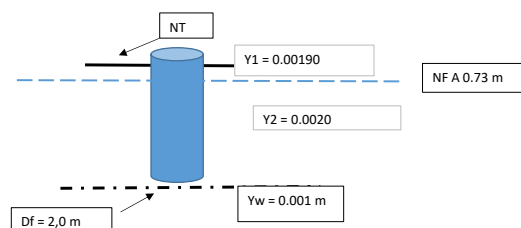
$C' = \frac{2}{3} C$	0.0020
$\phi' = \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	23

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	6.39

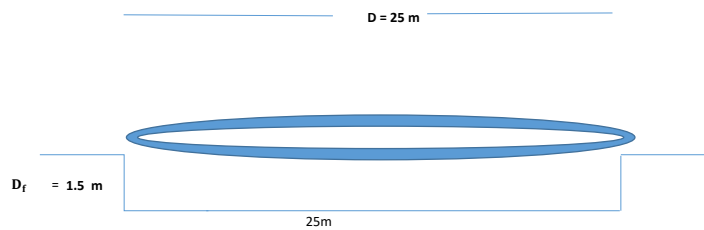
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (Y_2 - Y_w)$	0.200
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	2.01

Presion y Trabajo	
Pt= q <sub>u</sub> /3	0.67



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	1.5 m



DATOS	
B =	2.0 m
$D_f$ =	1.5 m
$\gamma_1$ =	0.0019 $\text{kg/cm}^2$
$\gamma_2$ =	0.002 $\text{kg/cm}^2$
C =	0.003 $\text{kg/cm}^2$
$\phi$ =	32
Prof. NF. =	0.73
$\gamma_w$ =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

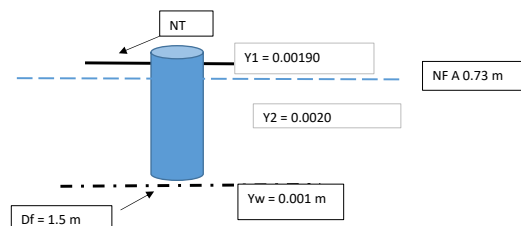
$C' = \frac{2}{3} C$	0.0020
$\phi' (\text{arc}^{-1} (\frac{2}{3} \tan \phi))$	23

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2(\frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2}) \tan \phi} \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} * (\frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1) \tan \phi$	6.39

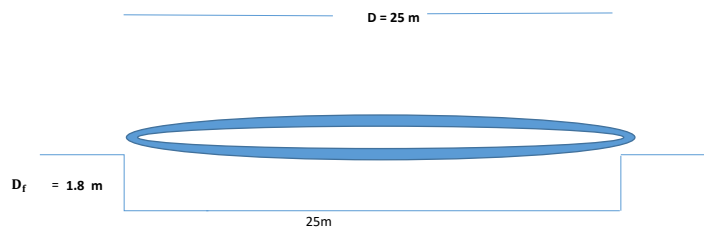
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) * (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.150
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	1.52

Presion y Trabajo	
$P_t = q_u / 3$	0.51



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	1.8 m



DATOS	
B =	2.0 m
$D_f$ =	1.8 m
$\gamma_1$ =	0.0019 $\text{kg}/\text{cm}^2$
$\gamma_2$ =	0.002 $\text{kg}/\text{cm}^2$
C =	0.003 $\text{kg}/\text{cm}^2$
$\phi$ =	32
Prof. NF. =	0.73
$\gamma_w$ =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

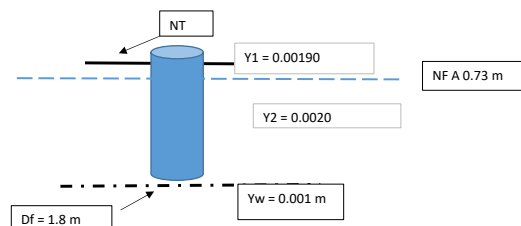
$C' = \frac{2}{3} C$	0.0020
$\phi' (\text{arc}^{-1} (\frac{2}{3} \tan \phi))$	23

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2(\frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2}) \tan \phi} \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} * (\frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1) \tan \phi$	6.39

SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) * (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.180
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

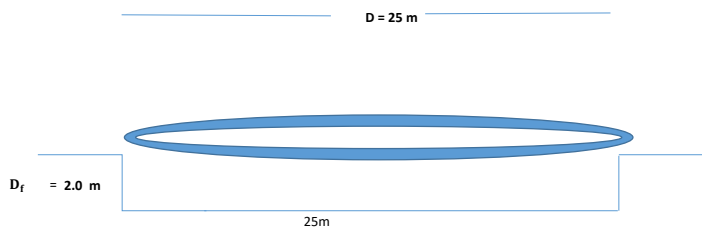
CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	1.82

Presion y Trabajo	
$P_t = q_u / 3$	0.61





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	2.00 m



DATOS	
B =	2.0 m
D <sub>f</sub> =	2.0 m
Y <sub>1</sub> =	0.0019 kg/cm <sup>2</sup>
Y <sub>2</sub> =	0.002 kg/cm <sup>2</sup>
C =	0.003 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	32
Prof. NF. =	0.73
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

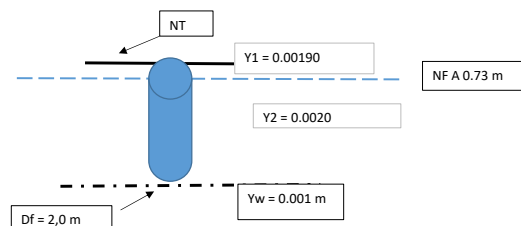
$C' = \frac{2}{3} C$	0.0020
$\phi' = \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	23

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	6.39

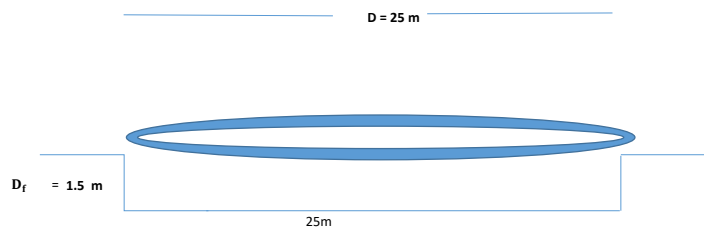
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (Y_2 - Y_w)$	0.200
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	2.01

Presion y Trabajo	
Pt= q <sub>u</sub> /3	0.67



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	1.5 m



DATOS	
B =	1.5 m
D <sub>f</sub> =	1.5 m
Y <sub>1</sub> =	0.0019 kg/cm <sup>2</sup>
Y <sub>2</sub> =	0.002 kg/cm <sup>2</sup>
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	36
Prof. NF. =	0.73
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

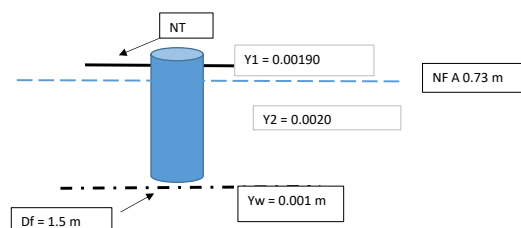
$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333
$\phi' (\tan^{-1} (\frac{2}{3} \tan \phi))$	26

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2(\frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2}) \tan \phi} \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	13.97
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	26.77
$N_\gamma = \frac{1}{2} * (\frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1) \tan \phi$	7.83

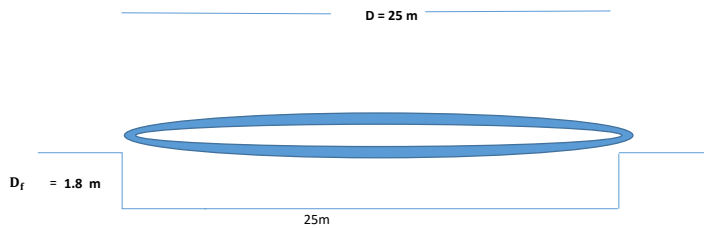
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) * (Y_2 - Y_w)$	0.150
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	11.02

Presion y Trabajo	
Pt= q <sub>u</sub> /3	3.67



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	1.8 m



DATOS	
B =	1.5 m
D <sub>f</sub> =	1.8 m
Y <sub>1</sub> =	0.0019 kg/cm <sup>2</sup>
Y <sub>2</sub> =	0.002 kg/cm <sup>2</sup>
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	36
Prof. NF. =	0.73
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333
$\phi' = \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	26

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)}$	13.97
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	26.77
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	7.83

**SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO**

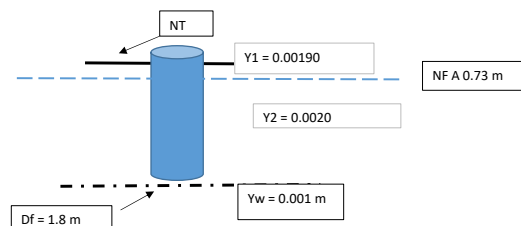
$q = (D_f) \cdot (Y_2 - Y_w)$	0.180
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

**CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI**

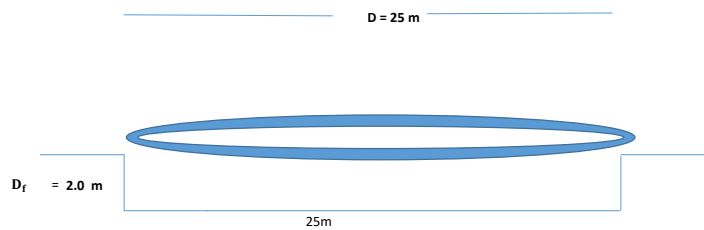
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	11.44
-----------------------------------------------------	-------

**Presion y Trabajo**

Pt= q <sub>u</sub> /3	3.81
-----------------------	------



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	2.00 m



DATOS	
B =	1.5 m
D <sub>f</sub> =	2.0 m
Y <sub>1</sub> =	0.0019 kg/cm <sup>2</sup>
Y <sub>2</sub> =	0.002 kg/cm <sup>2</sup>
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	36
Prof. NF. =	0.73
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333
----------------------	--------

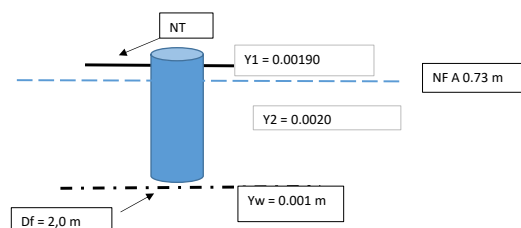
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	26
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	13.97
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	26.77
$N_\gamma = \frac{1}{2} \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	7.83

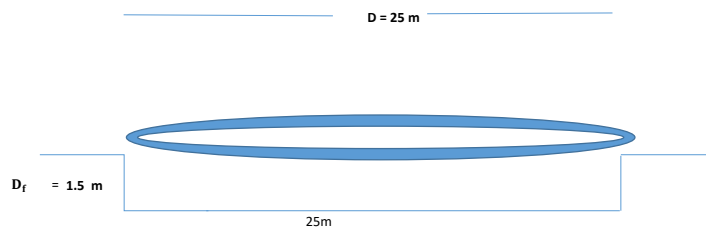
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) * (Y_2 - Y_w)$	0.200
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	11.72

Presion y Trabajo	
Pt= q <sub>u</sub> /3	3.91



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	1.5 m



DATOS	
B =	2.0 m
D <sub>f</sub> =	1.5 m
Y <sub>1</sub> =	0.0019 kg/cm <sup>2</sup>
Y <sub>2</sub> =	0.002 kg/cm <sup>2</sup>
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	36
Prof. NF. =	0.73
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333
$\phi' (\tan^{-1} (\frac{2}{3} \tan \phi))$	26

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2(\frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2}) \tan \phi} \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	13.97
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	26.77
$N_\gamma = \frac{1}{2} * (\frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1) \tan \phi$	7.83

**SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO**

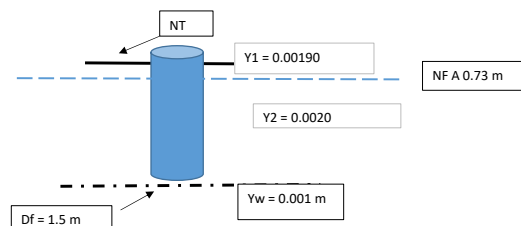
$q = (D_f) * (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.150
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

**CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI**

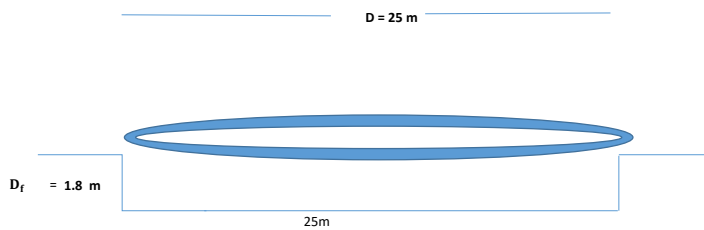
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	11.03
-----------------------------------------------------	-------

**Presion y Trabajo**

Pt= q <sub>u</sub> /3	3.68
-----------------------	------



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
PROFUNDIDAD:	1.8 m



DATOS	
B =	2.0 m
D <sub>f</sub> =	1.8 m
Y <sub>1</sub> =	0.0019 kg/cm <sup>2</sup>
Y <sub>2</sub> =	0.002 kg/cm <sup>2</sup>
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	36
Prof. NF. =	0.73
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333
----------------------	--------

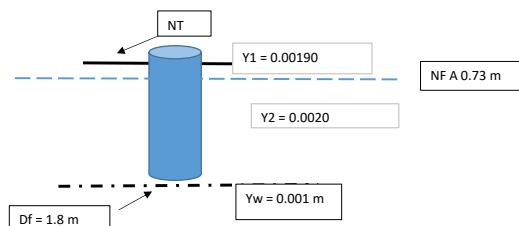
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	26
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	13.97
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	26.77
$N_\gamma = \frac{1}{2} \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	7.83

SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) * (Y_2 - Y_w)$	0.180
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

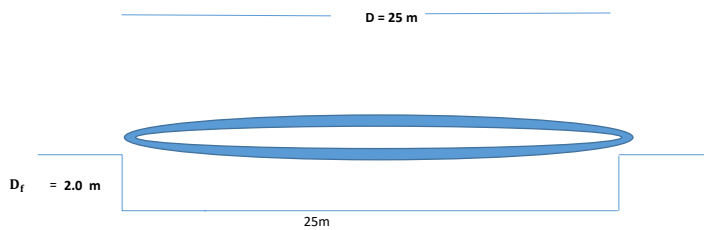
CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	11.44

Presion y Trabajo	
Pt= q <sub>u</sub> /3	3.81





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.
MUESTRA:	GRAVA MAL GRADUADA
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 2.00 m



DATOS	
B =	2.0 m
D <sub>f</sub> =	2.0 m
Y <sub>1</sub> =	0.0019
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	36
Prof. NF. =	0.73
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO**

$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333
----------------------	--------

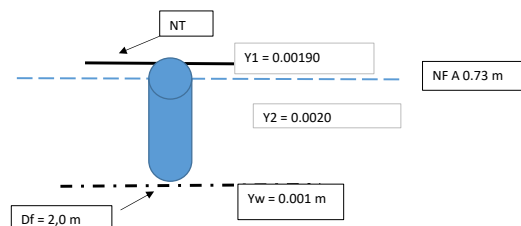
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	26
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{2\pi}{3} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	13.97
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	26.77
$N_\gamma = \frac{1}{2} \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	7.83

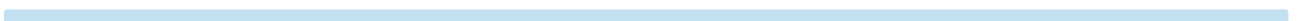
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) * (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.200
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	11.72

Presion y Trabajo	
Pt= q <sub>u</sub> /3	3.91



## **12.- ASENTAMIENTO ELASTICO**



### ANALISIS DE ASENTAMIENTO ELASTICO

**PROYECTO** : “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”

**SOLICITA** : AYESA PERU SAC.

**UBICACION** : CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.

**FECHA** : PIURA, ENERO DEL 2022.

DATOS	VALORES	
<b>q</b>	41.49	tn/m <sup>2</sup>
<b>N</b>	0.56	
<b>u</b>	0.30	
<b>R</b>	12.5	m
<b>DF</b>	2.0	m

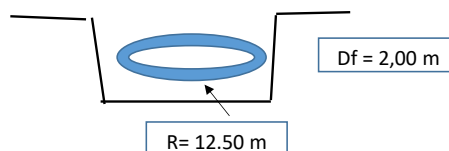
#### FORMULA GENERAL

$$S = q * \frac{B(1 - \mu^2) * N}{Es}$$

PARAMETRO	Es [Ton/m <sup>2</sup> ]
MÓDULO DE DEFORMACION (*)	15000

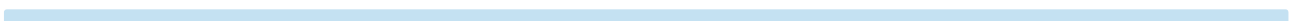
SUCS	Es-Promedio [Ton/m <sup>2</sup> ]	TIPO DE SUELO
GP	15000	GRAVA MAL GRADUADA

ASENTAMIENTO	St (cm)
$S = q * \frac{B(1 - \mu^2) * N}{Es}$	1.76



(\*) Bibliografía: Diseños de cimentaciones superficiales, Jorge E. Alva Hurtado.

## **13.- AGRESIVIDAD DE SUELOS**



## ANÁLISIS QUÍMICO

**PROYECTO** : “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”

**SOLICITA** : AYESA PERÚ SAC.

**LUGAR** : CASERÍO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACIÓN 5.

**FECHA** : PIURA, ENERO DEL 2022.

CALICATAS	CLORUROS (CL%)	SULFATOS (SO4%)	SALES SOLUBLES (%)
C-1/ M-1 (0.00-0.90m)	0.0109	0.0132	0.0163
C-1/ M-2 (0.90-5.00m)	0.0117	0.0120	0.0156
C-2/ M-1 (0.30-0.70m)	0.0113	0.0126	0.0143
C-2/ M-2 (0.70-1.00m)	0.0043	0.0092	0.0155
C-2/ M-3 (1.00-5.00m)	0.00121	0.0125	0.0149
C-3/ M-1 (0.30-1.00m)	0.0094	0.0014	0.0109
C-3/ M-2 (1.00-1.70m)	0.0143	0.0138	0.0151
C-3/ M-3 (1.70-3.50m)	0.0091	0.0010	0.0110
C-3/ M-4 (3.50-5.00m)	0.0122	0.0128	0.0153

### **RESULTADO:**

CUANDO  $0\% < SO_4 < 0.1\%$  = INSIGNIFICANTE, SEGÚN TABLA 4.4 DE LA NORMA E60 - CONCRETO.

## **14.- DPL (ENSAYO DE PENETRACIÓN LIGERA)**





**PROYECTO:** "INGENIERÍA BÁSICA EXTENDIDA PARA EL PROYECTO DE IMPERMEABILIZACIÓN DE LAS ÁREAS ESTANCAS DE LOS TANQUES DE LA ESTACIÓN 5 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**UBICACIÓN:** CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

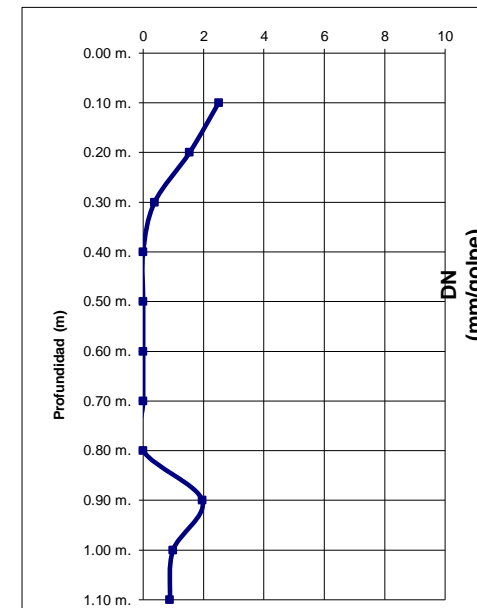
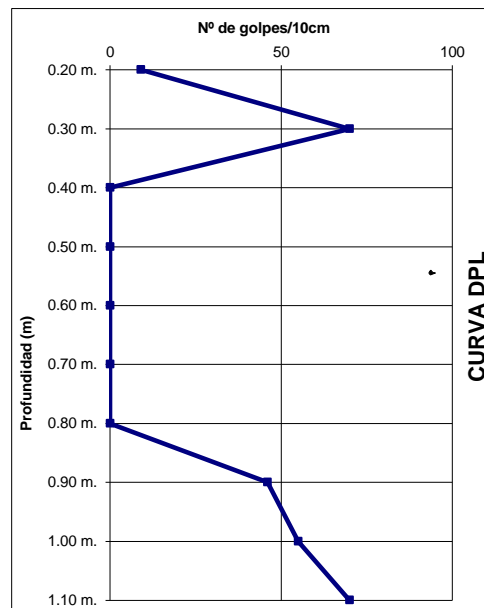
**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

**DPL:** 1

**NIVEL FREATICO :** 0,73 m.

**PENETRACION DINAMICA LIGERA**

PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES		DN (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	@ 10 cm.	acumulado			
0.00 m.	0	0			
0.10	4	4	2.50		
0.20	9	13	1.54		
0.30	70	79	0.38		
0.40	0	0	0.00	SP	
0.50	0	0	0.00		
0.60	0	0	0.00		
0.70	0	0	0.00		
0.80	0	0	0.00		
0.90	46	46	1.96		
1.00	55	101	0.99	GP	
1.10	70	125	0.88		



**PROYECTO** “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”

**UBICACIÓN** CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.

**SOLICITA** AYESA PERU SAC.

**FECHA** PIURA, ENERO DEL 2022.

**DPL** 1

**NIVEL FREATICO : 0,73 m.**

**RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS**

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Φ Angulo de fricción interna	Descripción	q <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.00	0.0	0.00	–	–	–	–	
	0.30	13.0	37.00	30.00	MEDIA	–	REGULAR	SP
	0.60	0.0	0.00	0.00	–	–	–	SP
	0.90	23.0	40.00	31.00	MEDIA	–	BUENO	GP
	1.10	31.0	66.00	33.00	DENSA	–	BUENO	GP

**PROYECTO:** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**UBICACIÓN:** CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

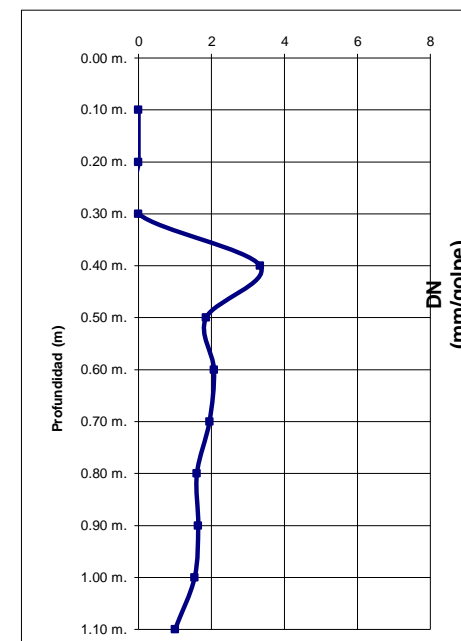
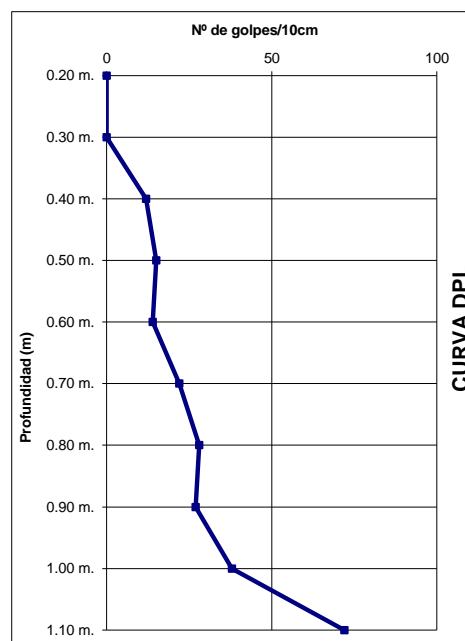
**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

**DPL:** 2

**NIVEL FREATICO A 0.850 m**

**PENETRACION DINAMICA LIGERA**

PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES		DN (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	@ 10 cm.	acumulado			
0.00 m.	0	0			
0.10	0	0	0.00	RELLENO	RELLE NO
0.20	0	0	0.00		
0.30	0	0	0.00		
0.40	12	12	3.33	GP	GRAVA MAL GRADUADA
0.50	15	27	1.85		
0.60	14	29	2.07		
0.70	22	36	1.94		
0.80	28	50	1.60		
0.90	27	55	1.64	SP	ARENA MAL GRADUADA
1.00	38	65	1.54		
1.10	72	110	1.00	GP	GRAVA MAL GRADUADA



**PROYECTO** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**UBICACIÓN** CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.

**SOLICITA** AYESA PERU SAC.

**FECHA** PIURA, ENERO DEL 2022.

**DPL** 2

**NIVEL FREATICO A 0,850 M**

**RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS**

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	$\Phi$ Angulo de fricción interna	Descripción	$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
02	0.00	0.0	0.00	-	-	-	-	
	0.30	0.0	0.00	0.00	RELLENO		RELLENO	RELLENO
	0.60	6.0	17.00	28.00	FLOJA		REGULAR	GP
	0.90	12.0	37.00	30.00	MEDIA		REGULAR	SP
	1.10	27.0	51.00	32.00	MEDIA		REGULAR	GP

**PROYECTO:** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**UBICACIÓN:** CASERIO FELIX FLORES, DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

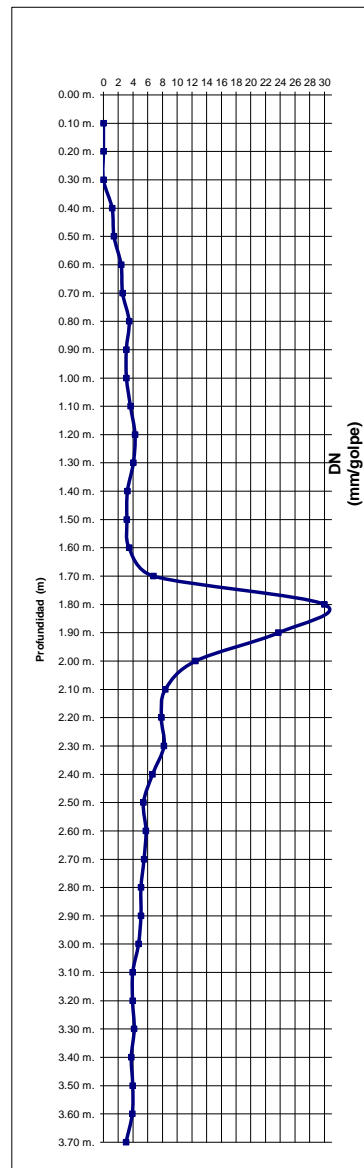
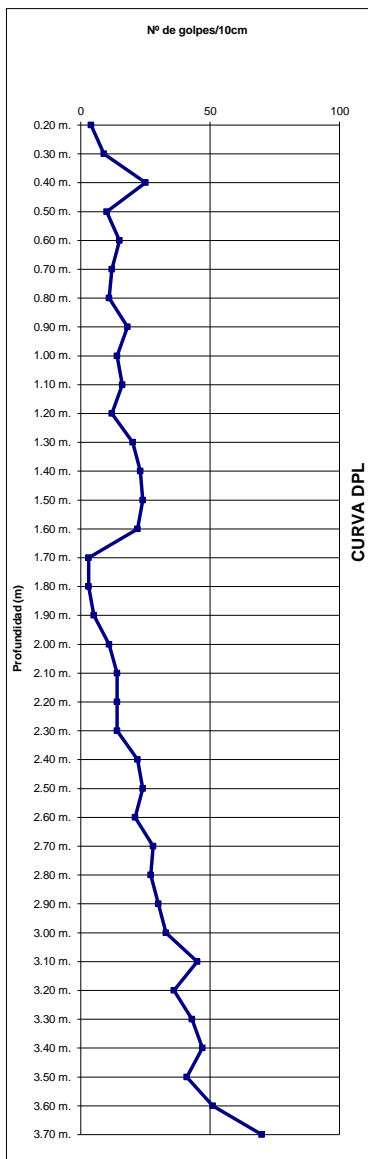
**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

**DPL:** 3

**NIVEL FREÁTICO :** 1,00 m.

**PENETRACION DINAMICA LIGERA**

PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES		DN (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	@ 10 cm.	acumulado			
0.00 m.	0	0			
0.10	0	0	0.00		
0.20	4	4	0.00		
0.30	9	13	0.00		
0.40	25	34	1.18		
0.50	10	35	1.43		
0.60	15	25	2.40		
0.70	12	27	2.59		
0.80	11	23	3.48		
0.90	18	29	3.10		
1.00	14	32	3.13		
1.10	16	30	3.67		
1.20	12	28	4.29		
1.30	20	32	4.06		
1.40	23	43	3.26		
1.50	24	47	3.19		
1.60	22	46	3.48		
1.70	3	25	6.80		
1.80	3	6	30.00		
1.90	5	8	23.75		
2.00	11	16	12.50		
2.10	14	25	8.40		
2.20	14	28	7.86		
2.30	14	28	8.21		
2.40	22	36	6.67		
2.50	24	46	5.43		
2.60	21	45	5.78		
2.70	28	49	5.51		
2.80	27	55	5.09		
2.90	30	57	5.09		
3.00	33	63	4.76		
3.10	45	78	3.97		
3.20	36	81	3.95		
3.30	43	79	4.18		
3.40	47	90	3.78		
3.50	41	88	3.98		
3.60	51	92	3.91		
3.70	70	121	3.06		



**PROYECTO** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**UBICACIÓN** CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.

**SOLICITA** AYESA PERU SAC.

**FECHA** PIURA, ENERO DEL 2022.

**DPL** 3

**NIVEL FREATICO** : 1,00 m.

**RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS**

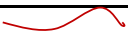

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	$\Phi$ Angulo de fricción interna	Descripción	$q_u$ (Kg/cm²)	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
03	0.00	0.0	0.00	-	-	-	-	
	0.30	3.0	12.00	28.00	MUY FLOJA	-	MALO	CL
	0.60	8.0	20.00	29.00	FLOJA	-	MALO	CL
	0.90	6.0	17.00	28.00	FLOJA	-	MALO	CL
	1.20	7.0	17.00	33.00	FLOJA	-	MALO	SC
	1.50	11.0	36.00	34.00	MEDIA	-	BUENO	SC
	1.80	4.0	15.00	28.00	MUY FLOJA	-	MALO	CL
	2.10	5.0	16.00	28.00	FLOJA	-	MALO	CL
	2.40	8.0	20.00	29.00	FLOJA	-	MALO	CL
	2.70	12.0	37.00	34.00	MEDIA	-	BUENO	CL
	3.00	15.0	42.00	26.00	MEDIA	1.10	BUENO	CL
	3.30	20.0	50.00	36.00	MEDIA	-	BUENO	CL
	3.60	23.0	56.00	36.00	MEDIA	-	BUENO	GP
	3.70	35.0	68.00	34.00	DENSA	-	BUENO	GP

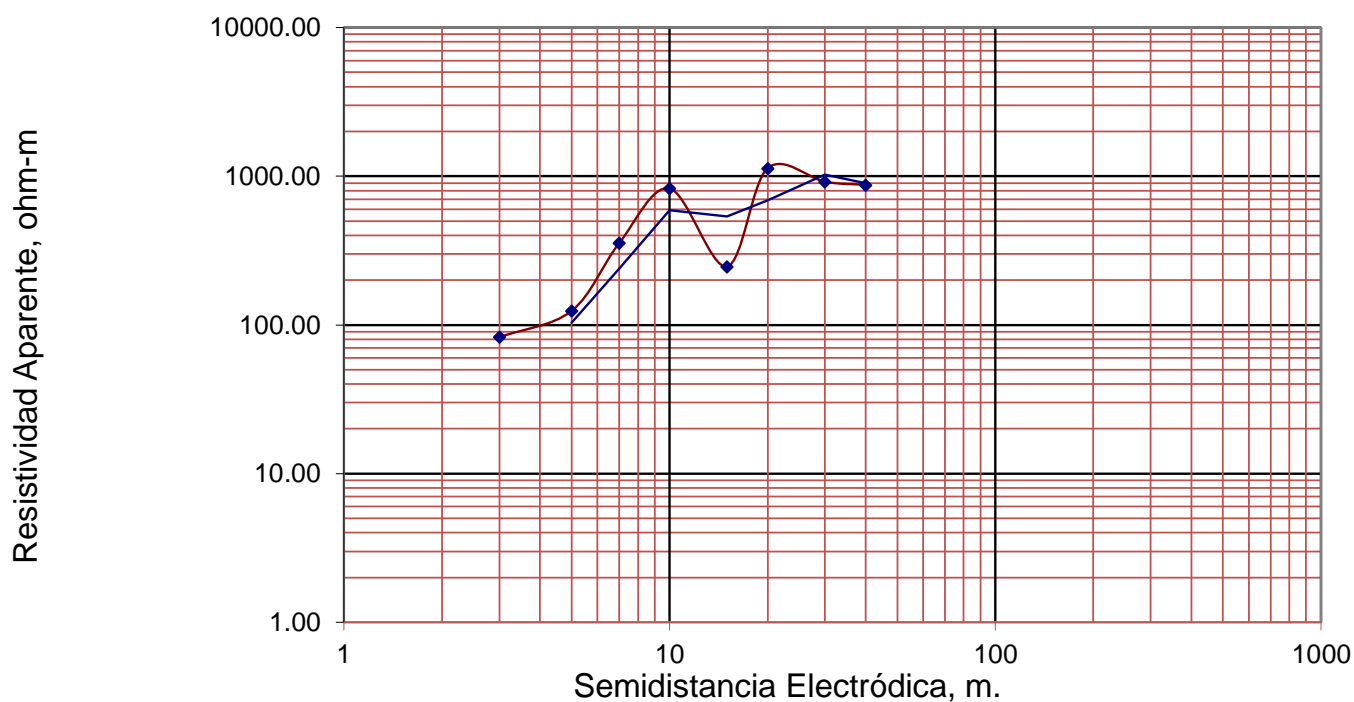


## **15.- RESISTIVIDAD**



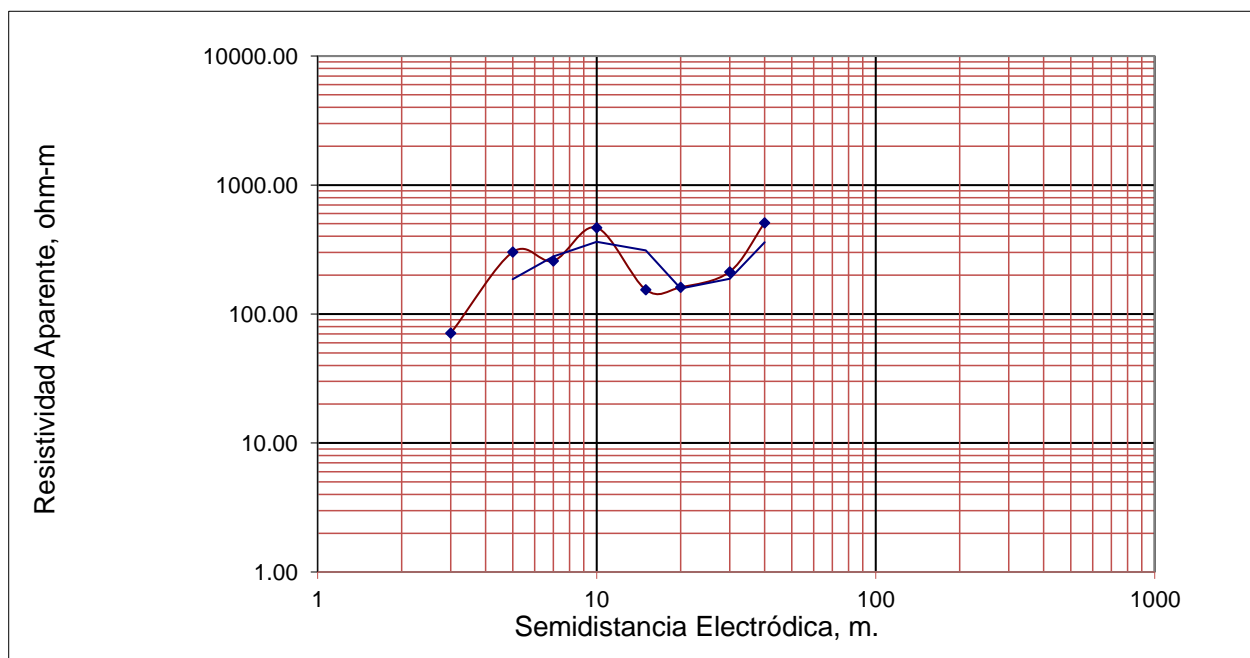
## PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA

PROYECTO:	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”			
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.			
UBICACIÓN:	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.			
ESTACIÓN:	5			COORDENADAS: 221937 E , 9485725 N.
SEV:	SEV-1	LEYENDA		
			CURVA DE RESISTIVIDADES APARENTES	
			CURVA TEÓRICA	
N° Orden	AB/2 (m)	MN/2 (m)	K/10	(Ω.M)
1	3	1	1.26	82.64
2	5	1	3.77	124.14
3	7	1	7.54	354.29
4	10	1	15.55	826.60
5	10	2.5	5.89	246.86
6	15	2.5	35.20	773.76
9	20	2.5	13.75	1131.46
10	30	2.5	62.70	917.73
11	40	2.5	24.74	874.06

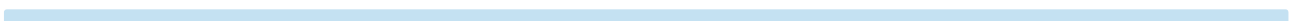


**PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA**

<b>PROYECTO:</b>	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"			
<b>SOLICITA:</b>	AYESA PERU SAC.			
<b>UBICACIÓN:</b>	CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.			
<b>ESTACIÓN:</b>	5			<b>COORDENADAS:</b> 222026 E , 9485440 N.
<b>SEV:</b>	<b>SEV-2</b>	<b>LEYENDA</b>		
		CURVA DE RESISTIVIDADES APARENTES		
		CURVA TEÓRICA		
<b>N° Orden</b>	<b>AB/2 (m)</b>	<b>MN/2 (m)</b>	<b>K/10</b>	<b>(<math>\Omega.M</math>)</b>
1	3	1		70.93
2	5	1		301.87
3	7	1		258.49
4	10	1		467.47
5	10	2.5		154.24
6	15	2.5		135.78
9	20	2.5		161.07
10	30	2.5		212.84
11	40	2.5		508.90

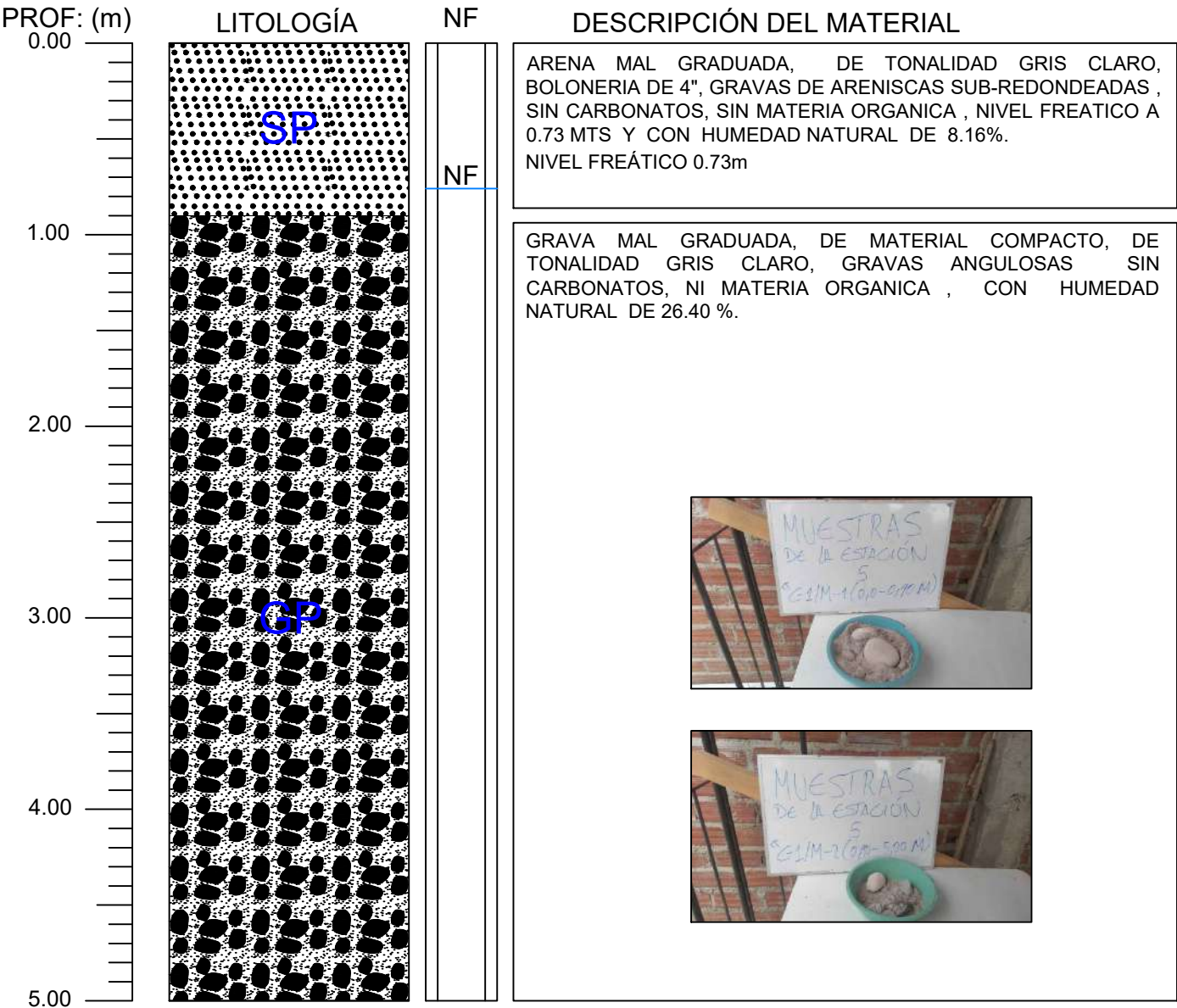


## **16.- PERFILES ESTRATIGRÁFICOS**



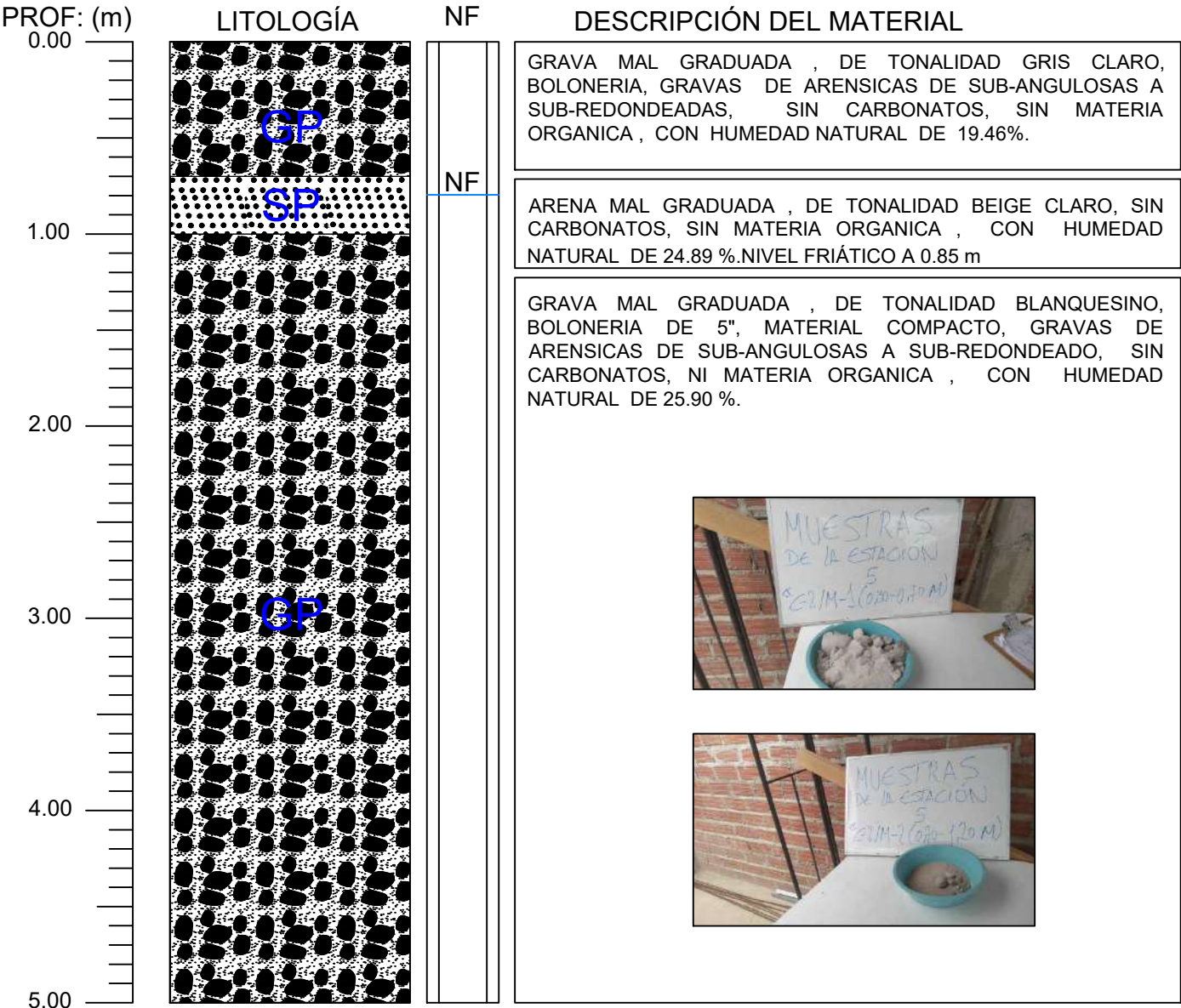
# PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO:  "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	CALICATA C - 01
	COORDENADAS NORTE 9485763 ESTE 221930
UBICACIÓN : CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.	PROF: 5.00 m
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	COTA: 284 (m.s.n.m)
SOLICITANTE: AYESA PERU SAC.	FECHA: ENERO - 2022



# PERFIL ESTRATIGRÁFICO

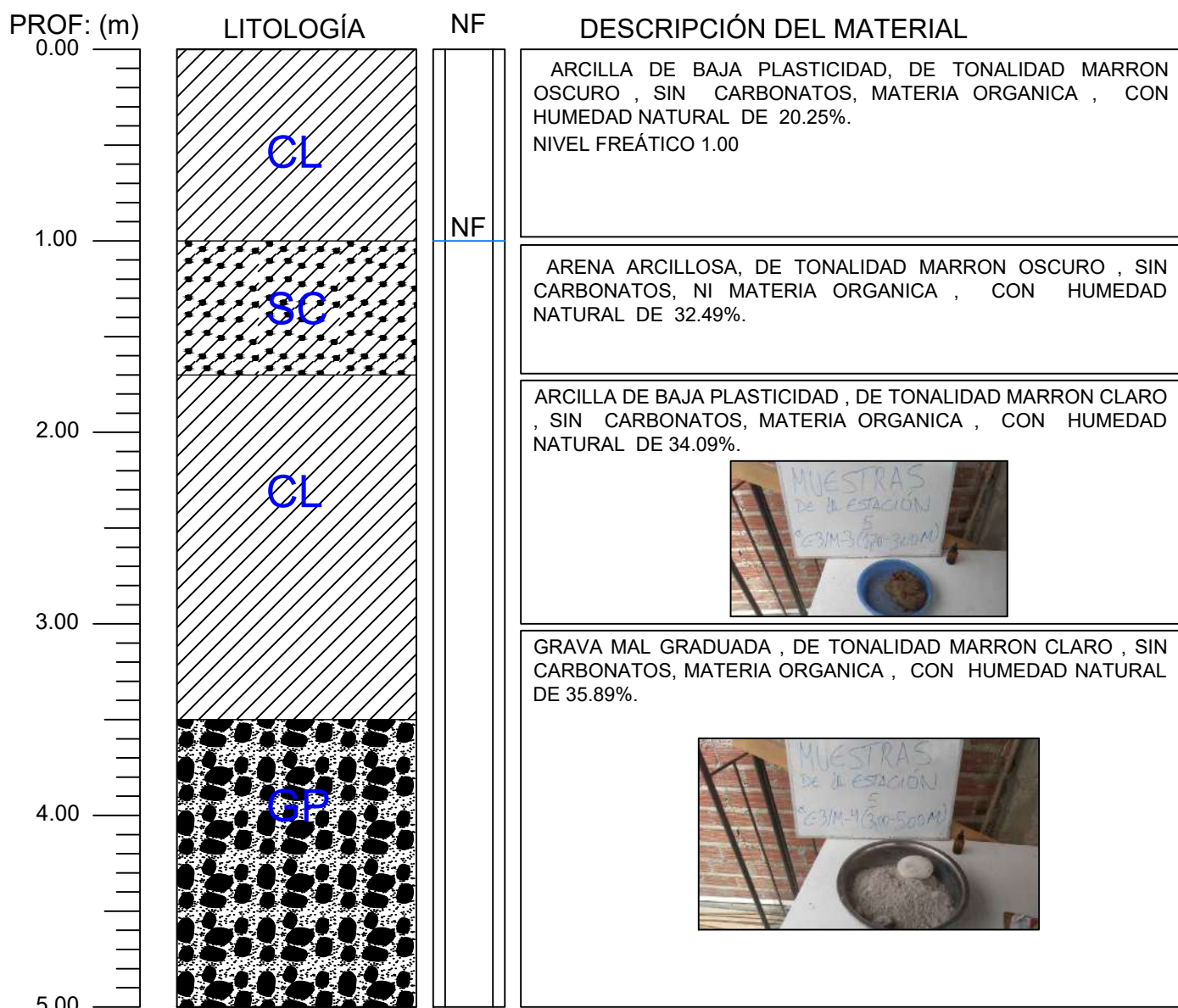
PROYECTO:  "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	CALICATA C - 02
	COORDENADAS NORTE 9485492 ESTE 222052
UBICACIÓN : CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.	PROF: 5.00 m
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	COTA: 282 (m.s.n.m)
SOLICITANTE: AYESA PERU SAC.	FECHA: ENERO - 2022



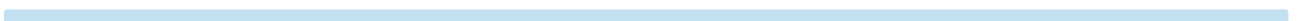


# PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO:  "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	CALICATA C - 03
	COORDENADAS NORTE 9485541 ESTE 221711
UBICACIÓN : CASERIO FELIX FLORES ,DISTRITO DE MANSERICHE, DE LA PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑON, REGIÓN DE LORETO- ESTACION 5.	PROF: 5.00 m
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	COTA: 291 (m.s.n.m)
SOLICITANTE: AYESA PERU SAC.	FECHA: ENERO - 2022



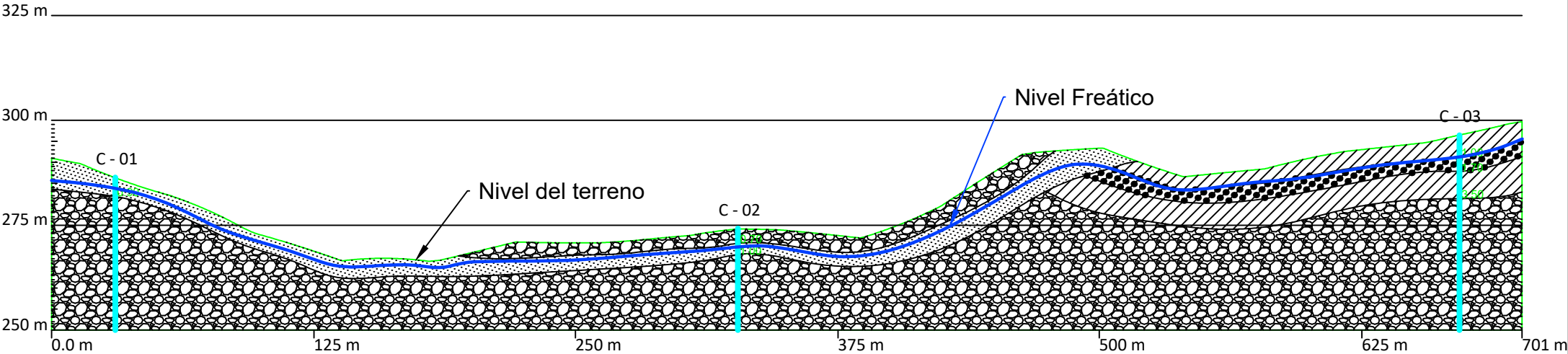
## **17.- SECCIÓN Y PERFIL GEOTÉCNICO**



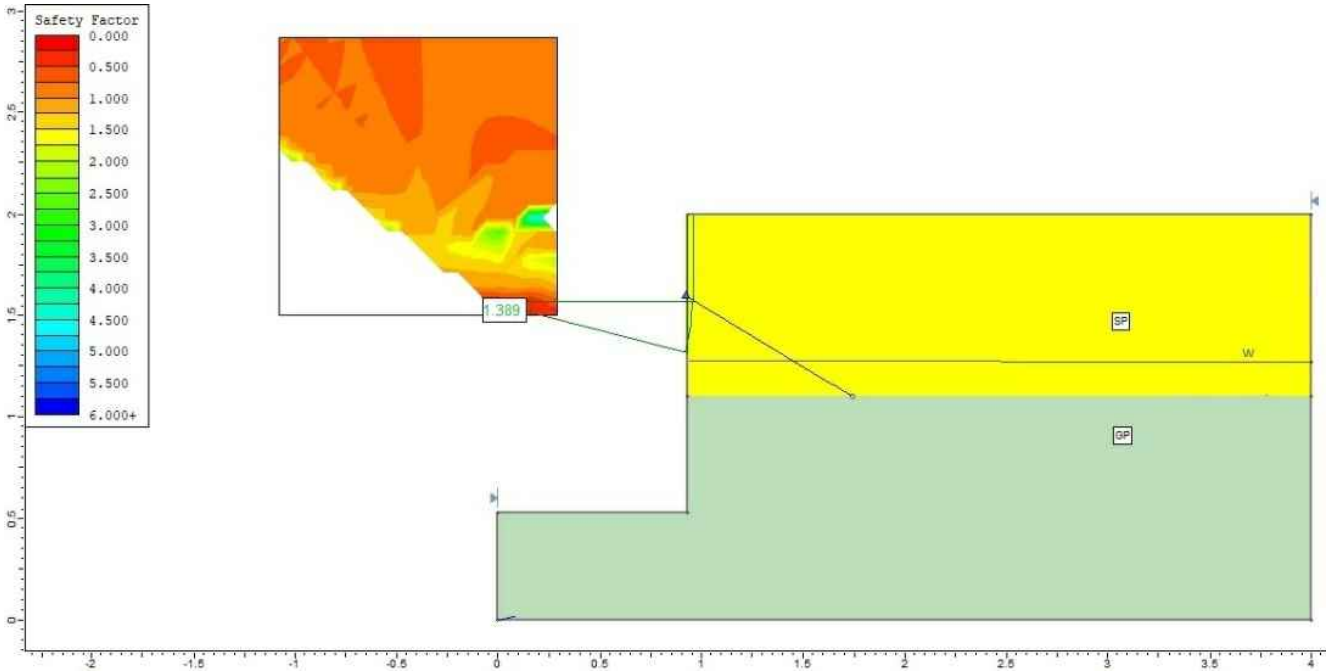
# SECCIÓN GEOTECNICA DE LA ESTACIÓN 5

From Pos: 221916.888, 9485790.351

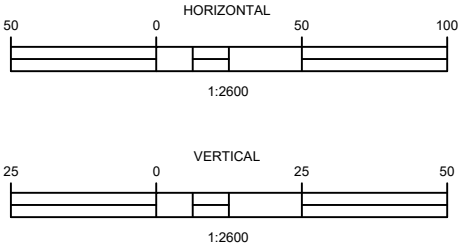
To Pos: 221682.208, 9485548.893



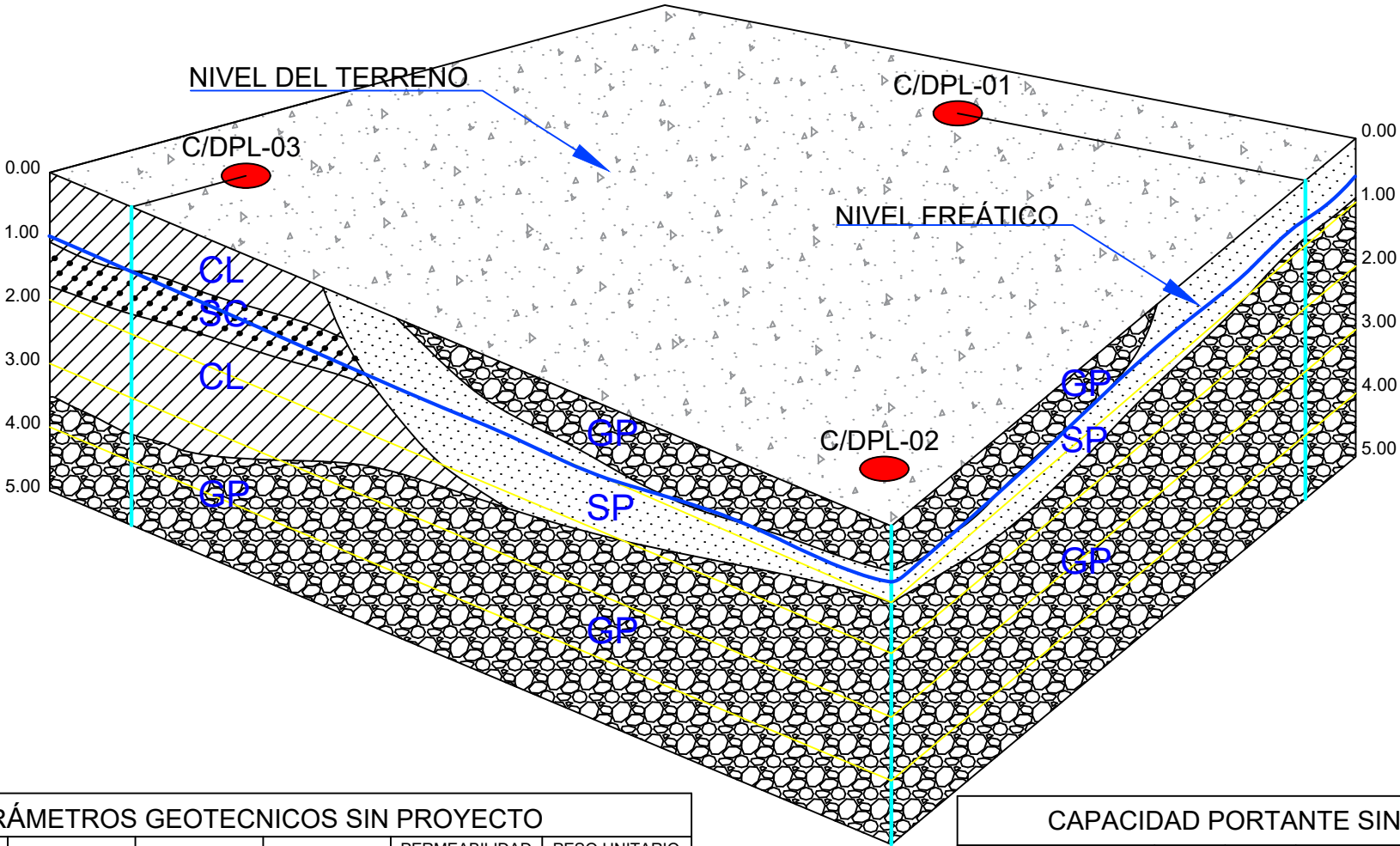
ESTABILIDAD DE TALUD A 2 m CON PROYECTO



VALORES DE LABORATORIO				
SIMBOLOGÍA	COLOR	Unit Weight (KN/m3)	Cohesion (KN/m2)	Phi
SP	<div></div>	18.9	1	29
GP	<div></div>	19	1.5	32



PERFIL GEOTECNICO EN 3D - ESTACIÓN 5



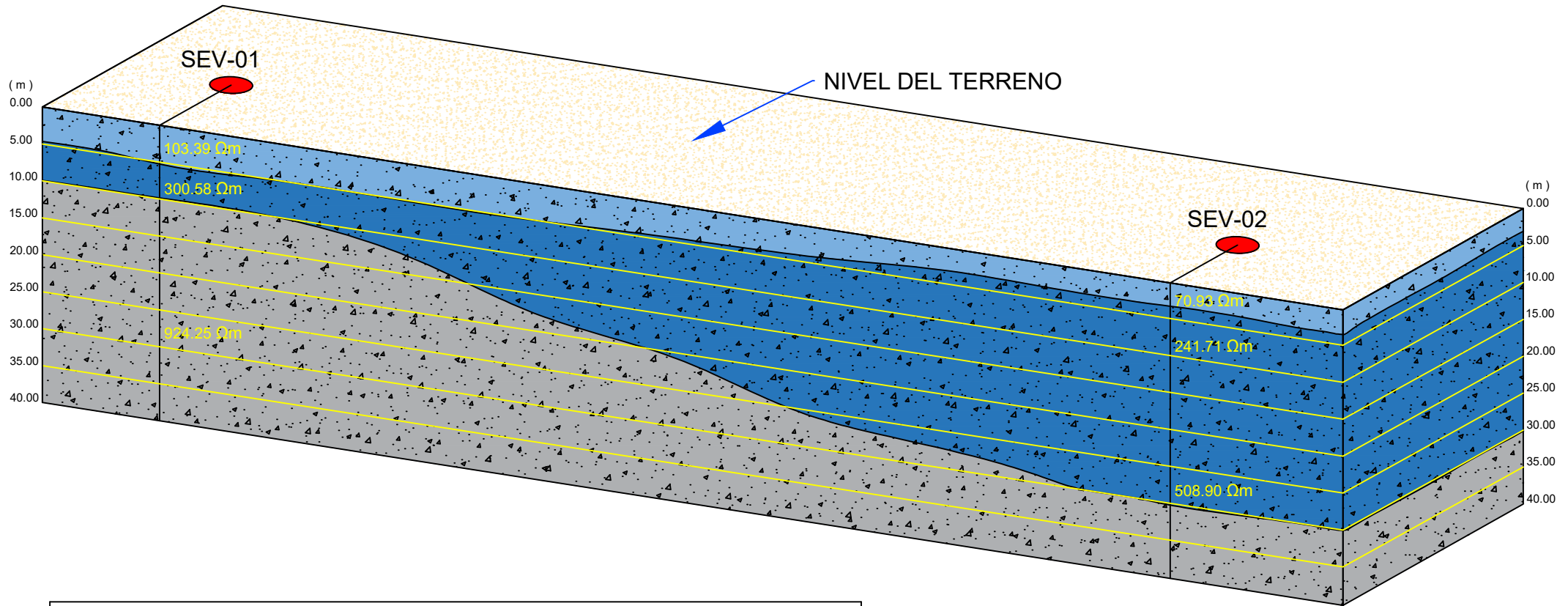
PARÁMETROS GEOTECNICOS SIN PROYECTO					
TIPO DE SUELO	SUCS	Ø°	C (kg/cm2)	PERMEABILIDAD K (cm/seg)	PESO UNITARIO γ (gr/cm3)
GRAVA POBREMENTE GRADUADA	GP	32	0.003	9.31X10 <sup>-1</sup>	1.90

PARÁMETROS GEOTECNICOS CON PROYECTO					
TIPO DE SUELO	SUCS	Ø°	C (kg/cm2)	PERMEABILIDAD K (cm/seg)	PESO UNITARIO γ (gr/cm3)
GRAVA POBREMENTE GRADUADA	GP	36	0.05	9.31X10 <sup>-1</sup>	1.90

CAPACIDAD PORTANTE SIN PROYECTO				
TIPO SUELO	PROF (m)	B (m)	ULTIMA CARGA ( Qc )kg/cm2	PRESIÓN Y TRABAJO ( Pt )kg/cm2
GRAVA POBREMENTE GRADUADA	1.50	2.00	1.52	0.51
	1.80	2.0	1.82	0.61
	2.00	2.00	2.01	0.67

CAPACIDAD PORTANTE CON PROYECTO				
TIPO SUELO	PROF (m)	B (m)	ULTIMA CARGA ( Qc )kg/cm2	PRESIÓN Y TRABAJO ( Pt )kg/cm2
GRAVA POBREMENTE GRADUADA	1.50	2.00	11.03	3.68
	1.80	2.00	11.44	3.81
	2.00	2.00	11.72	3.91

## SECCIÓN GEOELECTRICA - ESTACIÓN 5



### LEYENDA

SIMBOLOGÍA	RANGO	DESCRIPCIÓN
	70.93-103.39	Grava, arena y limo presencia de agua
	241.71-300.58	Grava y arena (arena conglomeradica polimictica y presencia de agua)
	508.90-924.25	Arenisca de grano medio a grueso con niveles conglomeradicos

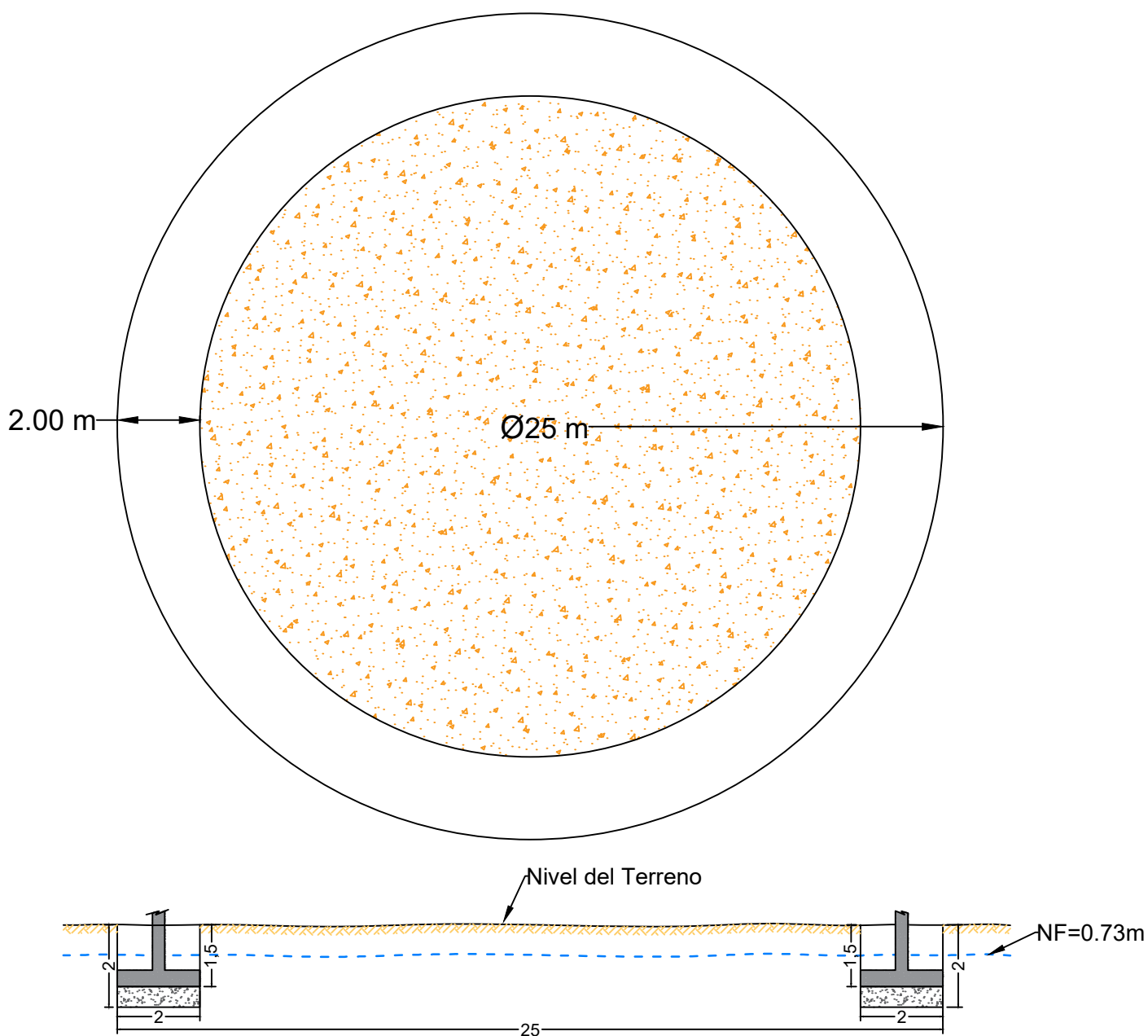


## **18.- DETALLE DEL MEJORAMIENTO**

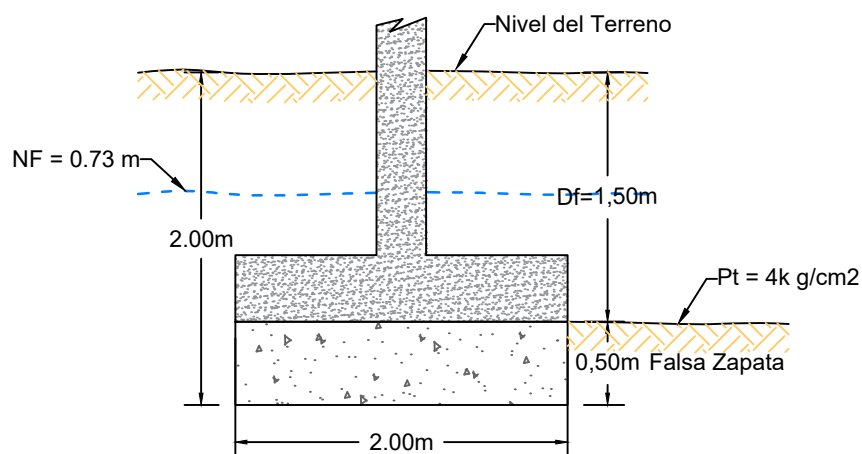


# DETALLE DE MEJORAMIENTO

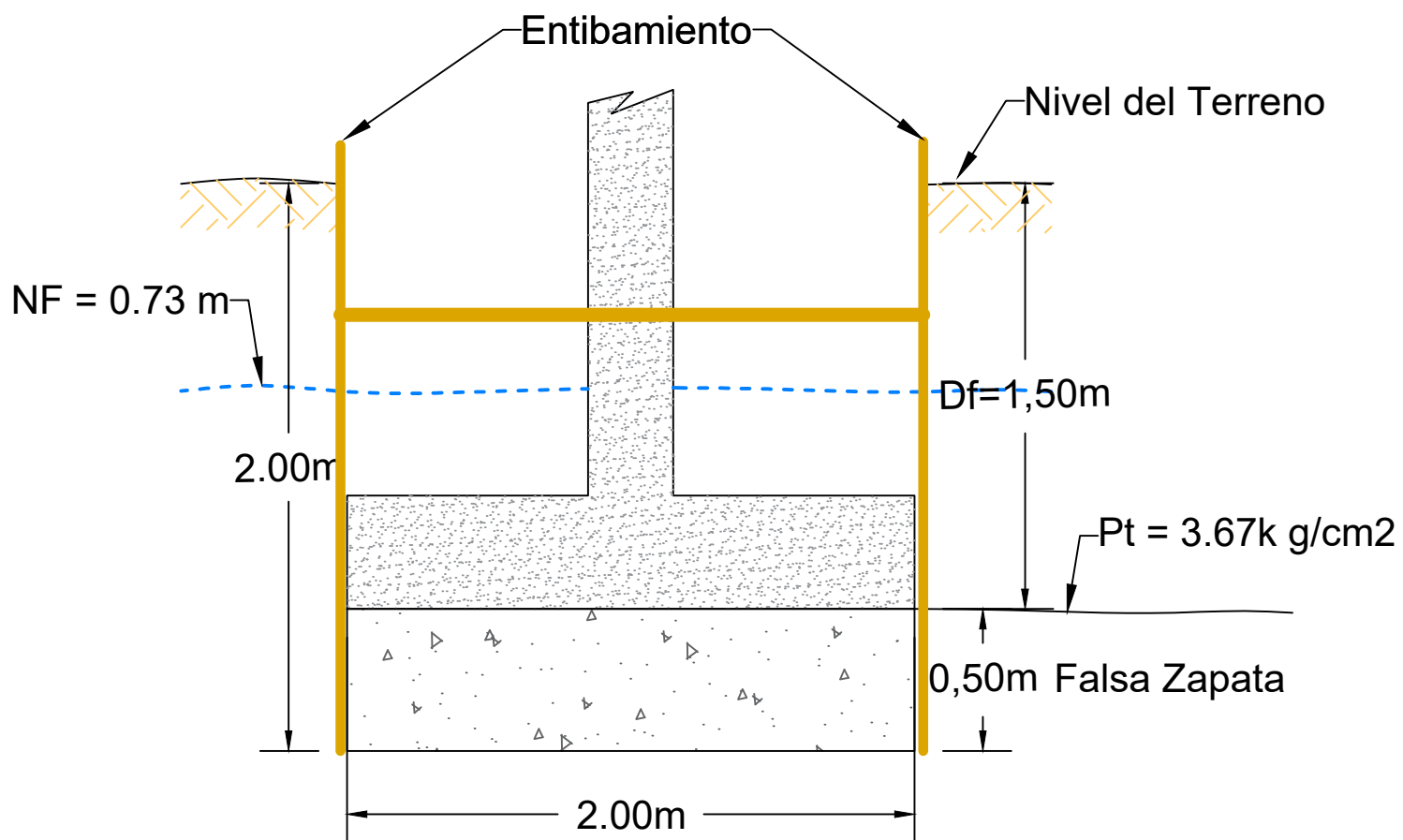
## ESTACIÓN 5



### CIMENTACIÓN RECOMENDADA

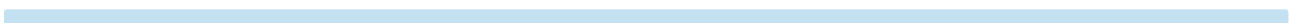


## ESTABILIDAD DE TALUD



## **19.- PANEL FOTOGRÁFICO**

- **CAMPO-DPL**
- **ESTACIÓN GEOFÍSICA**
- **LABORATORIO**



**PROYECTO: “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”**

<p><b>Estación 5</b></p> <p><b>Calicata y DPL 01</b></p> <p><b>Cota: 278 m</b></p> <p><b>(221930.00 E 9485763.00 N)</b></p>				
	<p><b>Remoción de la materia Orgánica</b></p>		<p><b>Excavación de la calicata 01</b></p>	
				
	<p><b>Avance de la calicata 01</b></p>		<p><b>Hincado DPL al terreno por golpes</b></p>	

**PROYECTO: “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”**

<b>Estación 5</b>  <b>Calicata y DPL 02</b>  <b>Cota: 278 m</b>   <b>(222052.00 E 9485492.00 N)</b>		
	<b>Vista interior de la calicata y presencia del nivel freático</b>	
		
	<b>Vista general de la calicata 02</b>	<b>Hincado DPL al terreno por golpes</b>



**PROYECTO: “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”**

<div>Estación 8</div> <div>Calicata y DPL 03</div> <div>Cota: 278 m</div> <div>(221711.00 E 9485541.00 N)</div>		
	Remoción de la materia Orgánica	Excavación de la calicata 03
		
	Avance de la calicata 03	Medida de avance por golpes DPL



**PROYECTO: “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”**

**Estación 5**

**SEV-01**

**Cota: 279 m**

**(221937.28 E  
9485725.00 N)**



**Equipado del SEV-01**



**Vista general del cableado y electrodos del SEV-01**



**PROYECTO: “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”**

**Estación 5**

**SEV- 02**

**Cota: 279 m**

**(222026.27 E  
9485440.00 N)**



**Toma de lectura de datos del SEV-02**



**Cableado para medir la resistividad del terreno**

**ENSAYOS DE  
LABORATORIO**



**APLICACIÓN DEL PENETROMETRO**



**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

**ESTACIÓN 5**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

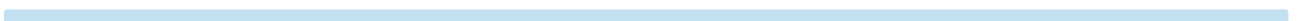


**ENSAYO DE PERMEABILIDAD**

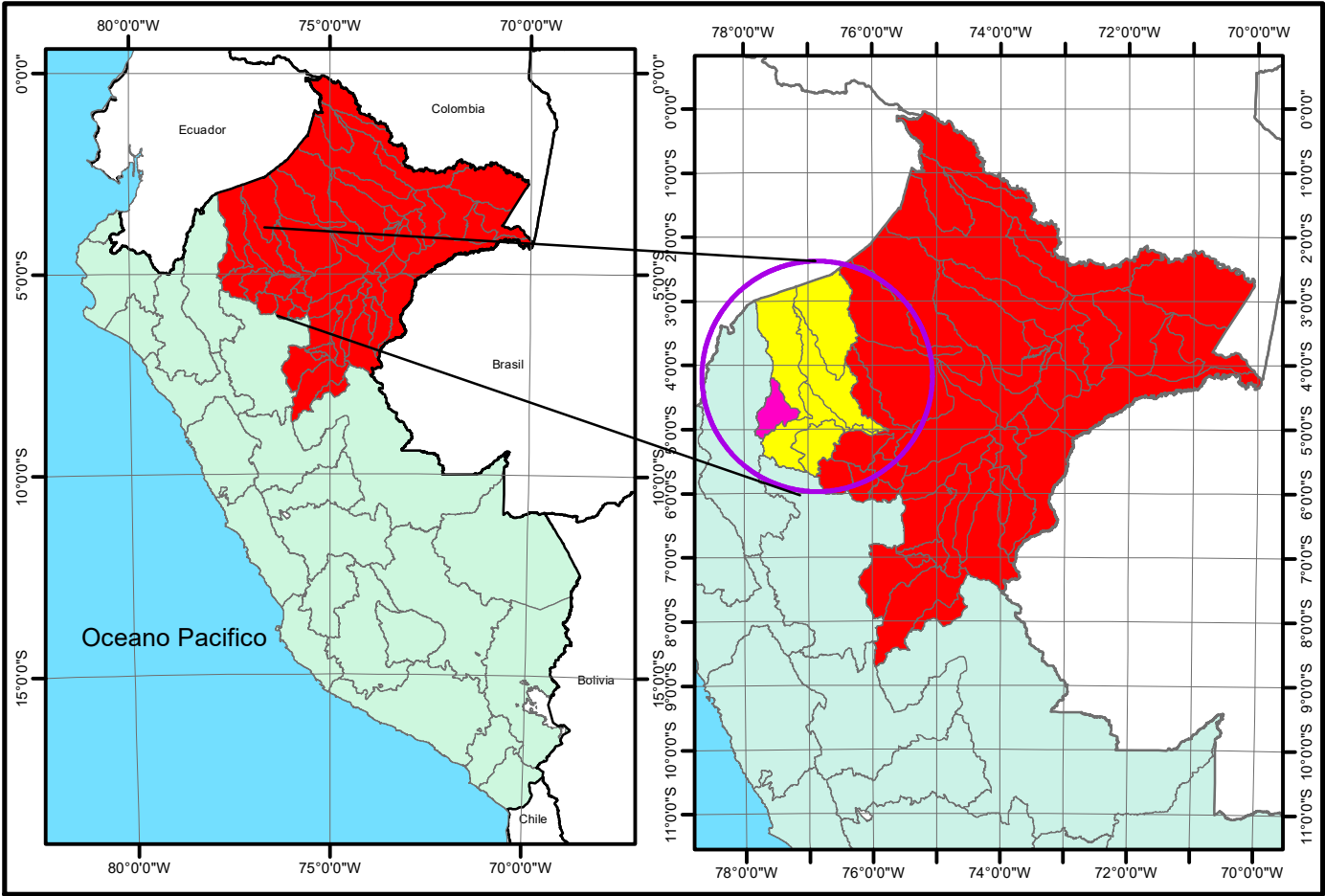
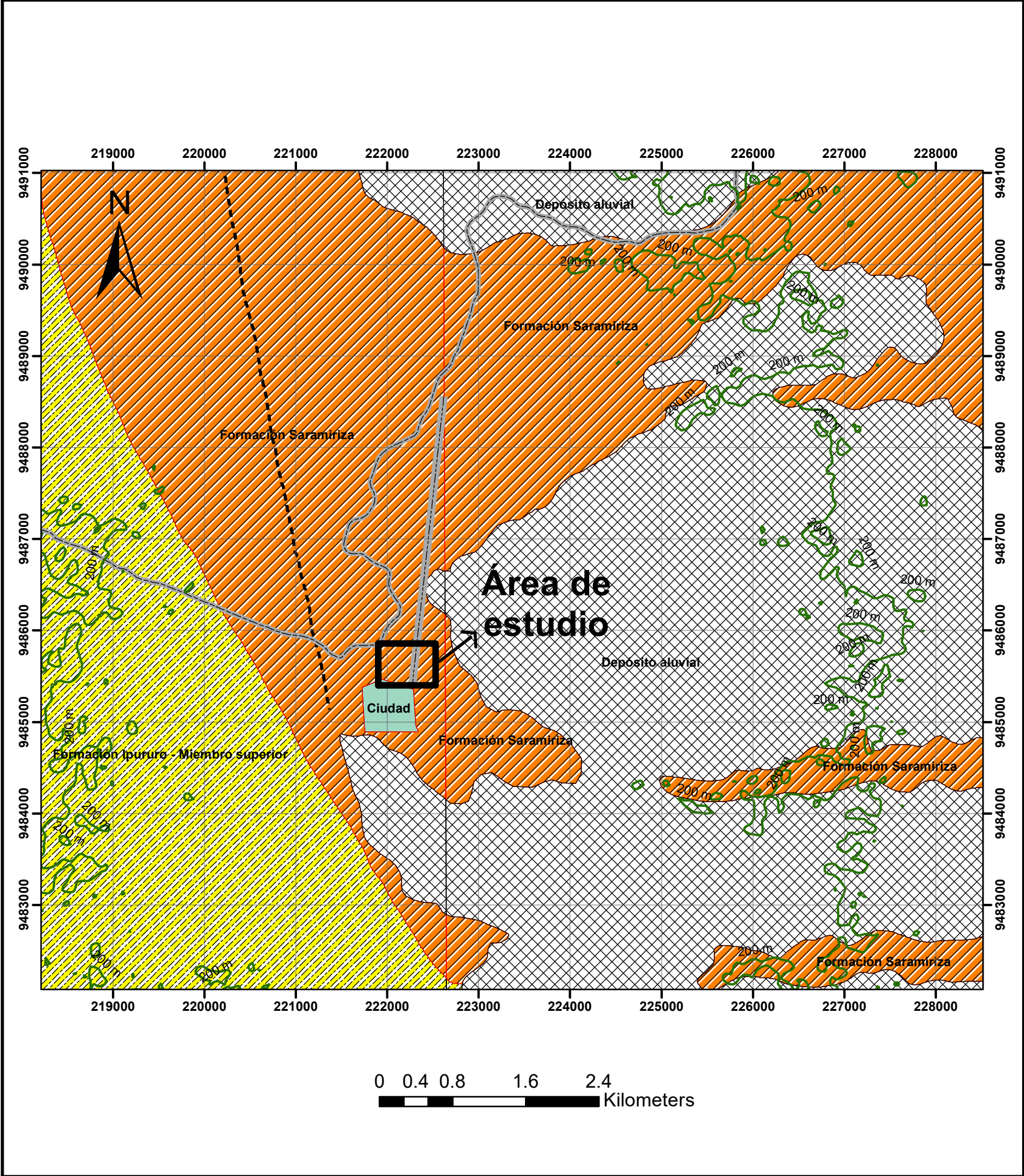


<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>		
	<b>APLICACIÓN DE PESO UNITARIO</b>	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>
<b>ESTACIÓN 5</b>		
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>	

## **20.- MAPAS**



MAPA GEOLÓGICO REGIONAL



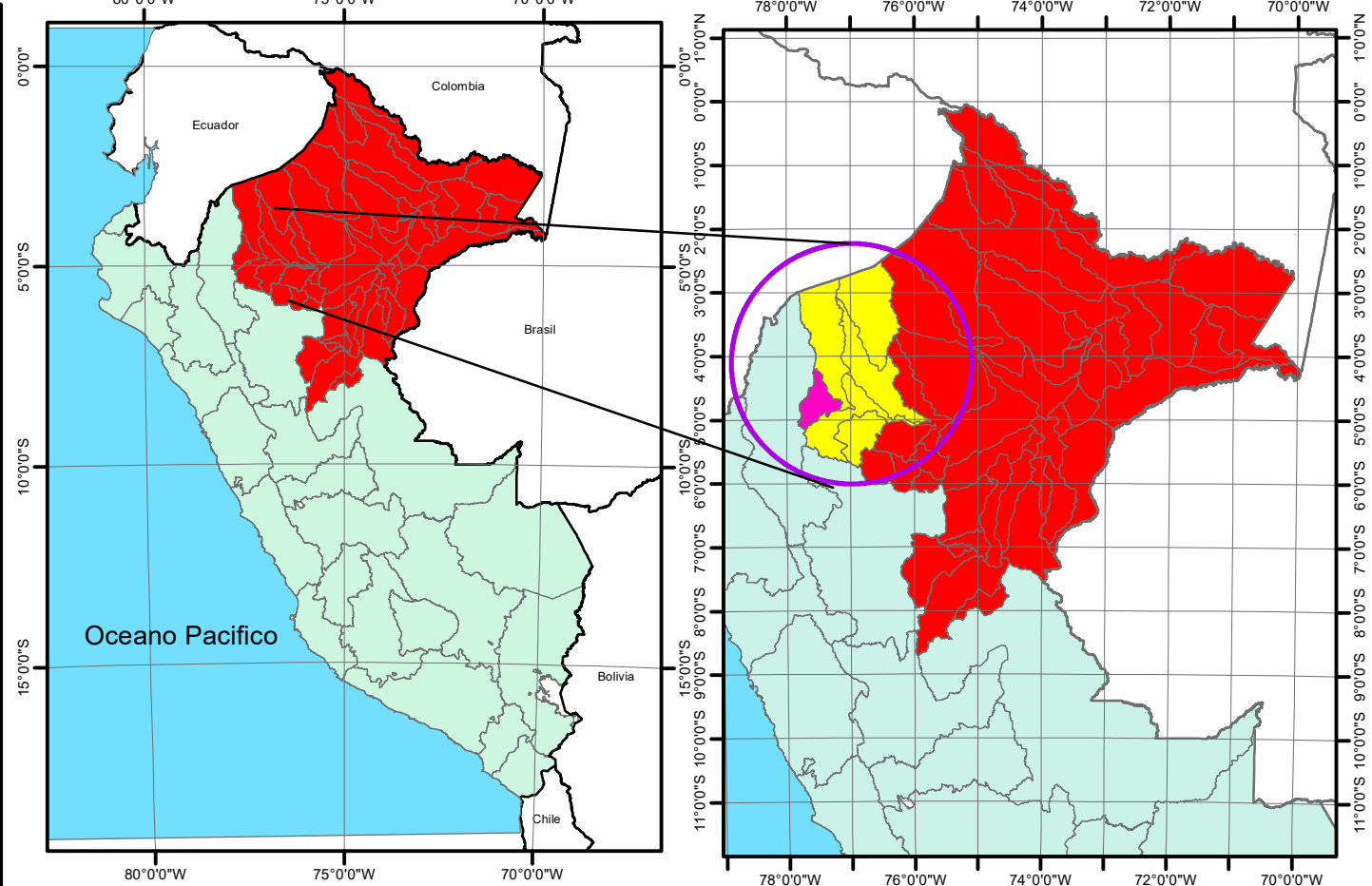
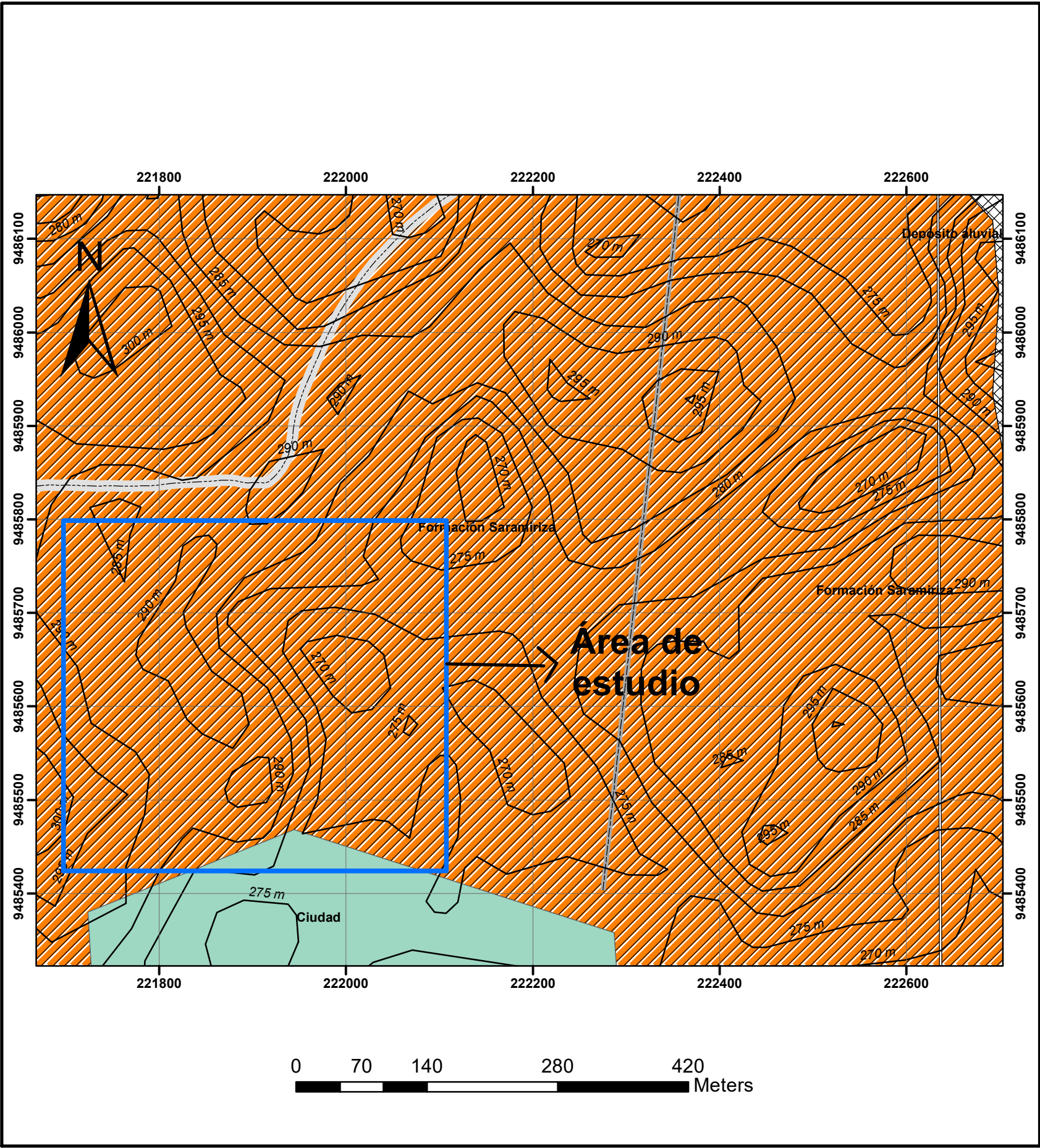
LEYENDA

SIMBOLOGÍA		FORMACIÓN		DESCRIPCIÓN
	Vías		Depósito aluvial	Areniscas, calcarenitas de coloraciones pardas a rojizas, arcillitas y areniscas limosas de coloraciones rojizas a beige
	Falla normal		Formación Saramiriza	Areniscas, conglomerados y lutitas grises.
	Área de estudio		Formación Ipururo Miembro superior	Areniscas de grano medio a grueso de color rojizo a pardo amarillento, conglomerados.

			"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
MAPA GEOLÓGICO REGIONAL - ESTACIÓN 5					
DEPARTAMENTO: LORETO		PROVINCIA: DATEM DEL MARAÑON		DISTRITO: MANSERICHE	
COORDENADAS EN WGS84		ESCALA: 1: 50.000		ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L	
MGR - E5		FECHA: ENERO 2022		CAD: UMERES RIVEROS WALTER	



# MAPA GEOLÓGICO LOCAL



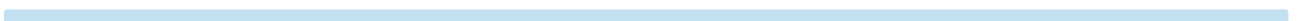
## LEYENDA

SIMBOLOGÍA	
	Vías
	Área de estudio

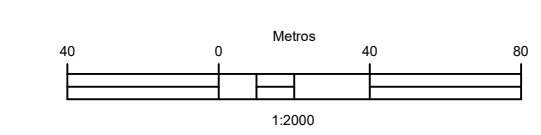
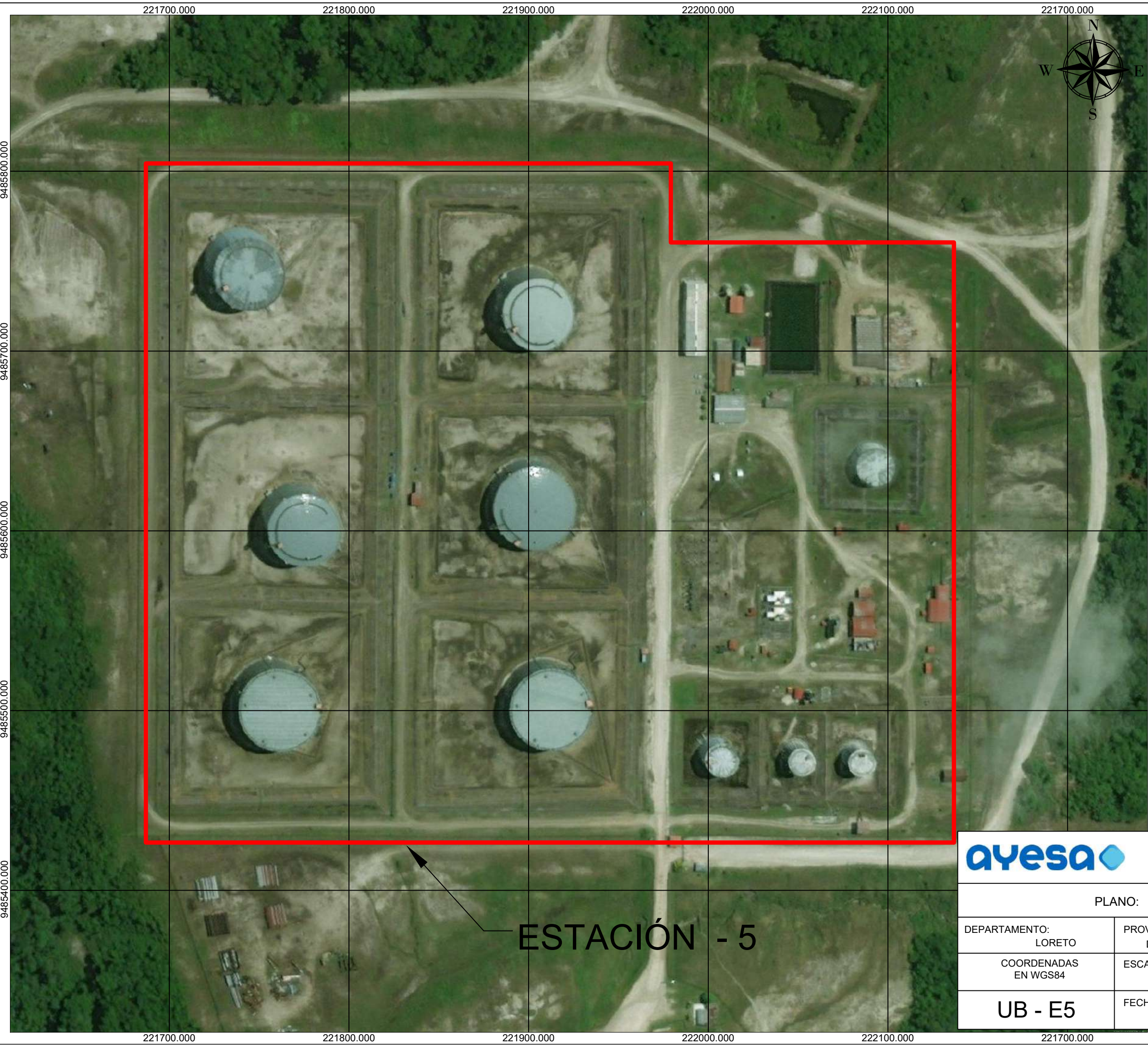
FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN
Depósito aluvial	Areniscas, calcarenitas de coloraciones pardas a rojizas, arcillitas y areniscas limosas de coloraciones rojizas a beige
Formación Saramiriza	Areniscas, conglomerados y lutitas grises.

"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
MAPA GEOLÓGICO LOCAL - ESTACIÓN 5		
DEPARTAMENTO: LORETO	PROVINCIA: DATEM DEL MARAÑON	DISTRITO: MANSERICHE
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1: 5.000	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
MGL - E5	FECHA: ENERO 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER

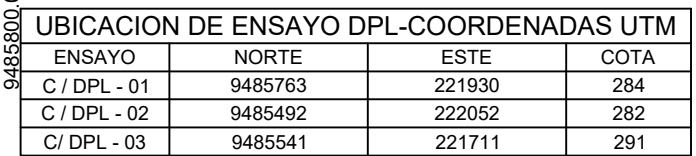
## **21.-PLANOS**



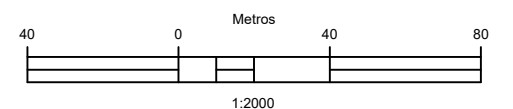








DPL - 02



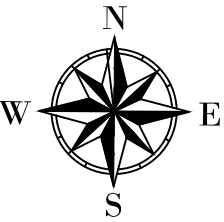
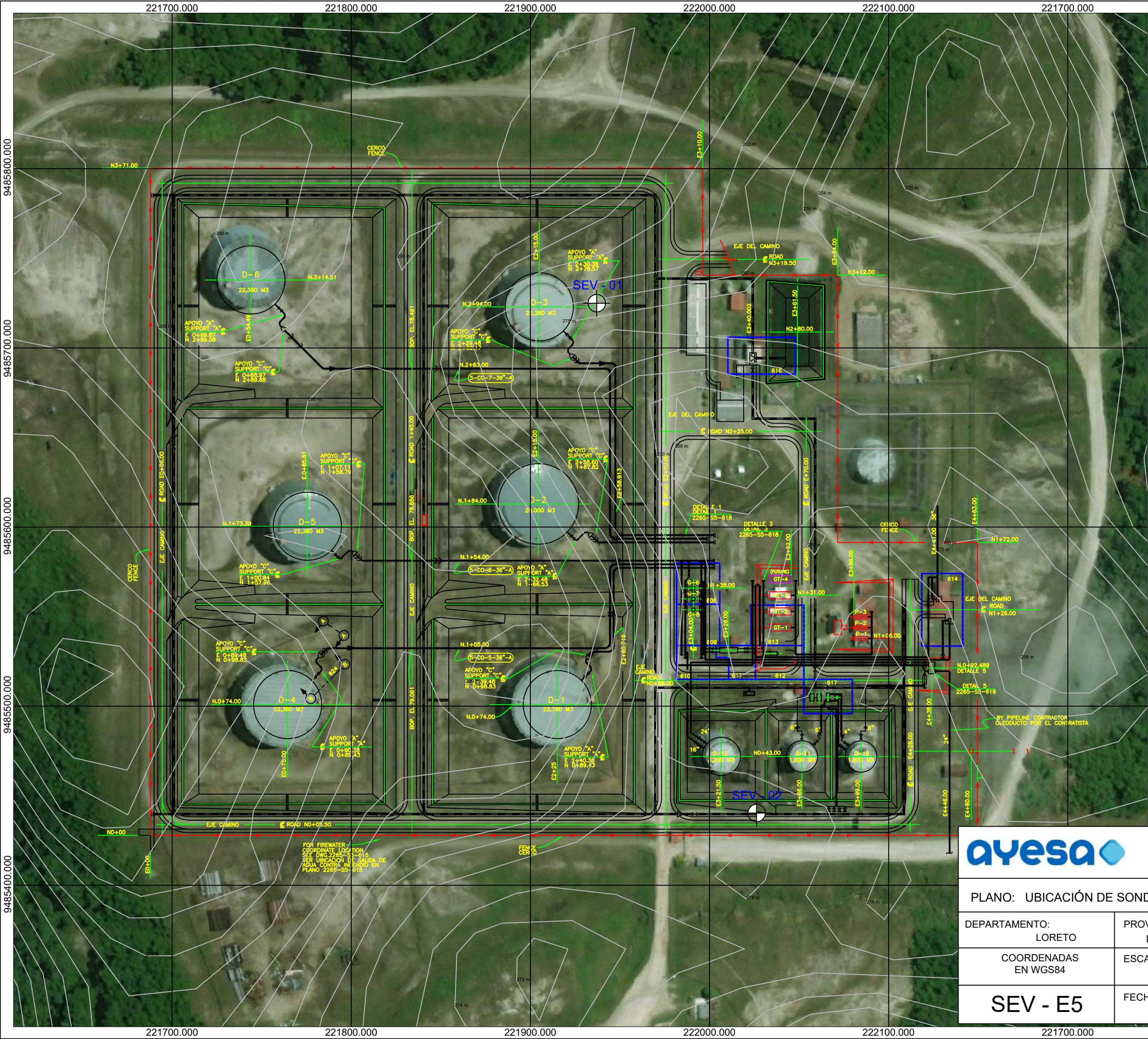
ayesa

“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA  
BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL  
OLEODUCTO NORPERUANO”

PLANO: UBICACIÓN DE CALICATAS Y DPL - ESTACIÓN 5

DEPARTAMENTO: LORETO	PROVINCIA: DATEM DEL MARAÑON	DISTRITO: MANSERICHE
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1/1250	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
<b>C / DPL - E5</b>	FECHA: ENERO - 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER





UBICACION DE SEV - COORDENADAS UTM			
ENSAYO	NORTE	ESTE	COTA
SEV - 01	9485725	221937	285
SEV - 02	9485440	222026	174

LEYENDA	
	SEV

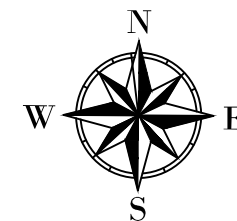


“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA  
BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL  
OLEODUCTO NORPERUANO”

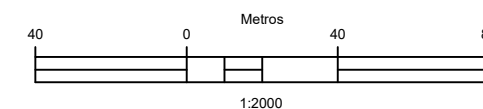
PLANO: UBICACIÓN DE SONDAJES ELECTRICOS VERTICALES (SEV) - ESTACION 5

DEPARTAMENTO: LORETO	PROVINCIA: DATEM DEL MARAÑON	DISTRITO: MANSERICHE
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1/1250	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
SEV - E5	FECHA: ENERO - 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER





ESTACIÓN 8	
Área	151129.76 m2
Longitud	1668.17 m2

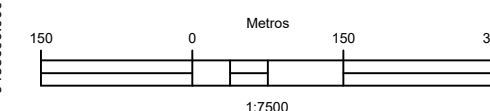
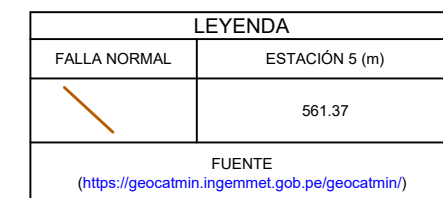



“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA  
BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL  
OLEODUCTO NORPERUANO”

PLANO: TOPOGRÁFICO - ESTACIÓN 5

DEPARTAMENTO: LORETO	PROVINCIA: DATEM DEL MARAÑON	DISTRITO: MANSERICHE
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1/1250	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
PT - E5	FECHA: ENERO - 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER







 <div> “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA  BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL  OLEODUCTO NORPERUANO” </div>		
PLANO: GEOLOGÍA ESTRUCTURAL - ESTACIÓN 5		
DEPARTAMENTO: LORETO	PROVINCIA: DATEM DEL MARAÑON	DISTRITO: MANSERICHE
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1/7500	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
<b>GE - E5</b>	FECHA: ENERO - 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER



## **ESTUDIOS DE SUELOS – ESTACIÓN 8**

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
A	Emitido para Revisión	22/01/2022	WUR CONSULTING SRL	M.B.S	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.					
CONTRATO MARCO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE INGENIERÍA					
CONTRATO N° 4400000501					
Servicio / Proyecto:		95-1-017			
“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”					
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8					
Toda versión impresa de este documento es una copia no controlada. Este documento es propiedad de AYESA.		Código del Documento		Revisión	Fecha
		P50-95-1-017-E8-INF-EE-003		A	22/01/2022

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	2 de 66

## ÍNDICE GENERAL

I.- GENERALIDADES .....	7
1.1. INTRODUCCIÓN .....	7
II.- UBICACIÓN Y EXPLORACIÓN .....	7
2.1 UBICACIÓN.....	7
2.2 EXPLORACIÓN.....	8
III.- MARCO GEOLÓGICO .....	10
3.1 GEOLOGÍA REGIONAL.....	10
3.2 GEOLOGÍA LOCAL.....	13
IV.- PELIGROS GEOLÓGICOS .....	14
4.1. GEODINÁMICA EXTERNA.....	14
4.1.1. Deslizamientos.....	14
4.1.2. Inundación fluvial .....	15
4.2.2. Zonificación sísmica.....	16
V.- GEOTECNIA .....	19
5.1.- METODOLOGÍA .....	19
5.2. INVESTIGACIONES DE CAMPO.....	19
5.2.1. Ensayo de DPL (Ensayo de penetración Dinámica Ligera).....	19
5.2.2. Excavaciones de Calicatas .....	24
5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO .....	27
5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS.....	28
5.4.1. Análisis Granulométrico por tamizado .....	28
5.4.2. Límites de Consistencia (ASTM-D-4318).....	28
5.4.3 Clasificación de suelos SUCS.....	29
5.4.4. Contenido de Humedad Natural.....	31
5.4.5. Nivel freático .....	32
5.4.6. Ensayo de Corte directo .....	32
5.4.7. Capacidad Portante y Presión De Trabajo (Pt) .....	33
5.4.8. Modulo de Poisson.....	36
5.4.9. Asentamientos elásticos .....	36
5.5. ENSAYOS ESPECIALES .....	39

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	3 de 66

5.5.1. Ensayo de Permeabilidad.....	39
5.5.2. Licuación de Suelos .....	39
5.5.3. Hinchamiento de Arcillas .....	40
5.5.4. Agresividad de Suelos.....	40
5.5.5. California Bearing Ratio CBR .....	42
5.5.6. Coeficiente de Balasto .....	43
5.5.7. Esponjamiento.....	44
5.7 ETAPA DE GABINETE.....	45
5.7.1 Perfil geotécnico .....	45
5.7.2. Perfiles Estratigráficos .....	47
5.7.3. Estabilidad de Talud para excavaciones .....	47
5.7.4. Métodos de compactación para rellenos laterales.....	50
5.7.5. Tipos y profundidades de cimentación recomendadas. ....	50
VI. RESISTIVIDAD DEL SUELO.....	52
6.1. REFERENCIAS UTILIZADAS .....	52
6.2. EQUIPO GEOELÉCTRICO UTILIZADO .....	52
6.3. MÉTODO DE MEDICIÓN EMPLEADO.....	53
6.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO...	54
6.5. METODOLOGÍA UTILIZADA.....	55
6.5.1. Investigación Geoeléctrica.....	55
6.5.2. Etapa de Gabinete .....	57
6.6. RESULTADOS OBTENIDOS DE RESISTIVIDAD .....	58
6.6.1. Valoración cuantitativa .....	58
6.6.2. Valoración cualitativa .....	59
6.7. SECCIÓN GEOELÉCTRICA.....	61
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
- GEOTECNIA .....	62
- RESISTIVIDAD DE SUELOS .....	64
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	65
VIII. ANEXOS .....	66

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	4 de 66

## ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro N° 1: Ubicación de Calicatas / DPL - Coordenadas UTM (WGS 84).....	8
Cuadro N° 2: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) - Coordenadas UTM (WGS 84).....	9
Cuadro N° 3: Factores de la Zona "Z".....	17
Cuadro N° 4: Perfiles de Suelos y Parámetros. ....	18
Cuadro N° 5: Valores de S y Tp para Suelos en Zona del Proyecto. ....	18
Cuadro N° 6: Resumen de los Parámetros de la Zona de Estudio.....	18
Cuadro N° 7: Ubicación de DPL - Coordenadas UTM (WGS 84). ....	20
Cuadro N° 8: Tabla de valores de Referencia .....	20
Cuadro N° 9: Tabla de valores en arcilla.....	20
Cuadro N° 10: Resumen de los Ensayos del DPL 01.....	21
Cuadro N° 11: Resumen de los Ensayos del DPL 02.....	22
Cuadro N° 12: Resumen de los Ensayos del DPL 03.....	23
Cuadro N° 13: Equipos y Materiales Utilizados. ....	26
Cuadro N° 14: Normatividad de Ensayos para Suelos. ....	27
Cuadro N° 15: Compacidad de Suelos Granulares.....	29
Cuadro N° 16: Consistencia del Suelos Cohesivos. ....	29
Cuadro N° 17: Parámetros Físico-Mecánicos .....	30
Cuadro N° 18: Clasificación de Humedad Natural .....	31
Cuadro N° 19: Resultados de Humedad.....	31
Cuadro N° 20: Profundidad del Nivel Freático - Estación 5 .....	32
Cuadro N° 21: Resultados de Corte Directo.....	32
Cuadro N° 22: Resultados de Peso Unitario y Cohesión. ....	34
Cuadro N° 23: Valores Portantes .....	34
Cuadro N° 24: Valores Portantes con proyecto.....	34
Cuadro N° 25: Valores de Capacidad Admisible Sin mejoramiento.....	35
Cuadro N° 26: Valores de Capacidad Admisible sin mejoramiento .....	35
Cuadro N° 27: Valores de Capacidad Admisible con mejoramiento .....	35
Cuadro N° 28: Valores de Capacidad Admisible con mejoramiento .....	35
Cuadro N° 29: Modulo de Poisson ( $\mu$ ).....	36
Cuadro N° 30: Escalas para determinar el Valor de Influencia (N) .....	37
Cuadro N° 31: Módulo de elasticidad (ES).....	37
Cuadro N° 32: Valores para el cálculo de asentamientos.....	38
Cuadro N° 33: Resultados de asentamiento .....	38
Cuadro N° 34: Resultados de permeabilidad.....	39
Cuadro N° 35: Valores de Hinchamiento y Contracción .....	40



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	5 de 66

Cuadro N° 36: Contenido de Sulfatos en Muestras de Suelo y Agua .....	40
Cuadro N° 37: Resultado de agresividad de suelos .....	41
Cuadro N° 38: Resumen de Propiedades Especiales.....	41
Cuadro N° 39: Categorías de Sub rasante. ....	42
Cuadro N° 40: Resultados de CBR. ....	42
Cuadro N° 41: Valores de K30 .....	43
Cuadro N° 42: Resultado de Coeficiente de Balasto .....	44
Cuadro N° 43: Valor de Esponjamiento .....	44
Cuadro N° 44: Valores para el Diseño del Talud. ....	48
Cuadro N° 45: Características de instrumentos y equipos utilizados .....	52
Cuadro N° 46: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) - Coordenadas UTM (WGS 84).....	55
Cuadro N° 47: Valores típicos de resistividades de algunos medios y rocas. ....	57
Cuadro N° 48: Resultados de la interpretación de sondajes eléctricos verticales (SEVs) .....	58
Cuadro N° 49: Descripción general de la capa Geoeléctrica (SEV-1).....	59
Cuadro N° 50: Descripción general de la capa Geoeléctrica (SEV-2).....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Proceso de un Deslizamiento.....	14
Gráfico N° 2: Limite de campo de inundaciones de crecidas.....	15
Gráfico N° 3: Descripción General de un Talud. ....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Plano de ubicación de área de estudio – ESTACIÓN 8 .....	8
Figura N° 2: Ubicación de Calicatas con DPL .....	9
Figura N° 3: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) .....	10
Figura N° 4: Mapa Geológico Regional .....	12
Figura N° 5: Plano Geológico Local. ....	13
Figura N° 6: Zonas Sísmicas Norma E. 030 -2016. ....	17
Figura N° 7: Ubicación de Calicatas .....	25
Figura N° 8: Perfil Geotécnico .....	46
Figura N° 9: Estabilidad del Talud a profundidad 2 m.....	49
Figura N° 10: Cimentación y Profundidad para el Proyecto .....	51
Figura N° 11: Plano de Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) .....	56

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	6 de 66

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Ensayo DPL.....	24
Fotografía N° 2: Excavación Manual de Calicatas.....	26
Fotografía N° 3: Ensayos de Laboratorio. ....	28
Fotografía N° 4: Equipo geoelectrico .....	53
Fotografía N° 5: Ejecución de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV).....	56

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	7 de 66

## I.- GENERALIDADES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El presente informe de trabajos de campo corresponde al proyecto denominado: **“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO - INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8”** (Según contrato de prestación de servicios en régimen de subcontratación de fecha 07 de diciembre del 2021). El énfasis de este documento técnico es determinar las propiedades geotécnicas y mecánicas del subsuelo de la Estación 8, necesarias para definir el tipo y condiciones del terreno con fines de recomendar un diseño de cimentación estable para la estructura respectiva.

## II.- UBICACIÓN Y EXPLORACIÓN

### 2.1 UBICACIÓN

El área investigada, se encuentra ubicado en Distrito de Pucará, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.

- SECTOR: ESTACIÓN 8
- DISTRITO: Pucara
- PROVINCIA: Jaén
- DEPARTAMENTO: Cajamarca
- REGIÓN GEOGRÁFICA: Sierra

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	8 de 66

**Figura N° 1: Plano de ubicación de área de estudio – ESTACIÓN 8**



Fuente: Elaboración propia.

## 2.2 EXPLORACIÓN

El proyecto comprende inicialmente trabajos de exploración geotécnica realizadas en campo (ESTACIÓN 8), luego los ensayos de laboratorio y en la fase de gabinete los análisis e interpretación de los resultados obtenidos. En el área materia del presente estudio se realizaron 3 calicatas con DPL a 5 m de profundidad, complementadas con una investigación geoelectrica del subsuelo mediante 2 Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) con un alcance 40.00 m de profundidad.

**Cuadro N° 1: Ubicación de Calicatas / DPL - Coordenadas UTM (WGS 84).**

Calicata/ DPL	Este	Norte	Cota
C/DPL - 01	718082	9332682	820
C/DPL - 02	718062	9332598	824
C /DPL– 03	717985	9332646	823

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	9 de 66

**Cuadro N° 2: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) - Coordenadas UTM (WGS 84).**

SEV	Este	Norte	Cota
SEV 01	718046	9332702	820
SEV 02	718119	9332533	820

Fuente: Elaboración propia.

**Figura N° 2: Ubicación de Calicatas con DPL**



Fuente: Elaboración propia.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	10 de 66

**Figura N° 3: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV)**



Fuente: Elaboración propia.

### III.- MARCO GEOLÓGICO

#### 3.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El marco geológico Regional, está constituido por unidades litoestratigráficas comprendidas por edades que van del Jurásico (Mesozoico) hasta el Cuaternario Reciente. Las rocas plutónicas que afloran en el cuadrángulo se encuentran comprendidas por granodioritas y tonalitas.

El Jurásico está conformado por la Formación Oyotún de naturaleza volcánica, compuesta por lavas de composición andesítica y dacítica, como resultado de un vulcanismo de arco calcoalcálico producto de movimientos orogénicos (subducción de la placa oceánica bajo la placa continental) y retroceso del mar. El cretácico constituye una regresión, así tenemos el Grupo Goyllarisquizga, iniciándose una deposición donde tenemos la Formación Chulec, Formación Pariatambo y Formación Yumagual.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	11 de 66

La actividad magmática del Eoceno es marcada por un leve desplazamiento hacia el este de la zona occidental del frente magmático conformada por la Formación Llama, que consiste de una secuencia de base conglomerádica con clastos de cuarcitas.

En el Neógeno producto de la abundante actividad volcánica se originó la Formación Porculla conformado por conglomerados.

Durante el cuaternario se tiene depósitos fluviales y aluviales compuestos por gravas, arenas y arcillas.

El desarrollo de las unidades litológicas, fueron recopiladas en las diferentes bibliografías, como son estudios elaborados en estudios anteriores. Se obtienen las diferentes unidades litológicas presentes a nivel regional y son las siguientes:

## MESOZOICO

### Jurásico medio - superior

- **Volcánico Oyotun (Jms – vo):** compuesta por lavas de composición andesítica y dacítica, junto a niveles de flujos piroclásticos. El espesor puede variar entre 400 a 500 m a más regionalmente, el cual presenta un fuerte fracturamiento que ha sufrido durante la deformación andina.

### Cretácico Inferior

- **Grupo Goyllarisquizga (Ki-g):** presenta dos dominios estratigráficos; el primero compuesto principalmente por cuarcitas de grano grueso a medio, colores blanquecinos, que puede alcanzar espesores de 500 m a más, el segundo dominio presenta afloramientos continuos de cuarcitas blanquecinas en estratos delgados que no sobrepasan los 70 m de espesor. Presentan grandes laminaciones oblicuas y horizontales típicas de ambiente eólico.
- **Formación Chulec (Ki-chu):** constituida por calizas tipo packstone a grainstone de color amarillo rojizo, con laminación horizontal, en estratos de 20 a 80 cm que presentan bioturbaciones, pasan progresivamente a niveles de calizas tipo mudstone de color gris rosado. Las características litológicas sugieren un ambiente de plataforma somera de alta movilidad, evidenciados por la fauna de bivalvos y bioturbaciones.
- **Formación Pariatambo (Ki-pa):** calizas tipo mudstone de color negro oscuro con olores fétidos, a veces fosilíferos, en estratos delgados de 5 a 10 cm, intercaladas con niveles de margas nodulares exfoliables.

### Cretácico Superior

- **Formación Yumagual (Ks-yu):** Compuesta de calizas gris azulinas con grandes concreciones de sílice, margas y arcillas fosilíferas.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	12 de 66

## CENOZOICO

### Paleógeno – Eoceno

- **Formación Llama (Pe-vLI):** Consiste de una secuencia de base conglomerádica con clastos de cuarcitas que sobreyacen discordantes a rocas cretácicas en discordancia angular.

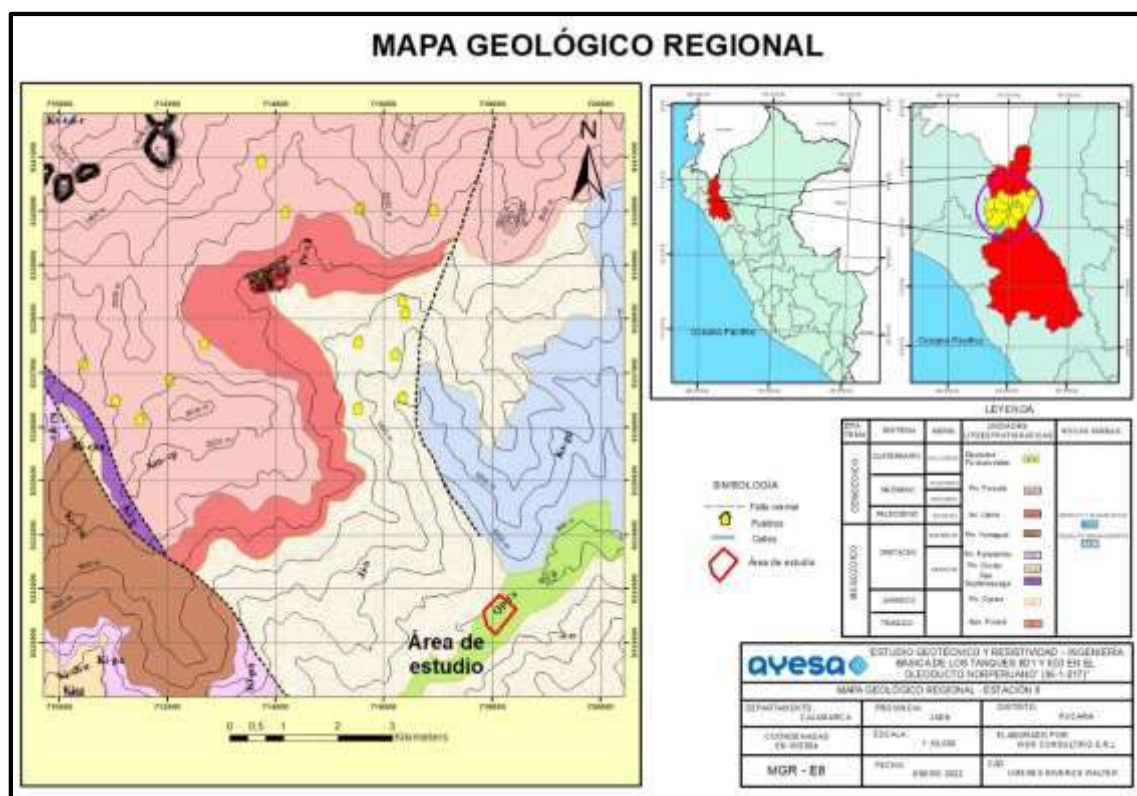
### Neógeno

- **Formación Porculla (Nm – Vp):** constituida por una secuencia de flujos piroclásticos, intercalados con niveles de cenizas y flujos de escombros.

### Cuaternario - Holoceno:

- **Depósitos Aluviales:** compuestas principalmente de gravas angulosas, envueltos de un matriz limo arenoso poco compacta.
- **Depósitos Fluviales:** compuesta por gravas redondeadas envueltos en una matriz arenosa con pequeños lentes arenosos que se encuentran a lo largo de los ríos formando terrazas e islas en el cauce.

Figura N° 4: Mapa Geológico Regional



Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	13 de 66

### 3.2 GEOLOGÍA LOCAL

Las principales unidades estratigráficas en el área de estudio son: volcánico Oyotun del Jurásico superior, también existen depósitos cuaternarios recientes, estos últimos incluye el tipo aluvial y fluvial que representa, materiales de baja compactación e inconsistentes. A continuación, se describe las siguientes unidades geológicas.

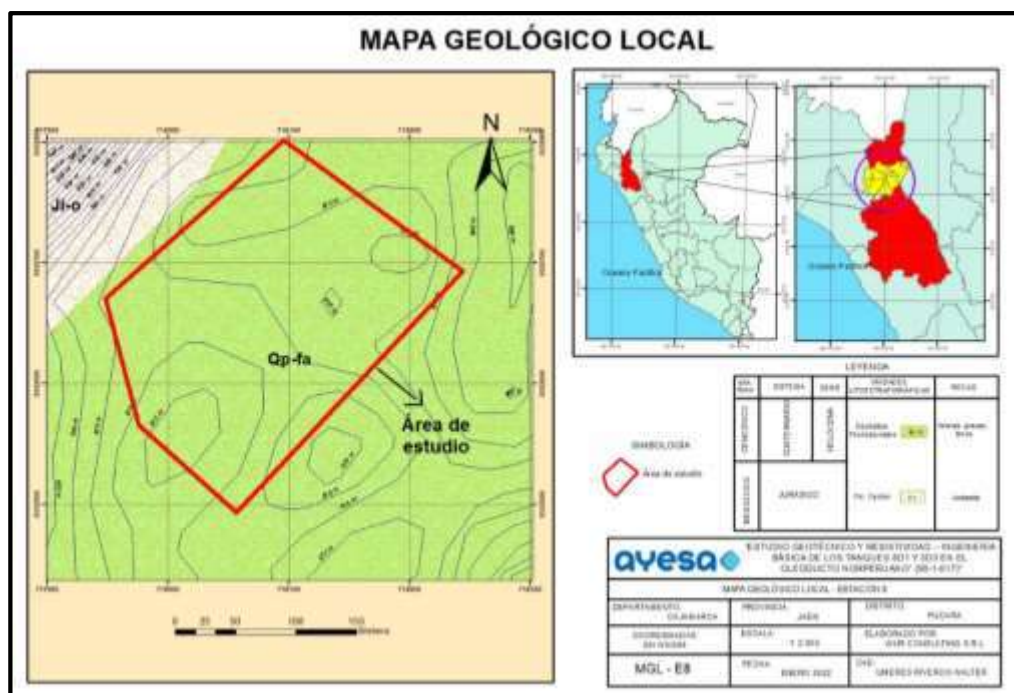
#### Jurásico medio - superior

- **Volcánico Oyotun (Jms – vo):** compuesta por lavas de composición andesítica y dacítica, junto a niveles de flujos piroclásticos. La formación se pudo apreciar en la parte posterior de la planta cubierta por depósitos aluviales.

#### Cuaternario - Holoceno:

- **Depósitos Aluviales:** compuesta por gravas angulosas a subredondeadas de tamaños 3” y presencia de boloneria con matriz limo-arcilloso.
- **Depósitos Fluviales:** constituido por gravas redondeadas a subredondeadas con arenas de grano grueso y material fino (limos y arcillas).

Figura N° 5: Plano Geológico Local.



Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	14 de 66

## IV.- PELIGROS GEOLÓGICOS

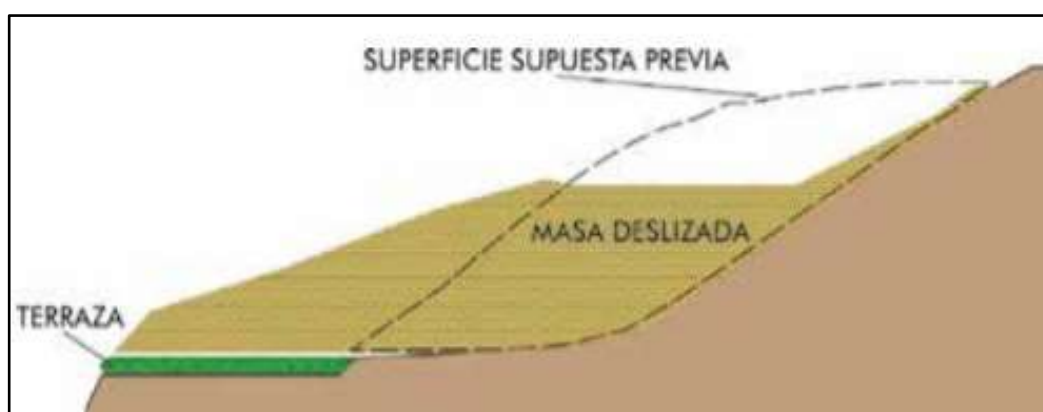
Los peligros generados por fenómenos de origen natural pueden subdividirse en aquellos originados por la geodinámica interna (sismos) y los de geodinámica externa (caída de rocas, los deslizamientos de roca o suelo, erosión pluvial, etc.).

### 4.1. GEODINÁMICA EXTERNA

#### 4.1.1. Deslizamientos

Los deslizamientos consisten en un descenso masivo o relativamente rápido a veces de carácter catastrófico de materiales, a lo largo de una pendiente. Este se efectúa a lo largo de una superficie de deslizamiento, o plano de cizalla que facilita la acción de la gravedad. En el área de estudio se evidencio deslizamiento tipo rotacional, siendo frecuente en suelos cohesivos homogéneos. La rotura puede ser tanto superficial o a profundidad; una vez iniciada la inestabilidad, la masa empieza a rotar, pudiendo dividirse en varios bloques que deslizan entre y dan lugar escalones. El posible deslizamiento se encuentra al oeste del área de estudio.

**Gráfico N° 1: Proceso de un Deslizamiento.**



Fuente: Yesano (2014).

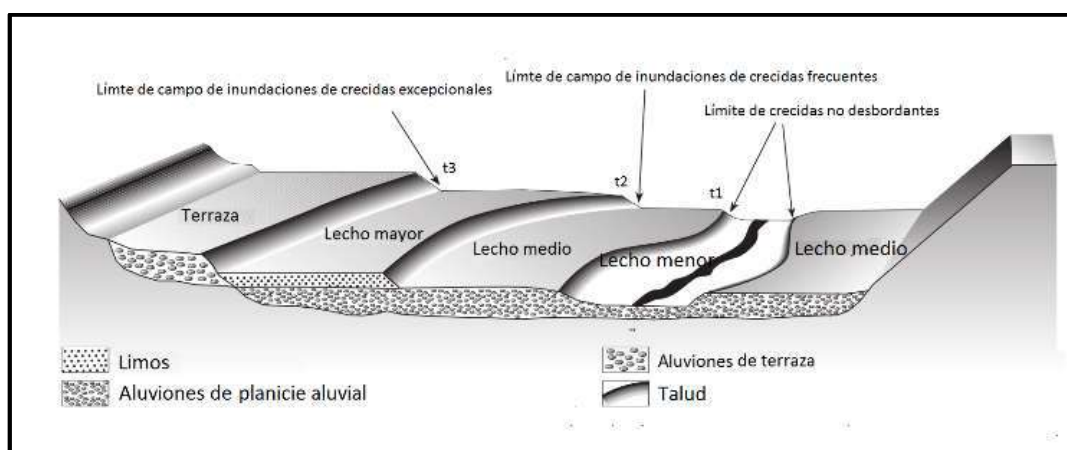


Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	15 de 66

#### 4.1.2. Inundación fluvial

Ocurren cuando periodos con abundantes y/o prolongadas precipitaciones pluviales, aumentan el caudal de los ríos de ambas vertientes que drenan la región. Ello origina grandes volúmenes de agua en los ríos principales y tributarios, y activación de quebradas secas. Estos eventos se dan con presencia o no de El Niño. Las inundaciones ocurren en cauces de valle, cuenca alta de los ríos. En el área de estudio, al este de la Estación 8 se encuentra el río Huancabamba.

**Gráfico N° 2: Limite de campo de inundaciones de crecidas**



Fuente: Artículo: El río y su territorio. Espacio de libertad: un concepto de gestión - Nélida C. Hernández

En resumen, de acuerdo con la descripción de líneas arriba sobre los peligros existentes en el área de estudio se presenta posibles riesgos a deslizamientos e inundaciones pluviales, por lo tanto, se recomienda la elaboración de estructuras de mitigación como banquetas para los deslizamientos y reductores de energía como gaviones para el peligro de inundaciones.

## 4.2. GEODINÁMICA INTERNA

### 4.2.1. Sismicidad

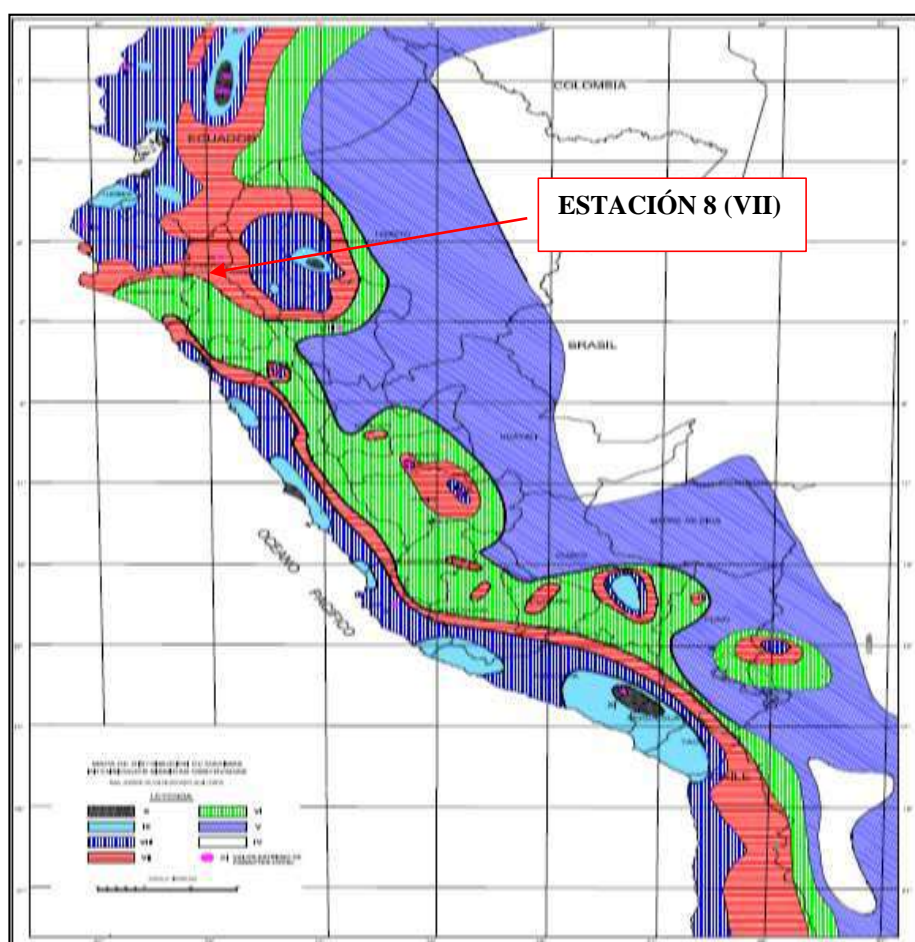
El Perú está ubicado sobre el borde occidental costero de Sudamérica entre Ecuador y Chile; ocupando un área de subducción activa de corteza oceánica bajo la margen Continental, esta actividad de subducción representa la principal causa de los sismos en el Perú.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	16 de 66

La zona de estudio (ESTACIÓN 8), pertenece al cuadrángulo de Incahuasi, que estructuralmente se encuentra dentro del área del dominio Olmos Loja y viene a formar parte de la Cordillera Occidental del noroeste del Perú, encontrándose próximo a ala deflexión de Cajamarca.

En la figura N° 6 se observa la Distribución de Máximas Intensidades en el Perú, desarrollado por Alva (1974). El área de estudio presenta un valor de Máximas Intensidades de rango VII.

**Figura N° 6: Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas.**



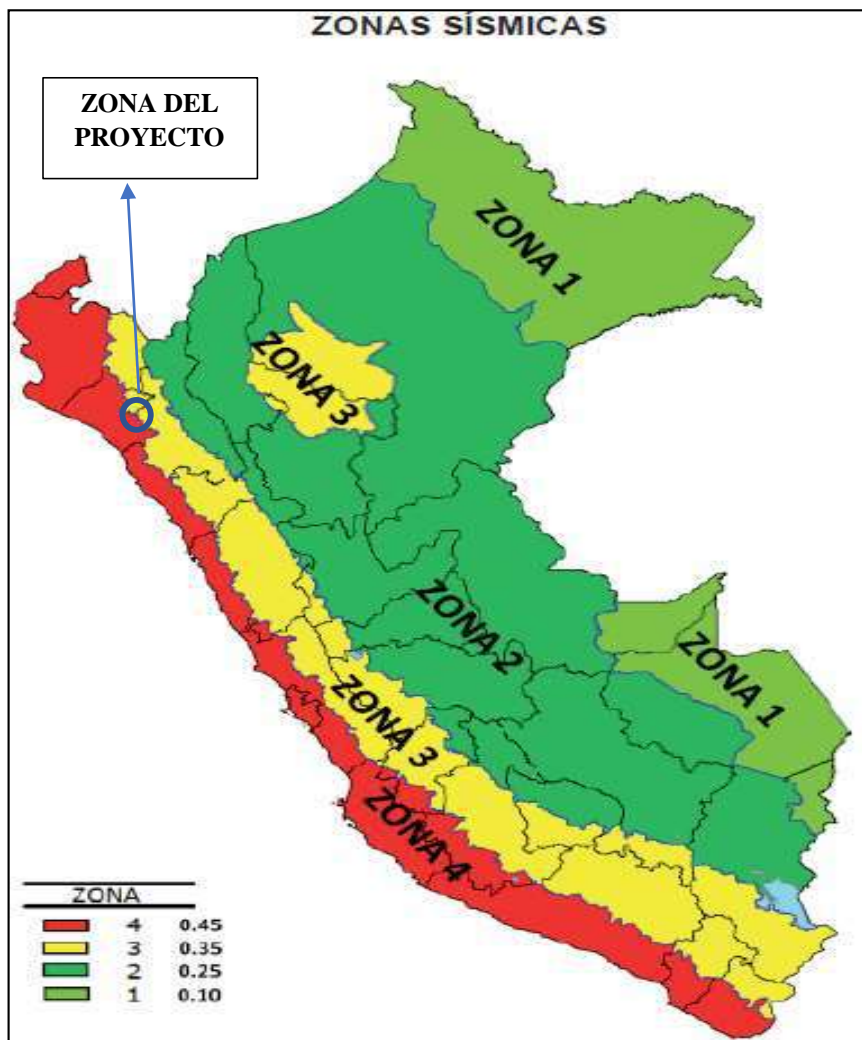
Fuente: Alva, 1974.

#### 4.2.2. Zonificación sísmica

El área de estudio se encuentra ubicada en la **zona 3**, según la Zonificación Sísmica del Perú correspondiente a la Norma E. 030-2016 (ver figura N° 7).

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	17 de 66

**Figura N° 7: Zonas Sísmicas Norma E. 030 -2016.**



Fuente: INDECI – Norma E – 030.

**Cuadro N° 3: Factores de la Zona "Z".**

FACTORES DE LA ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E – 030 Diseño Sismorresistente.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	18 de 66

De acuerdo con la E – 030 Diseño Sismorresistente, en el área investigada tenemos los siguientes perfiles de suelo.

#### Cuadro N° 4: Perfiles de Suelos y Parámetros.

Tipo	Descripción	S	TS(SEG)	Z
S0	Roca Dura	0.80	0.3	0.35
S1	Rocas o suelos muy rígidos	1.00	0.4	0.35
S2	Suelos intermedios	1.15	0.6	0.35
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	1.20	1.0	0.35
S4	Suelos excepcionalmente flexibles	-	-	-

Fuente: Norma E – 030 Diseño Sismorresistente.

Dónde:

S: Factor Suelos

Ts: Periodo Predominante

Z: Factor de Zona

#### Cuadro N° 5: Valores de S y Tp para Suelos en Zona del Proyecto.

Tipo	Descripción	S	Tp (seg)	Clase de Suelo
S2	Suelos intermedios	1.15	0.6	Gravas y, arenas
S3	Suelos Blandos	1.20	1.0	Arcillas
S4	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	-	-	-

Fuente: Norma E – 030 Diseño Sismorresistente.

Analizando los resultados de laboratorio obtenemos los siguientes parámetros sísmicos del proyecto.

#### Cuadro N° 6: Resumen de los Parámetros de la Zona de Estudio.

Factores	Valores
Parámetros de zona	Zona 3
Factor de zona	Z(g)=0.35
Suelo tipo	S-2
Amplificación del suelo	S=1.15
Periodo predominante de vibración	Tp= 0.6 seg

Fuente: Norma E – 030 Diseño Sismorresistente.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	19 de 66

## V.- GEOTECNIA

### 5.1.- METODOLOGÍA

En el presente estudio se realizaron cuatro etapas: Recopilación de información mediante documentos de estudios preliminares, Exploración y muestreo en campo mediante reconocimientos geológicos – geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de suelos y Fase de gabinete que consiste en realizar la interpretación de los resultados obtenidos, elaboración de mapas y planos y finalmente la redacción del informe Final.

El procedimiento realizado para la elaboración del estudio fue el siguiente:

Reconocimiento del terreno y el mapeo geológico local

- Excavación de Calicatas
- Toma de muestras de campo
- Ensayos DPL (Dinamic Probing Light)
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de resultados de los Ensayos de Laboratorio
- Elaboración de Perfiles y Columnas Estratigráficas
- Elaboración de informe final (Conclusiones y Recomendaciones)
- Definir el modelo geotécnico para recomendar las condiciones de cimentación.

### 5.2. INVESTIGACIONES DE CAMPO

#### 5.2.1. Ensayo de DPL (Ensayo de penetración Dinámica Ligera)

El DPL (Equipo ligero de penetración) es un ensayo de registro continuo que consiste en contabilizar el número de golpes N necesarios para hincar tramos de varillajes cada 10 cm de longitud. Los golpes son dados por una maza (de 10 kg) de peso que cae libremente desde una altura constante.

El ensayo tiene como objetivo, determinar la resistencia de penetración del suelo, por lo tanto nos permite conocer los parámetros de corte referidos al número de golpes (N) del SPT a través de una conversión respectiva.

Se realizaron 3 ensayos DPL cuyos resultados se muestran en los cuadros N° 10,11 y 12:



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	20 de 66

**Cuadro N° 7: Ubicación de DPL - Coordenadas UTM (WGS 84).**

Calicata/ DPL	Este	Norte	Cota
C/DPL - 01	718082	9332682	820
C/DPL - 02	718062	9332598	824
C /DPL– 03	717985	9332646	823

Fuente: Elaboración Propia.

Las tablas (cuadros N° 8 y N° 9) descritas a continuación, las utilizaremos como referencias para encontrar los parámetros geotécnicos, en función a los ensayos de DPL realizados en campo.

**Cuadro N° 8: Tabla de valores de Referencia**

N	En arenas		Angulo de fricción interna	E (Kg/cm2)
	Descripción	Compacidad relativa		
0 – 4	Muy floja	0 – 15%	28°	100
5 – 10	Floja	16 – 35%	28° - 30°	100 – 250
11 – 30	Media	36 – 65%	30° - 36°	250 - 500
31 – 50	Densa	66 – 85%	36° - 41°	500 – 1000
> 50	Muy densa	86 – 100%	>41°	>1000

Fuente: Luis Gonzales de Vallejo.

**Cuadro N° 9: Tabla de valores en arcilla.**

Estado del Suelo Valores	Muy Suelto	Suelto	Medio Denso	Denso	Muy Denso
N (SPT)	0 - 4	4 -10	10 - 30	30 - 50	> 50
Qu (Kg/cm2)	-	REQUIERE COMPACTACIÓN	0.7 - 2.5	2.5 - 4.5	> 4.5
D.R (%)	0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80

Fuente: Michael and Katt 1981

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	21 de 66

Los siguientes cuadros nos muestran los valores calculados de los ensayos DPL 01, 02 Y 03 (Correlacionados al N de SPT) y de igual forma haciendo uso de los cuadros anteriormente mencionados:

**Cuadro N° 10: Resumen de los Ensayos del DPL 01.**

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 cm	Densidad Relativa (%)	$\Phi$ Angulo de fricción interna	Consistencia	Terreno de Fundación	SUCS
01	0.00	0.0	0.00	-	-	-	
	0.30	19.0	49.00	30.00	Media	Regular	GC
	0.60	35.0	68.00	36.00	Densa	Bueno	GC
	0.90	0.0	0.00	0.00	-	-	GC
	1.20	0.0	0.00	0.00	-	-	GC
	1.50	23.0	50.00	33.00	Media	Bueno	GP
	1.80	29.0	55.00	34.00	Media	Bueno	GP
	2..10	6.0	10.00	21.00	Floja	Malo	GP
	2.40	17.0	48.00	32.00	Media	Bueno	GP
	2.50	40.0	70.00	38.00	Densa	Bueno	GP

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	22 de 66

**Cuadro N° 11: Resumen de los Ensayos del DPL 02.**

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/ 30 Cm	Compacidad Relativa (%)	$\Phi$ Angulo de fricción interna	Consistencia	Terreno de Fundación	SUCS
02	0.00	0.0	0.00	-	-	-	
	0.30	2.0	10.00	15.00	Muy floja	Malo	CL
	0.60	14.0	30.00	30.00	Media	Regular	CL
	0.90	27.0	50.00	35.00	Media	Bueno	GC
	1.20	0.0	-	-	-	-	GC
	1.50	0.0	-	-	-	-	GC
	1.80	0.0	-	-	-	-	GC
	2.10	3.0	8.00	30.00	Muy floja	Malo	GC
	2.40	2.0	6.00	30.00	Muy floja	Malo	GC
	2.70	6.0	18.00	31.00	Floja	Regular	GC
	2.90	24.0	40.00	36.00	Media	Bueno	GC

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	23 de 66

**Cuadro N° 12: Resumen de los Ensayos del DPL 03**

DPL	Penetración (m)	Número de Golpes/ 30 Cm	Compacidad Relativa (%)	$\Phi$ Angulo de fricción interna	Consistencia	Terreno de Fundación	SUCS
03	0.00	0.0	0.00	-	-	-	
	0.30	0.0	0.00	0.00	Relleno	Relleno	Relleno
	0.60	6.0	17.00	20.00	Floja	Regular	CL
	0.90	5.0	16.00	17.00	Floja	Regular	CL
	1.20	7.0	18.00	21.00	Floja	Regular	CL
	1.50	9.0	20.00	28.00	Floja	Regular	CL
	1.80	9.0	30.00	28.00	Floja	Regular	CL
	2.10	12.0	38.00	34.00	Media	Buena	CL
	2.40	14.0	40.00	36.00	Media	Buena	CL
	2.70	13.0	37.00	35.00	Media	Buena	CL
	3.00	14.0	40.00	36.00	Media	Buena	CL
	3.30	17.0	45.00	38.00	Media	Buena	CL
	3.60	14.0	40.00	36.00	Media	Buena	CL
	3.90	17.0	45.00	38.00	Media	Buena	CL
	4.20	18.0	48.00	38.00	Media	Buena	CL
	4.50	31.0	67.00	37.00	Densa	Buena	GC

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	24 de 66

**Fotografía N° 1: Ensayo DPL.**



Fuente: Fotografía Propia

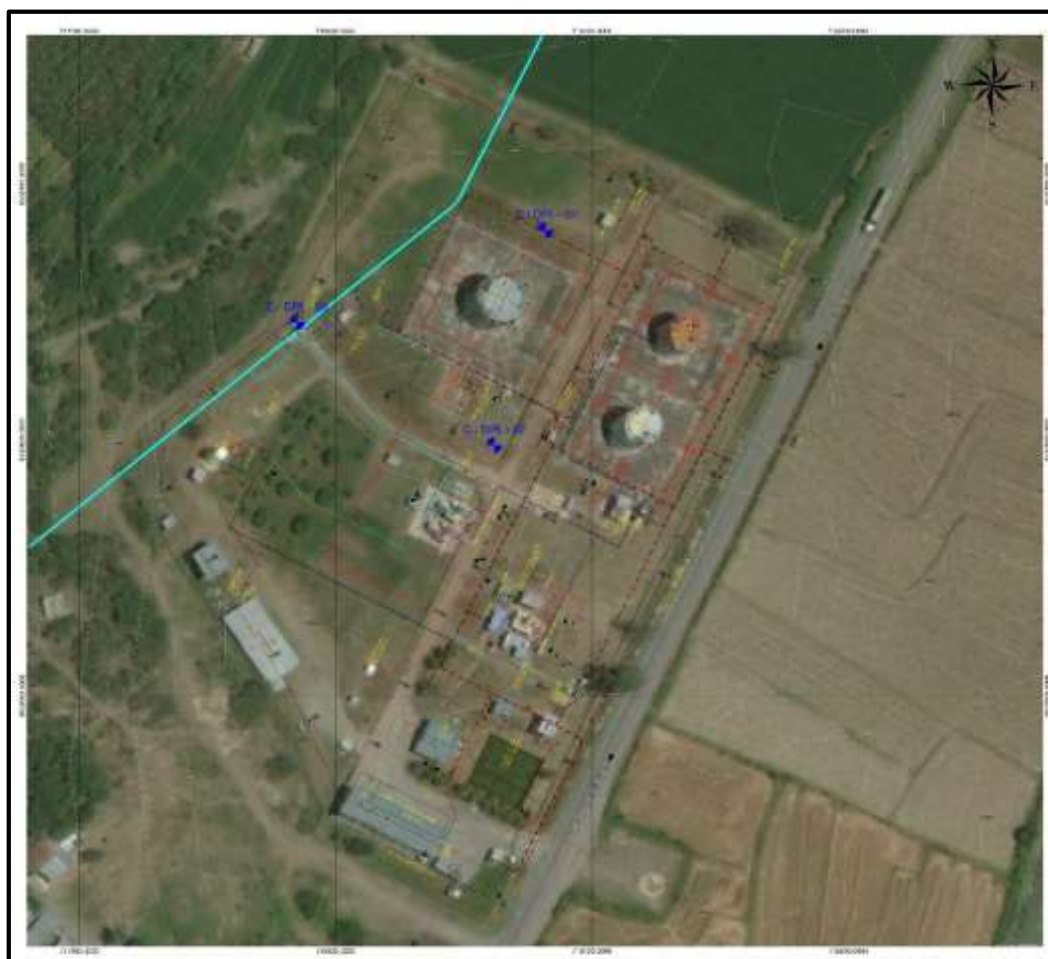
### 5.2.2. Excavaciones de Calicatas

En la exploración de campo se realizaron las siguientes actividades: Ejecución de 03 calicatas de forma manual, con una sección de 1.50 x 1.50 a 5.00 m de profundidad, georeferenciación de las excavaciones, toma de fotografías y muestreo de las diferentes calicatas, registro de las calicatas bajo la norma A.S.T.M. D 2488 Y NTP 339.150. Descripción e Identificación de Suelos (Procedimiento Visual manual) de Especificaciones Técnicas para el diseño de cimentaciones estables, así mismo se registraron las vistas fotográficas en cada prospección, las muestras extraídas fueron llevadas al laboratorio para su respectivo análisis. Se adjunta el plano de ubicación de calicatas y justificamos las tres calicatas realizadas ya que tomamos como referencia los tipos de formaciones geológicas presentes, como la formación Oyotun conformado por rocas de naturaleza volcánica como andesitas de gran fracturamiento, depósitos fluviales y aluviales conformados por suelos compuestos por gravas con arcillas y arenas.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	25 de 66

**Figura N° 8: Ubicación de Calicatas**



Fuente: Elaboración Propia

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	26 de 66

### Equipo utilizado

Equipo y materiales utilizados en la investigación geotécnica son las siguientes:

**Cuadro N° 13: Equipos y Materiales Utilizados.**

Equipos y/o Materiales	Cantidad
GPS	01
Lampa	02
Barreta	02
EPP	08
Pizarra	01
Cinta de seguridad	01

Fuente: Elaboración propia.

**Fotografía N° 2: Excavación Manual de Calicatas**



Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	27 de 66

### 5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras extraídas de cada excavación se remitieron al laboratorio de mecánica de suelos de La Consultora WUR CONSULTING SRL, cuyos equipos cuentan con los certificados de calibración vigentes, para establecer los parámetros físico-mecánicos del subsuelo. Los ensayos se realizaron en conformidad con la Norma E 50 Suelos y cimentaciones, Norma E 30 Diseño sismo resistente. Los ensayos para mecánica de suelos son los siguientes:

**Cuadro N° 14: Normatividad de Ensayos para Suelos.**

Análisis	Norma
Contenido de Humedad Natural	ASTM D – 2216
Análisis Granulométrico	ASTM D – 422
Límites de Consistencia	ASTM D – 4318
Clasificación SUCS	ASTM D – 2487
Peso Unitario	ASTM D – 1587
Corte directo	AASHTO – D1557
Ensayo de Permeabilidad	AASHTO D. 5084
Límite de contracción	ASTM T 92 – 68
Hinchamiento de Arcillas	ASTM D 4829 – 11
CBR	AASHTO – D1883
DPL	NTP.339.159
Agresividad de suelos	
Sales solubles	NTP 339.152
Sulfatos	NTP 339.178
Cloruros	NTP 339.177

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	28 de 66

**Fotografía N° 3: Ensayos de Laboratorio.**



Fuente: Elaboración propia.

## 5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS

### 5.4.1. Análisis Granulométrico por tamizado

Los ensayos de granulometría realizados en el laboratorio tienen por finalidad determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, confirmando que son suelos gravosos (gravas G) y suelos de grano fino (arcillas CL). (Ver anexo – Formato de ensayos de laboratorio).

### 5.4.2. Límites de Consistencia (ASTM-D-4318)

La plasticidad es el contenido de arcillas en las muestras. Los límites de consistencia son:

- Límite Líquido: ASTM-D-423
- Límite Plástico: ASTM-D-424

Los ensayos de este tipo permiten expresar cualitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo. Los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N° 40. La obtención de los límites líquido y límite plástico de una muestra de suelo permiten determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad. (Ver anexo – Formato de ensayos de laboratorio).

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	29 de 66

### 5.4.3 Clasificación de suelos SUCS

Esta clasificación unificada de suelos consiste en determinar mediante el análisis granulométrico el tipo de material constituido por el suelo en caso de ser de granulometría fina que pasa más de 50% la malla N 200 o gruesa si es retenida en >50% de la malla N.º 200 y dar su respectiva equivalencia en nomenclatura definida por la Clasificación. En el área del proyecto se han encontrado suelos tipo: Gravas arcillosas (GC), Gravas pobremente graduadas (GP) y Arcilla inorgánica (CL): (Ver anexo – Formato de ensayos de laboratorio).

La clasificación SUCS, nos permite identificar dos tipos de suelos: Suelos granulares y Suelos Cohesivos. En los cuadros N° 15 y N° 16, describimos el grado de compacidad y consistencia, según el tipo de suelo respectivamente:

**Cuadro N° 15: Compacidad de Suelos Granulares.**

Suelos Granulares	Compacidad
Gravas	Densa
	Medianamente Densa
	Suelta
Arenas	Densa
	Medianamente Densa
	Suelta

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 16: Consistencia del Suelos Cohesivos.**

Consistencia	N	Identificación Manual	YSAT (GR/CM <sup>3</sup> )	Q <sub>u</sub> (KG/CM <sup>2</sup> )
Dura	>30	Se marca difícilmente	>2.0	>4.0
Muy rígida	15 – 30	Se marca con la uña del pulgar	2.08 – 2.24	2.0 – 4.0
Rígida	8 – 15	Se marca con el pulgar	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0
Media	4 – 8	Moldeable bajo presiones fuertes	1.76 – 1.92	0.5 – 1.0
Blanda	2 – 4	Moldeable bajo presiones débiles	1.60 – 1.76	0.25 – 0.5
Muy blanda	< 2	Se deshace entre los dedos	1.44 – 1.60	0.0 – 0.25

Fuente: <http://uningenierocivil.blogspot.com/2011/03/limites-de-Atterberg-indice-de.html>.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003
		Página:
		30 de 66

Los resultados obtenidos en el laboratorio son los siguientes:

### Cuadro N° 17: Parámetros Físico-Mecánicos

Calicata	Granulometría			L.L %	L.P %	I.P %	SUCS	Contenido de humedad %	Peso unitario (gr/cm3)
	Grava %	Arena %	Fino %						
C-1 / M-1 (0.20-1.50 M)	74.50	16.50	9.00	26.52	18.51	8.01	GC	8.44	1.85
C-1 / M-2 (1.50-5.00 M)	79.90	18.40	1.70	NP	NP	NP	GP	18.10	1.93
C-2 / M-1 (0.00-0.80 M)	0.00	17.67	82.33	33.25	20.75	12.50	CL	4.38	1.72
C-2 / M-2 (0.80-5.00 M)	58.00	29.60	12.40	25.30	18.10	7.20	GC	25.12	1.82
C-3 / M-1 (0.00-4.50 M)	0.00	16.67	83.33	33.85	20.95	12.90	CL	2.73	1.69
C-3 / M-2 (4.50-5.00 M)	76.20	22.90	1.00	25.60	18.20	7.40	GC	16.52	1.84

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	31 de 66

#### 5.4.4. Contenido de Humedad Natural

El contenido de humedad determina la presencia de agua en los poros de los granos respecto a la textura del suelo, determinando una mayor densidad, el mismo que depende de la relación de vacíos, ubicación de la muestra en profundidad y de factores climáticos, por lo que las humedades son del momento, presentamos el cuadro resumen de clasificación en donde tienden a ir de 2.73% a 25.12% de rango, teniendo una humedad de muy baja a muy alta. (Ver anexo – Formato de ensayos de laboratorio).

**Cuadro N° 18: Clasificación de Humedad Natural**

Humedad Natural	Porcentaje (%)
Muy Baja	0 – 5
Baja	5 – 10
Media	10 – 20
Alta	20 – 30
Muy Alta	30 – 60
Saturada	>60

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 19: Resultados de Humedad**

Calicata	Estrato	Humedad Natural (%)
C - 01	E – 1	8.44
	E – 2	18.10
C - 02	E – 1	4.38
	E – 2	25.12
C – 03	E – 1	2.73
	E – 2	16.52

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	32 de 66

#### 5.4.5. Nivel freático

El nivel freático es el lugar geométrico de los puntos de agua que poseen una presión igual a la atmosférica. Por lo tanto al efectuar el diseño de las cimentaciones, debe calcularse como si el suelo se encontrase saturado y en la situación más desfavorable posible. En el área de estudio el Nivel freático se encuentra a 2.45 m de profundidad.

**Cuadro N° 20: Profundidad del Nivel Freático - Estación 8**

Calicatas	Profundidad (m)
C -01	2.45
C -02	2.80
C - 03	4.90

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4.6. Ensayo de Corte directo

Este método de prueba es desarrollado para la determinación de la resistencia al corte de un suelo. Esta prueba se realiza mediante la deformación de un espécimen en un rango de deformación controlada. Generalmente se realizan un mínimo de 3 pruebas, cada una bajo una diferente carga normal para determinar el efecto sobre la resistencia y desplazamiento y las propiedades resistentes.

**Cuadro N° 21: Resultados de Corte Directo**

Tipo de suelos	SUCS	Profundidad (m)	Carga (H)	Angulo de fricción	Cohesión
Grava pobremente graduada	GP	1.50 - 5.00	0.70	32	0.0015

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:		PETROPERÚ 95-1-017
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	33 de 66

#### 5.4.7. Capacidad Portante y Presión De Trabajo (Pt)

Es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno, tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Para el presente informe se calculó usando la formula según Terzaghi.

#### SEGÚN TERZAGHI (1)

$$q_u = CN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

Siendo:

- C = Cohesión (Kg/cm<sup>2</sup>)
- N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>r</sub> = Factores de capacidad de carga
- D<sub>f</sub> = Profundidad de desplante (m)
- B = Ancho de zapata (m)
- Y = Peso Unitario (Kg/m<sup>3</sup>)
- q = Esfuerzo efectivo (Kg/cm<sup>2</sup>)
- N. F = Nivel freático

Donde Pt = q<sub>u</sub>/3.00 (Factor de seguridad) en Kg/cm<sup>2</sup>.

(1) Del autor: Campos Rodríguez, Texto –Problemas resueltos en Mecánica de Suelos

#### Parámetros portantes:

Los valores portantes, indispensable para conocer la capacidad admisible del terreno como son: Angulo de fricción interna (Phi), Cohesión y peso Unitario se obtienen con los métodos: para conocer el Angulo de fricción interna = **Phi** (°) se trabaja con Tipo de suelo y el cuadro de valores de la bibliografía, con el penetrómetro manual hallamos la cohesión = **C (Kg/cm<sup>2</sup>)**, así como el peso volumétrico = **(& (gr/cm<sup>3</sup>))**, a continuación, se explica:

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	34 de 66

### A) COHESIÓN y PESO UNITARIO

Los valores de cohesión (Kg/cm<sup>2</sup>) se determinan mediante el ensayo de compresión uniaxial, empleando el equipo de Penetrómetro manual (Debidamente calibrado). De acuerdo con la bibliografía especializada primero se determina el esfuerzo y luego este valor se divide entre 2 y se obtiene la Cohesión. Los valores obtenidos son corregidos bajo condiciones críticas y/o saturados.

En los cuadros siguientes se puede visualizar los valores obtenidos.

**Cuadro N° 22: Resultados de Peso Unitario y Cohesión.**

Tipo de Suelo	Profundidad (m)	SUCS	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )
Grava pobremente graduada	1.50 a 5.00	GP	0.0015	1.93

Fuente: Elaboración propia.

### RESULTADOS DE VALORES PORTANTES SIN PROYECTO:

Los valores obtenidos son los siguientes:

**Cuadro N° 23: Valores Portantes**

Suelo de fundación	SUCS	Phi (°)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (gr/cm <sup>3</sup> )
Grava pobremente graduada	GP	32	0.0015	1.93	2.00

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 24: Valores Portantes con proyecto**

Suelo de fundación	SUCS	Phi (°)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (gr/cm <sup>3</sup> )
Grava pobremente graduada	GP	35	0.5	1.93	2.00

Fuente: Elaboración propia.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	35 de 66

### CAPACIDAD ADMISIBLE:

En los cuadros siguientes se presentan, la profundidad máxima de 2 m y ancho de zapata de 2.00 m, donde los resultados obtenidos son los siguientes:

**Cuadro N° 25: Valores de Capacidad Admisible Sin mejoramiento**

Df (m)	B (m)	Qu (Kg/cm2)	Pt (Kg/cm2)
1.50	1.50	1.50	0.50
1.80	1.50	1.79	0.60
2.00	1.50	1.99	0.66

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 26: Valores de Capacidad Admisible sin mejoramiento**

Df (m)	B (m)	Qu (Kg/cm2)	Pt (Kg/cm2)
1.50	2.00	1.50	0.50
1.80	2.00	1.79	0.60
2.00	2.00	1.99	0.66

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 27: Valores de Capacidad Admisible con mejoramiento**

Df (m)	B (m)	Qu (Kg/cm2)	Pt (Kg/cm2)
1.50	1.50	10.31	3.44
1.80	1.50	10.69	3.56
2.00	1.50	10.95	3.65

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 28: Valores de Capacidad Admisible con mejoramiento**

Df (m)	B (m)	Qu (Kg/cm2)	Pt (Kg/cm2)
1.50	2.00	10.31	3.44
1.80	2.00	10.70	3.57
2.00	2.00	10.95	3.65

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	36 de 66

#### 5.4.8. Módulo de Poisson

En el Cuadro N° 29, se muestran los valores asumidos para el módulo de Poisson ( $\mu$ ) de acuerdo a los tipos de suelos encontrados, siendo estos suelos de tipo granulares con un Poisson en el orden de  $\mu = 0.30$

**Cuadro N° 29: Modulo de Poisson ( $\mu$ )**

Tipo de suelo	Coefficiente de Poisson
Arcillas blandas normalmente consolidadas	0.40
Arcillas medias	0.30
Arcillas duras preconsolidadas	0.15
Arenas y suelos granulares	0.30

Fuente: Autor Tomás Cabrera (E.U.A.T.M.)

#### 5.4.9. Asentamientos elásticos

Para el análisis de la cimentación tenemos los llamados asentamientos totales y diferenciales de los cuales los diferenciales, son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales. (\*\*)

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la Teoría Elástica (Lambe y Whitman), se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme. Se calculó mediante la teoría elástica, que está dado por la fórmula:

$$S = \frac{q * B (1 - \mu^2) * N}{E_s}$$

Para:

- S = Asentamiento [cm]
- q = Presión de contacto [kg/cm<sup>2</sup>]
- B = Ancho del área cargada [cm]
- $\mu$  = Relación de Poisson [Adimensional]
- $E_s$  = Modulo de Elasticidad del suelo [kg/cm<sup>2</sup>]
- N = Valor de influencia que depende de la relación largo a ancho (L/B) del área cargada [Adimensional]

(\*\*): Pág. 461 del Texto: Propiedades Geofísica de los Suelos de Joseph E. Bowles.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	37 de 66

### Cuadro N° 30: Escalas para determinar el Valor de Influencia (N)

(L/B)	(N)
1.0	0.56
2.0	0.76
3.0	0.88
4.0	0.95
5.0	1.00

Los valores de N están dados por Schleicher, como se muestran en cuadro N° 30, para nuestra cimentación de zapata circular se encuentran el rango (L/B), siendo para esa ocasión de 1.00; Resultando el valor de N = 0.56

Para el cálculo de asentamientos, se ha considerado un módulo de elasticidad (ES) obtenida de referencias bibliográficas. Ver cuadro N° 31  
(\*\*\*) Diseño de cimentaciones superficiales – Dr Jorge E. Alva Hurtado (UNI)

### Cuadro N° 31: Módulo de elasticidad (ES)

TIPO DE SUELO	ES (Ton/m <sup>2</sup> )
Arcilla Muy blanda	30 – 300
Arcilla Blanda	200 – 400
Arcilla Media	450 – 900
Arcilla Dura	700 – 2000
Arcilla Arenosa	3000 – 4250
Suelos Glaciares	1000 – 16000
Loess	1500 – 6000
Arena Limosa	500 – 2000
Arena Suelta	1000 – 2500
Arena Densa	5000 – 10000
Grava Arenosa	8000 – 20000
Grava suelta	5000 – 14000
Arcilla Esquistosa	14000 – 140000
Limos	200 - 2000

Fuente: Diseño de cimentaciones superficiales – Dr Jorge E. Alva Hurtado (UNI)

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	38 de 66

**Cuadro N° 32: Valores para el cálculo de asentamientos**

TIPO DE SUELO	Q (Ton/m <sup>2</sup> )	R (m)	μ	N	Es (Ton/m <sup>2</sup> )
GRAVA POBREMENTE GRADUADA (GP)	17.67	10.00	0.30	0.56	8000

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 33: Resultados de asentamiento**

TIPO DE SUELO	ASENTAMIENTO ENCONTRADO (Cm)	RANGO PERMISIBLE (Cm)	CONDICIÓN
GRAVA POBREMENTE GRADUADA (GP)	1.13	2.54	Aceptable

Fuente: Elaboración propia

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	39 de 66

## 5.5. ENSAYOS ESPECIALES

### 5.5.1. Ensayo de Permeabilidad

Se define como la velocidad de un flujo producido por gradiente hidráulico unitario. El valor del coeficiente de permeabilidad (K) se usa como una medida de resistencia al flujo producida por el suelo. Es decir, es la facilidad que tiene un fluido para atravesar un medio poroso.

**Cuadro N° 34: Resultados de permeabilidad.**

Calicata	Estratos obtenidos	Profundidad (M)	Permeabilidad Cm/seg	Grado de permeabilidad
C - 1	E - 1	0.20 – 1.50	$8.37 \times 10^{-05}$	Semipermeable
	E - 2	1.50 – 5.00	$9.03 \times 10^{-01}$	Permeable
C - 2	E - 1	0.00 – 0.80	$4.33 \times 10^{-06}$	Impermeable
	E - 2	0.80 – 5.00	$9.63 \times 10^{-05}$	Semipermeable
C - 3	E - 1	0.00 – 4.50	$2.92 \times 10^{-06}$	Impermeable
	E - 2	4.50 -5.00	$8.94 \times 10^{-05}$	Semipermeable

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.2. Licuación de Suelos

Se refiere a la pérdida de la capacidad portante del suelo desencadenado por un sismo de regulares características, principalmente de intensidad VII, el mismo que se correlaciona también con el nivel freático existente o de poca profundidad, entonces para que ocurra la licuación, la resistencia del suelo debe ser NULA o muy pequeña cuando y este sea un material de grano fino no plástico. Sin embargo, en nuestro caso los suelos son gravosos arcillosos principalmente, con presencia de nivel freático, lo que indica que este fenómeno de Licuación en este tipo de suelos investigados será bajo, así mismo el área de estudio se encuentra en ZONA 3. A continuación, en el cuadro N° 38 se presentan las propiedades especiales de los suelos investigados.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	40 de 66

### 5.5.3. Hinchamiento de Arcillas

Se define como la capacidad de un suelo de experimentar cambios volumétricos o de generar presión (si el suelo está confinado) al modificarse las condiciones de humedad. En general el fenómeno de hinchamiento está asociado a algunos tipos de arcillas, especialmente las montmorillonitas, que modifican su estructura al adsorber agua u otros líquidos. Del mismo modo, también puede producirse la contracción del suelo expansivo al desecarse o liberarse el agua contenida en él.

En el cuadro N° 35 se presenta los valores de hinchamiento y contracción del material arcilloso.

**Cuadro N° 35: Valores de Hinchamiento y Contracción**

Calicata	Profundidad	Hinchamiento (%)	Contracción (%)
C-2	0.00 – 0.80	12.60	13.49
C-3	0.00 – 4.50	13.00	12.43

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.4. Agresividad de Suelos

Los sulfatos y sales solubles que se encuentran presentes en los suelos afectan a las estructuras de concreto y en algunos casos se producen gran expansión y rotura de la pasta. En este contexto en el cuadro N° 36 se presenta el Ataque del Concreto por suelos y aguas que contienen concentraciones de Sulfatos.

**Cuadro N° 36: Contenido de Sulfatos en Muestras de Suelo y Agua**

Grado Relativo del ataque de los sulfatos	Porcentaje de Sulfato en las muestras de suelo (%)	PPM de Sulfato en muestra de agua.
INAPRECIABLE	de 0.00 a 0.10	0 a 150
POSITIVO (1)	de 0.10 a 0.20	150 a 1,000
CONSIDERABLE (2)	de 0.20 a 0.50	1,000 a 2,000
SEVERO (2)	mayor de 0.50	mayor de 2,000

Fuente: Norma 339.102:2002 – Indecopi.

- (1) : Úsese cemento del tipo MS  
(2) : Úsese cemento del tipo V

El resultado de agresividad se muestra en el siguiente cuadro N° 37:

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	41 de 66

**Cuadro N° 37: Resultado de agresividad de suelos**

CALICATAS	CLORUROS (CL%)	SULFATOS (SO4%)	SALES SOLUBLES (%)
C-1/ M-1 (0.20-1.50 m)	0.00120	0.0132	0.0159
C-1/ M-2 (1.50-5.00 m)	0.0110	0.0111	0.0166
C-2/ M-1 (0.00- 0.80 m)	0.0149	0.0220	0.0393
C-2/ M-2 (0.80-5.00 m)	0.0138	0.161	0.0142
C-3/ M-1 (0.00-4.50 m)	0.0152	0.0222	0.0396
C-3/ M-2 (4.50-5.00 m)	0.0126	0.0141	0.0147

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión los resultados en cuanto a sulfatos son:  $0 \% < SO_4 < 0.1\% =$  INAPRECIABLE, SEGÚN LA NORMA E 60 - CONCRETO. Por lo tanto, se recomienda el uso de cemento de tipo MS, para cimentación el concreto será  $f'c = 315$  Kg/cm<sup>2</sup> y para drenaje es de 210 Kg/cm<sup>2</sup> por la presencia de nivel freático.

**Cuadro N° 38: Resumen de Propiedades Especiales.**

Calicata	Licuación	Hinchamiento (%)	Permeabilidad	Agresividad	Contracción (%)
C-1/ E1	Bajo	-	Semipermeable	Inapreciable	-
C-1/ E2	Bajo	-	Permeable	Inapreciable	-
C-2/E1	Bajo	12.60	Impermeable	Inapreciable	13.49
C-2/ E2	Bajo	-	Semipermeable	Inapreciable	-
C-3/ E1	Bajo	13.00	Impermeable	Inapreciable	12.43
C-3/ E2	Bajo	-	Semipermeable	Inapreciable	-

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	42 de 66

### 5.5.5. California Bearing Ratio CBR

El Índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas.

Se usa en proyectos de pavimentación auxiliándose de curvas empíricas. Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados.

**Cuadro N° 39: Categorías de Sub rasante.**

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	DE CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante regular	DE CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante buena	DE CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante muy buena	DE CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MC-05-14 Suelos y Pavimentos Manual de Carreteras.

**Cuadro N° 40: Resultados de CBR.**

TIPO DE SUELO	MUESTRA	TIPO DE SUELO	CBR	
			95%	100%
C – 1/ C-2	M -1/ M-2	Grava arcillosa (GC)	28.87	30.39
C – 3	M-1	Arcilla limosa (CL)	8.45	8.90

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	43 de 66

### 5.5.6. Coeficiente de Balasto

El coeficiente de balasto  $K_s$  es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto,  $p$ , y el asiento que se produce, es decir  $K_s = P/\Delta$ . Este parámetro tiene dimensión de peso específico, aunque depende de las propiedades del terreno, así mismo, también depende de las dimensiones del área y la carga aplicada contra el terreno.

Existen muchos autores que han proporcionado varios valores del  $K_{30}$  para diferentes clases de suelos. Os dejo algunas de las tablas más interesantes que conviene tener:

**Cuadro N° 41: Valores de  $K_{30}$**

Valores de $K_{30}$ en Kg/cm <sup>3</sup> por Jimenez Salas		
Tipo Suelo	$K_{30}$ min	$K_{30}$ max
Suelo Fangoso	0,5	1,5
Arena seca o húmeda, suelta (Nspt 3 a 9)	1,2	3,6
Arena seca o húmeda, media (Nspt 9 a 30)	3,6	12
Arena seca o húmeda, densa (Nspt 30 a 50)	12	24
Grava fina con arena fina	8	10
Grava media con arena fina	10	12
Grava media con arena gruesa	12	15
Grava gruesa con arena gruesa	15	20
Grava gruesa firmemente estratificada	20	40
Arcilla blanda $q_u$ 0,25 a 0,5 kg/cm <sup>2</sup>	0,65	1,3
Arcilla media $q_u$ 0,5 a 2,0 kg/cm <sup>2</sup>	1,3	4
Arcilla compacta $q_u$ 2,0 a 4,0 kg/cm <sup>2</sup>	4	8
Arcilla margosa dura $q_u$ 4 a 10 kg/cm <sup>2</sup>	8	21
Marga arenosa rígida	21	44
Arena de miga y toco	22	110
Marga	22	2200
Caliza margosa alterada	150	220
Caliza sana	885	36000
Granito meteorizado	30	9000
Granito sano	1700	3600

*Los terrenos granulares bajo en NF tendrán una  $K=0,6 \cdot k$  de la tabla*

Para el cálculo del coeficiente de balasto se correlaciona con otros parámetros del terreno como se pueden ver:

En función del **ensayo SPT**:

- En suelos cohesivos:

$$k \left( \frac{t}{m^3} \right) = 40 \times N \times \frac{1}{B} \left( 1 + \frac{B}{2L} \right)$$

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	44 de 66

- En arenas secas:

$$k_{30} \left( \frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N+2}{34}}$$

- En suelos granulares sumergidos

$$k_{30} \left( \frac{kg}{cm^3} \right) = 0.6 \times 10^{\frac{N+2}{34}}$$

El coeficiente de balasto se calculó con las formulas descritas anteriormente, obteniendo los siguientes resultados

**Cuadro N° 42: Resultado de Coeficiente de Balasto**

Tipo de Suelo	Valor por tabla del $k_{30}$	CALCULO POR SPT	
		Valor del N (SPT)	Valor del coeficiente de balasto k
Grava pobremente graduada (GP)	9 - 12	40	10.31

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.7. Esponjamiento

En las excavaciones o cortes, al extraer un suelo o material rocoso se observa que aumenta el volumen, debido a que el suelo o roca estuvieron consolidados en forma natural o artificial (Compactados)".

**Cuadro N° 43: Valor de Esponjamiento**

Calicata	Estratos obtenidos	Profundidad (M)	Esponjamiento (%)
C - 1	E - 1	0.20 – 1.50	37.07
	E - 2	1.50 – 5.00	33.01
C - 2	E - 1	0.00 – 0.80	29.80
	E - 2	0.80 – 5.00	37.87
C - 3	E - 1	0.00 – 4.50	27.98
	E - 2	4.50 -5.00	35.95

Fuente: Elaboración propia.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	45 de 66

## 5.7 ETAPA DE GABINETE

### 5.7.1 Perfil geotécnico

El perfil geotécnico se desarrolló a partir del análisis del muestro tanto en campo como su análisis e interpretación en laboratorio de mecánica de suelos WUR CONSULTING SRL.

Elaborándose una sección geotécnica relacionando las 3 calicatas ejecutadas, obteniendo un perfil del subsuelo el cual consta de 2 estratos granulares, en la parte inferior, que son gravas arcillosas y gravas pobremente graduadas y un estrato superficial compuesto por un suelo arcilloso de baja plasticidad con un espesor que varía desde 0.80 a 4.50 m.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	46 de 66

**Figura N° 9: Perfil Geotécnico**



Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	47 de 66

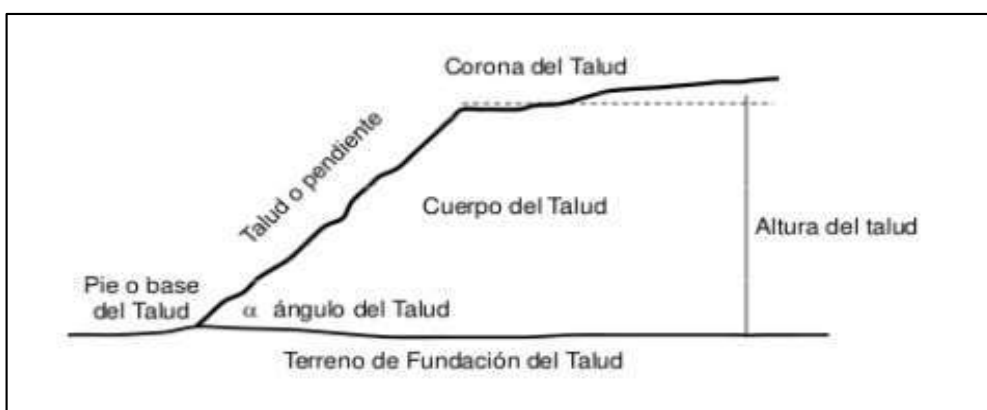
### 5.7.2. Perfiles Estratigráficos

Se realiza a partir de datos de las excavaciones de calicatas sobre el suelo para determinar y demostrar los diferentes materiales que tienden a conformar la columna estratigráfica, mediante los cuales se puede reconstruir la estratigrafía del subsuelo, acorde con la profundidad que demanda el estudio. (VER LOS ANEXOS DE PERFILES ESTRATIGRÁFICOS).

### 5.7.3. Estabilidad de Talud para excavaciones

Ha sido necesario realizar un análisis de estabilidad de taludes para recomendar el ángulo de reposo cuando se realicen las excavaciones en la cimentación de los tanques, para lo cual se ha empleado el Software de la Rockscience denominado Slide 5.00. En el grafico 3 se describe los elementos de un talud en general.



**Gráfico N° 3: Descripción General de un Talud.**



El análisis se realizó, teniendo en cuenta sus parámetros portantes para las dos capas existentes, para una excavación de 2.00 m de profundidad, sin considerar el nivel freático debido a que se encuentra a una profundidad de 2.45 m, además se tomó en cuenta las condiciones sísmicas para un factor de seguridad de 1.5. En el cuadro N° 44 se presentan las propiedades de cada material.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	48 de 66

**Cuadro N° 44: Valores para el Diseño del Talud.**

Nombre del material	COLOR	Peso unitario (KN/m <sup>3</sup> )	COHESIÓN (KN/m <sup>2</sup> )	PHI (°)
Grava arcillosa		18.7	5.2	30°
Grava pobremente graduada		20.1	1	32°

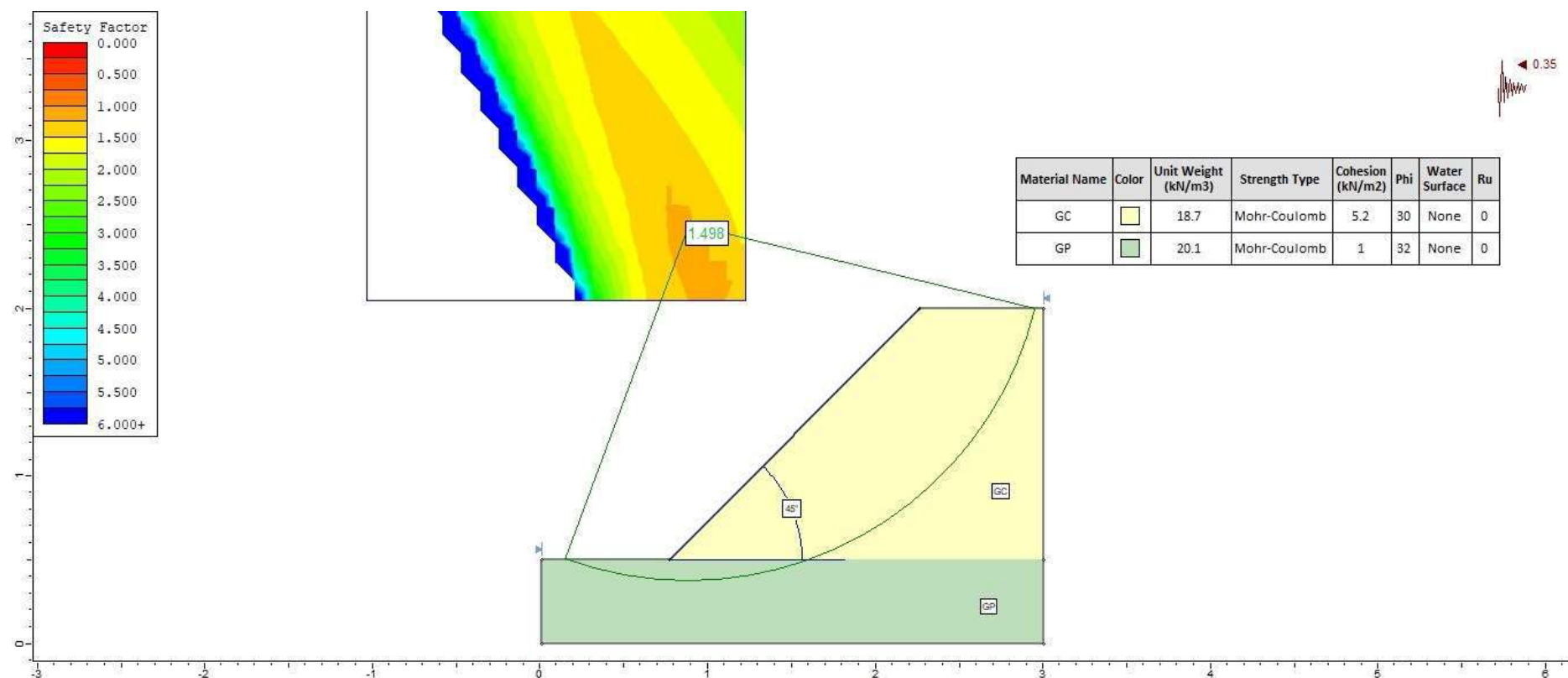
Fuente: Elaboración propia.

Para el presente proyecto se realizó un modelo de estabilidad de taludes a una profundidad máxima de 2.00 m, obteniendo factores de seguridad menores a 1.5, teniendo como referencia la Norma E-050 Suelos y cimentaciones. Para el cálculo de estabilidad de talud debemos observar la figura N° 10

Petropetru

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	49 de 66

**Figura N° 10: Estabilidad del Talud a profundidad 2 m**



Fuente: Slide 5.00

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	50 de 66

#### 5.7.4. Métodos de compactación para rellenos laterales

La compactación será por capas cada 0.30 m de espesor, según Norma E-050 suelos y cimentaciones, así mismos los rellenos tendrán una compactación mayor al 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado NTP 339.141, en todo su espesor, controlando su compactación por capas, con un mínimo de tres controles cada 250 m<sup>2</sup> o fracción y en áreas menores a 25 m<sup>2</sup> se controlara con un ensayo como mínimo. El espesor máximo de las capas del relleno es de 0.30 m.

#### 5.7.5. Tipos y profundidades de cimentación recomendadas.

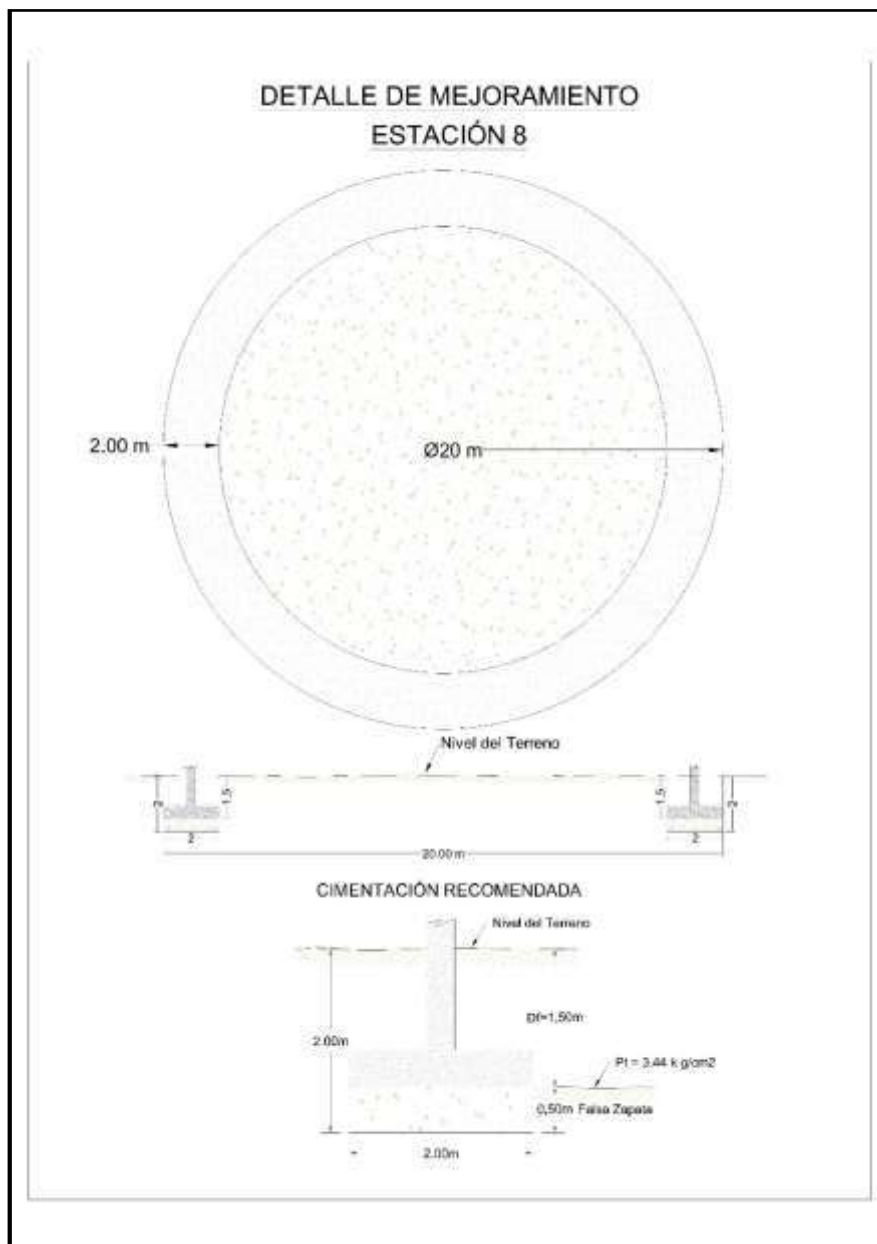
Debido a que la capacidad admisible es de 0.50 Kg/ cm<sup>2</sup> menor a 1 kg/cm<sup>2</sup> y considerando una cimentación optima se recomienda cimentaciones tipo perimetral, con zapata tipo anillo continuo, de un B de 2.00 m a una profundidad de 1.50 m, considerando los valores obtenidos en el cálculo de capacidad portante descritos en el ítem 5.4.6 Capacidad Portante y Presión De Trabajo (Pt).

De igual forma se debe mejorar la cimentación colocando una falsa zapata de 0.50 m para una profundidad total de 2.00 m.



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	51 de 66

**Figura N° 11: Cimentación y Profundidad para el Proyecto**



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	52 de 66

## VI. RESISTIVIDAD DEL SUELO

### 6.1. REFERENCIAS UTILIZADAS

En el presente estudio se tomaron como referencia documentos de estudios preliminares tal como Prospección Geoeléctrica en Corriente Continua (**Ernesto Orellana 1972**).

### 6.2. EQUIPO GEOELÉCTRICO UTILIZADO

El equipo de prospección geoeléctrica estuvo constituido por:

- Un equipo marca PASI conformado por dos unidades de lectura digital de fabricación italiana.
- Como parte del equipo se contó con cuatro (04) carretes (bobinas) con cables de baja resistencia eléctrica aptos para soportar tensiones, asimismo electrodos de acero inoxidable (A, B) y de cobre (M, N), (04) combas, dos baterías de 12V un GPS Garmin, una laptop y dos software para procesar los SEV y accesorios varios.

**Cuadro N° 45: Características de instrumentos y equipos utilizados**

CANTIDAD	EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE
1	Equipo incorporado de milivoltímetro y miliamperímetros digitales	PASI	16GL-N	16073N117
2	Fuentes de energía	PASI	P100-2-N (12V-Dc)	168413 168412
1	GPS 12 canales	GARMIN	ETREX22x	65D032331
4	Electrodos (2 de acero y 2 de cobre)	-	-	-
4	Rollo de Cable (2 de color rojo y 2 de color azul)	-	MADE ITALY	-

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	53 de 66

**Fotografía N° 4: Equipo geoelectrico**



Fuente: Fotografía propia

### 6.3. MÉTODO DE MEDICIÓN EMPLEADO

El método geofísico empleado por el presente estudio es el método de Prospección geoelectrica, mediante sondajes eléctricos verticales, de configuración Schlumberger. La profundidad de exploración para el proyecto ha sido hasta los 40.00 m, realizándose 02 sondajes.

El procesamiento de los datos de campo se realiza mediante el método de analogía y comparación con curvas teóricas establecidas.

A partir de los valores de resistividad reales y de los espesores de cada horizonte geoelectrico se ha hecho una estimación sobre la columna estratigráfica y las posibilidades hidrogeológicas de las diferentes capas del subsuelo.

El Sondaje Eléctrico vertical (SEV), permite conocer a partir de la superficie del terreno, la distribución de las distintas capas geoelectricas en profundidad. Es decir, permite determinar los valores de resistividad de cada capa y su espesor correspondiente.

En el SEV se introduce corriente continua al terreno mediante un par de electrodos, llamados de corriente A y B, y se mide la diferencia de potencial producido por el campo eléctrico así formado, entre otro par de electrodos, llamados electrodos de recepción o de potencial M y N. Se calcula la resistividad aparente ( $\rho_a$ ) en cada medición según:

$$\rho_a = K \left( \frac{\Delta V}{I} \right)$$

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	54 de 66

Dónde:

- $\rho_a$  = Resistividad aparente, ohm-m
- $(\Delta V)$  = Diferencia de potencial entre los electrodos M, N, mV.
- I = Intensidad de corriente introducida en el terreno, ma.
- K = Constante geométrica que depende de la distribución de electrodos.

Existen diferentes dispositivos de electrodos, entre ellos el más usado es el Dispositivo Schlumberger en donde los electrodos de medición o corriente M y N permanecen fijos y solamente se aumenta la distancia entre ellos cuando la señal medida es muy baja. En este dispositivo se cumple que la distancia entre A y B sea mayor o igual a tres veces la distancia entre los electrodos M y N.

Esta operación se hace para una serie de separaciones de los electrodos A y B de corriente con la finalidad de profundizar la investigación. Entre la separación AB y la profundidad alcanzada existe una relación que varía de acuerdo al tipo de material investigado.

Los valores de resistividad aparente y las distancias AB se plotean en coordenadas semilogarítmicas, obteniéndose un gráfico denominada Curva de Resistividades Aparentes  $\rho_a$  que representa en sus diferentes segmentos las diversas capas del subsuelo. Solamente en el caso ideal de que el medio sea homogéneo e isótropo, la curva  $\rho_a$  sería una recta paralela al eje de las abscisas (distancias AB/2).

La curva  $\rho_a$  es la expresión de la estructura del subsuelo y su interpretación consiste en determinar las resistividades verdaderas de las capas correspondientes espesores.

Sin embargo, no hay una interpretación única de una curva  $\rho_a$  presentándose ciertas alternativas igualmente probables de ser las correctas. Además, se presentan otras limitaciones del método, como por ejemplo, que en la naturaleza no se presentan las condiciones ideales para las cuales se ha ideado el método, tales como: capas homogéneas e isótropas, con separaciones planas y paralelas, etc. Ello hace que los resultados obtenidos presenten un margen de error que podría llegar normalmente entre  $\pm 10\%$  y  $\pm 15\%$ .

#### 6.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO

Se realizaron 2 prospecciones geoelectricas el sábado 8 de enero del 2022 en las instalaciones de Estación 8, en el transcurso de las 14:00 horas.

Durante el desarrollo del ensayo, en el área de estudio se presentó un clima soleado con una temperatura de 30 °.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	Petroperu 95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	55 de 66

## 6.5. METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología o procedimiento empleado comprendió de 02 etapas bien diferenciadas: la primera etapa comprende la investigación geoeléctrica en campo y la segunda etapa del estudio consiste en trabajo en gabinete.

### 6.5.1. Investigación Geoeléctrica

Durante la investigación en campo se realizó la Prospección Geoeléctrica, el mismo que induce corriente hacia el subsuelo y para la interpretación se utiliza la configuración Schlumberger. La profundidad de exploración fue hasta los 40.00 m. Se efectuaron 02 sondajes cuyas coordenadas UTM se muestran en el cuadro N° 46, su instalación se aprecia en la Fotografía N° 5. El procesamiento de los datos de campo se realiza mediante el método de analogía y comparación con curvas teóricas establecidas de igual manera se procesa con el Software especializado. A partir de los valores de resistividad reales y de los espesores de cada Sección o Corte Geoeléctrico se ha hecho una estimación sobre la columna estratigráfica de las diferentes capas del subsuelo.

**Cuadro N° 46: Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) - Coordenadas UTM (WGS 84).**

SEV	Este	Norte	Cota
SEV 01	718046	9332702	820
SEV 02	718119	9332533	820

Fuente: Elaboración propia.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	56 de 66

**Figura N° 12: Plano de Ubicación de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV)**



Fuente: Elaboración Propia

**Fotografía N° 5: Ejecución de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV)**





Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	57 de 66

### 6.5.2. Etapa de Gabinete

La etapa de gabinete consistió en el análisis e interpretación de las curvas obtenidas de las mediciones geoelectricas realizadas en campo, de donde se obtuvo un modelo, de la estratigrafía del lugar representada por una variedad de materiales según los resultados encontrados, la misma que nos permite conocer la la resistividad y grosor de cada estrato encontrado.

Las curvas obtenidas de las mediciones geoelectricas se encuentra en el anexo correspondiente, las cuales fueron interpretadas utilizando el cuadro N° 47

**Cuadro N° 47: valores típicos de resistividades de algunos medios y rocas.**

Tipos de Agua y Roca	Resistividad, Ohm-m
Agua de mar	0,2
Agua de acuíferos aluviales	10 - 30
Agua de manantiales	50 - 100
Arenas y gravas secas	1 000 - 10 000
Arenas y gravas con agua dulce	50 - 500
Arenas y gravas con agua salada	0,5 - 5
Arcillas	2 - 20
Margas	20 - 100
Calizas	300 - 10 000
Areniscas arcillosas	50 - 300
Areniscas cuarcíticas	300 - 10 000
Cineritas, tobas volcánicas	20 - 100
Lavas	300 - 10 000
Esquistos grafitosos.	0,5 - 5
Esquistos arcillosos o alterados.	100 - 300
Esquistos sanos	300 - 3 000
Gneis, granito alterados	100 - 1 000
Gneis, granito sano	1 000 - 10 000

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	58 de 66

## 6.6. RESULTADOS OBTENIDOS DE RESISTIVIDAD

### 6.6.1. Valoración cuantitativa

En base al procesamiento y la interpretación de las curvas de resistividades aparentes se han establecido los siguientes parámetros para cada uno de los sondajes:

- Número de capas Geoeléctricas.
- Resistividad real por capa Geoeléctrica, en ohm-m.
- Espesor de cada capa, en m.

En el cuadro N° 48 se muestran los resultados de la interpretación de las curvas de resistividades aparentes obtenidos en los 02 puntos investigados. Se han determinado las resistividades reales y el espesor aproximado de cada una de las capas del subsuelo y en base a estos dos parámetros se ha definido la naturaleza de los diferentes materiales geológicas y cualitativamente su permeabilidad, su resistencia transversal y la salinidad del agua subterránea.

**Cuadro N° 48: Resultados de la interpretación de sondajes eléctricos verticales (SEVs)**

N° SEV	PARÁMETROS	CAPAS GEOELÉCTRICAS		
		1	2	3
1	$\rho$ (Ohm-m)	10.93	66.1	188.46
	H (m)	3.0	17	20
	D (m)	3.0	20	40
2	$\rho$ (Ohm-m)	16.94	86.66	341.2
	H (m)	3	3	30
	D (m)	5.0	10	10
	$\rho$ = Resistividad en ohm-m. H = Espesor de la capa, en m. D = Profundidad de la Capa, en m.			

Fuente: Elaboración Propia

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	59 de 66

### 6.6.2. Valoración cualitativa

Mediante el análisis de los resultados mostrados en los cuadros N° 49 y N° 50 y de las secciones geoelectricas, podemos conocer las características de los estratos y la resistividad que presenta cada estrato.

**Cuadro N° 49: Descripción general de la capa Geoelectrica (SEV-1).**

CAPA N°	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	P Ohm-m	H m	D m
		PROMEDIO		
1	Primera Capa geoelectrica superior constituida por Gravas, arena, arcilla y limos. Su resistividad es de 10.93 ohm-m y su espesor SEV es de 3.00 m.	10.93	3.00	3.00
2	Segunda Capa geoelectrica conformada por material de gravas y arcilla con presencia de agua dulce. Su resistividad varía de 54.06 hasta 70.99 ohm-m y su espesor en el SEV es de 17.00 m.	66.10	17.00	20.00
3	Tercera Capa geoelectrica constituida por material de grava y arena con agua dulce de bajo grado de mineralización. Su resistividad varía de 156.41 hasta 220.52 ohm-m y su espesor en el SEV es de 20.0 m.	188.46	20	40.00

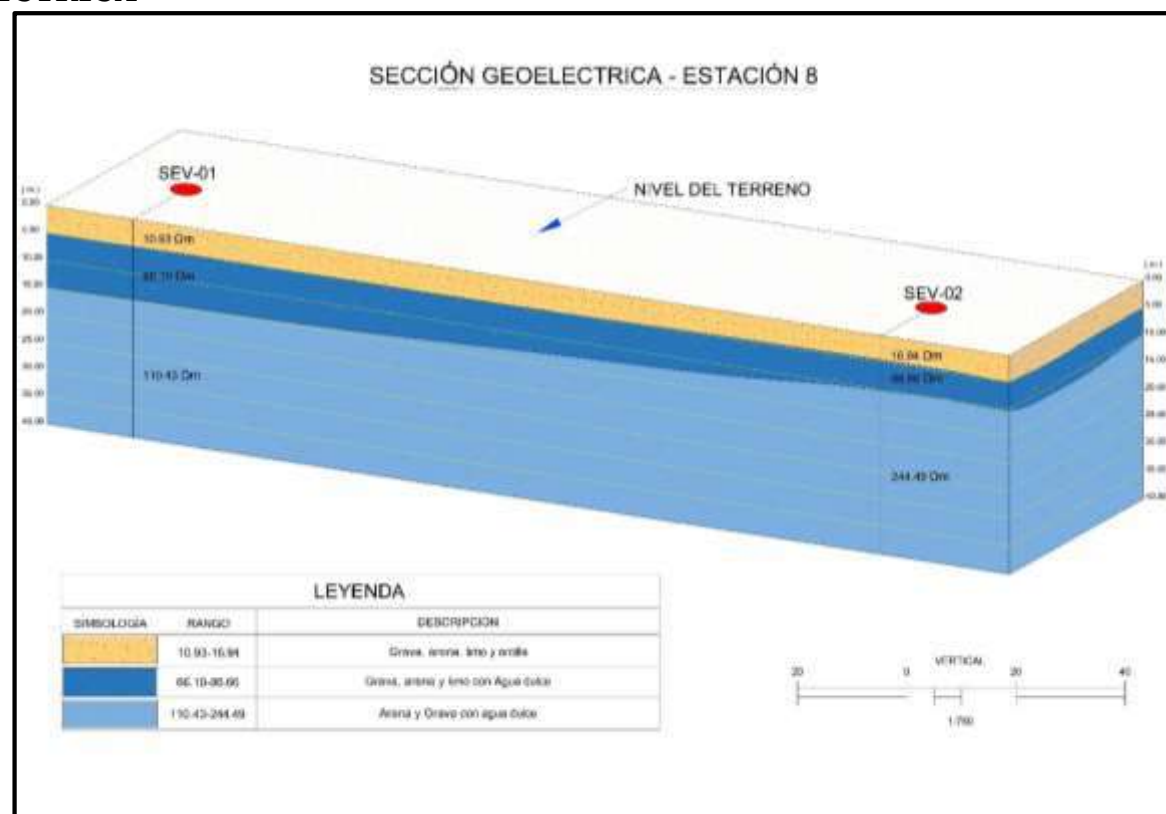
Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	60 de 66

**Cuadro N° 50: Descripción general de la capa Geoeléctrica (SEV-2).**

CAPA N°	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	P Ohm-	H m	D m
		PROMEDIO		
1	Primera Capa geoeléctrica superior constituida por  Gravas, arena, arcilla y limos. Su resistividad es de 10.93 ohm-m y su espesor SEV es de 3.00 m.	16.94	3.00	3.00
2	Segunda Capa geoeléctrica conformada por material de gravas y arcilla con presencia de agua dulce. Su resistividad varía de 78.28 hasta 90.70 ohm-m y su en el SEV es de 7.00 m.	86.66	7.00	10.00
3	Tercera Capa geoeléctrica constituida por material de grava y arena con agua dulce de bajo grado de mineralización. Su resistividad varía de 187.19 hasta 479.54 ohm-m y su espesor en el SEV es de 30 m.	341.2	30.00	40.00

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	61 de 66

## 6.7. SECCIÓN GEOELÉCTRICA



Fuente: Elaboración Propia

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	62 de 66

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### - GEOTECNIA

- Desde el punto de vista de geología regional está comprendida por unidades litoestratigráficas comprendidas por edades que van del Jurásico (Mesozoico) hasta el Cuaternario Reciente (depósitos fluviales y aluviales compuestos por gravas, arenas y arcillas). Las rocas plutónicas que afloran en el cuadrángulo se encuentran comprendidas por granodioritas y tonalitas.
- Respecto a la geología local, las principales unidades estratigráficas en el área de estudio son: volcánico Oytun del Jurásico superior, también existen depósitos cuaternarios recientes, estos últimos incluye el tipo aluvial y fluvial que representa, materiales de baja compactación e inconsistentes.
- Se han realizado 3 calicatas a 5 m de profundidad asistidos con DPL.
- Los suelos encontrados fueron: en la calicata 1 se encontraron 2 estratos el primero de 0.20 a 1.50 conformado por una grava arcillosa (GC) y el segundo de 1.50 a 5.00 constituido por una grava pobremente graduada (GP), en la calicata 2 existen 2 estratos el primero a una profundidad de 0.80 m correspondiente a una arcilla limosa de baja plasticidad (CL) y el segundo a 5.00 m de profundidad conformada por una grava arcillosa (GC) y la calicata 3 presenta 2 estratos, el primero siendo una arcilla limosa (CL) de 4.50 m de espesor y el segundo es una grava arcillosa (GC) a 4.50 hasta los 5.00 m de profundidad.
- La capacidad admisible calculada para una cimentación tipo anillo continuo con mejoramiento, de un B de 2.00 m a una profundidad de 1.50 m (Recomendada), es el siguiente:

Df (m)	B (m)	Qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pt (Kg/cm <sup>2</sup> )
1.50	2.00	10.31	3.44
1.80	2.00	10.70	3.57
2.00	2.00	10.95	3.65

- El asentamiento del terreno de fundación encontrado es de 1.13, siendo menor al valor permisible = 2.54 cm.
- El módulo de Poisson ( $\mu$ ) para los suelos granulares encontrados en el área de estudio es de un orden de  $\mu = 0.30$ .



Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	63 de 66

- El Modulo de Balasto, obtenido mediante tablas y con la técnica del DPL correlacionado con SPT se obtuvo el siguiente:

Tipo de Suelo	Valor por tabla del $k_{30}$	CALCULO POR SPT	
		Valor del N (SPT)	Valor del coeficiente de balasto k
Grava pobremente graduada (GP)	9 - 12	40	10.31

- El fenómeno de licuación en este tipo de suelos investigados será BAJO, porque presenta suelos gravosos arcillosos principalmente con presencia de nivel freático, así mismo el área de estudio se encuentra en ZONA 3.
- Con fines de actividades de excavación se plantea los siguientes esponjamientos de los suelos: para un GC = 37.07%, GP = 33.01% y CL = 29.80%
- El grado de hinchamiento de arcillas y su límite de contracción de suelos es el siguiente:

Calicata	Profundidad	Hinchamiento (%)	Contracción (%)
C-2	0.00 – 0.80	12.60	13.49
C-3	0.00 – 4.50	13.00	12.43

- La agresividad del subsuelo es INAPRECIABLE, SEGÚN LA NORMA E 60 – CONCRETO, sin embargo, por medidas de seguridad y dada la presencia del nivel freático se recomienda cemento tipo MS, donde para la cimentación será  $f'c = 315 \text{ Kg/cm}^2$  y para drenaje será de  $210 \text{ Kg/cm}^2$
- La estabilidad de taludes para la excavación de 2.00 m de profundidad para la cimentación de los tanques es con un talud 1:1. En el cálculo de estabilidad de taludes se presentan valores del factor de seguridad menores al 1.5 establecido por la Norma E-050- Suelos y Cimentaciones.
- El peligro más recurrente en la zona, observado en la visita a campo es el de deslizamiento de bloques, causado por la presencia de suelos cohesivos homogéneos, por lo que se recomienda a elaboración de estructuras de mitigación como banquetas.

Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	64 de 66

- El factor sísmico es importante por encontrarnos en una zona sísmicamente activa los diseños son sismo resistente con los siguientes valores.

Factores	Valores
Parámetros de zona	Zona 3
Factor de zona	$Z(g)=0.35$
Suelo tipo	S-2
Amplificación del suelo	$S=1.15$
Periodo predominante de vibración	$T_p= 0.6 \text{ seg}$

Fuente: Norma E – 030 Diseño Sismo resistente.

- Se acompañan los cuadros, laminas, planos relación de figuras, panel fotográfico que indican el procedimiento realizado para que pueda ser analizado por los revisores.

#### - RESISTIVIDAD DE SUELOS

- La investigación geoelectrica se realizó empleando el método de Prospección geoelectrica mediante dos sondajes eléctricos verticales (SEV), habiendo obtenido los siguientes resultados:

N° SEV	PARÁMETROS	CAPAS GEOELÉCTRICAS		
		1	2	3
1	$\rho$ (Ohm-m)	10.93	66.1	188.46
	H (m)	3.0	17	20
	D (m)	3.0	20	40
2	$\rho$ (Ohm-m)	16.94	86.66	341.2
	H (m)	3	3	30
	D (m)	5.0	10	10
	$\rho$ = Resistividad en ohm-m. H = Espesor de la capa, en m. D = Profundidad de la Capa, en m.			

- Los resultados de la investigación geoelectrica nos indica que el subsuelo presenta 3 estratos, el primero conformado por gravas, arenas, limos y arcillas con una resistividad de rango de 10.93 – 16.94 Ohm-m, el segundo constituido por grava, arenas y limos con agua dulce de resistividad de rango 66.10 – 86.66 Ohm-m y el tercer estrato constituido por arena y grava con agua dulce de rango 110.43 – 244.49 Ohm-m.

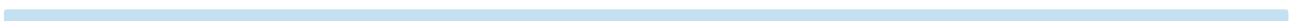
Nombre del Cliente:	Servicio / Proyecto:	95-1-017	
PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
Título del Documento:	Revisión:	Código del Documento:	Página:
INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RESISTIVIDAD DEL SUELO E 8	A	P50-95-1-017-E8-INF-EE-003	65 de 66

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- A. Mendez & V.M. Pineda. 2011. Comportamiento de cimentaciones en suelos expansivos. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería.
- Geología General -Hugo Rivera Mantilla.
- L.C. Concha.2003. Arcillas Expansivas: Comportamiento, identificación y su correlación mediante ensayos de fácil ejecución. Thesis.Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- L. González de Vallejo, M. Ferrer, L. Ortuño y C. Oteo (2002). Ingeniería geológica. Prentice Hall. Madrid, 102 pag.
- Norma E 050 de Suelos y Cimentaciones.
- Norma E 030 Diseño Sismorresistente.
- Texto: Propiedades Geofísicas de los suelos, por Joseph Bowles
- V.E. Meza. 2005. Influencia de la succión matricial en el comportamiento deformacional de dos suelos expansivos. MS Thesis. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Boletín N° 148 Serie A Carta Geológica Nacional – Geología del Cuadrángulo de Incahuasi, Hoja 13-e – Lima, Perú 2013.
- Prospección Geoeléctrica en Corriente Continua (Ernesto Orellana 1972).
- Prospección geoelectrica con fines de captación de agua subterránea sector el sifón la segunda Mallares, del Distrito de Marcavelica, Provincia de Sullana y departamento de Piura. – AÑO 2020

## **VIII. ANEXOS**

# **ANEXOS**

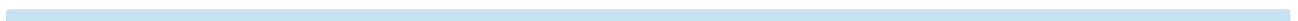


# **ENSAYOS DE LABORATORIO**





# **1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

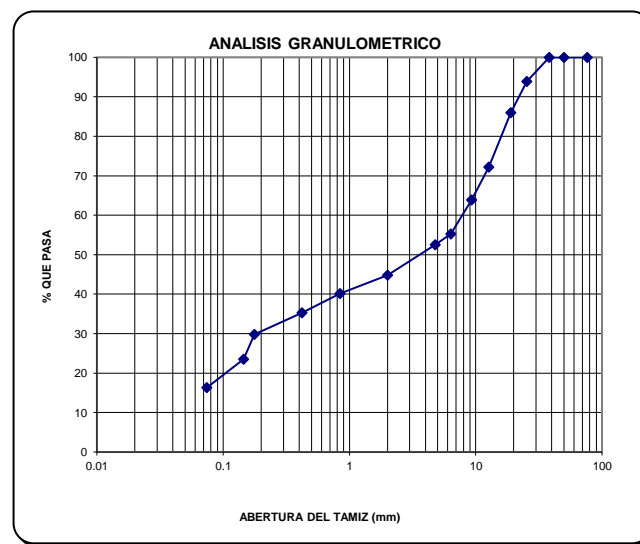


**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
**(NTP 339.128)**

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-1 M-1 (0.20-1.50 m).</b>
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DE 2022.

**MATERIAL ZARANDEADO POR TAMIZ 21/2"**

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA
3"	76.20	780.00	15.6	15.6	84.4
2"	50.00	902.00	18.0	33.6	66.4
1 1/2"	38.10	375.00	7.5	41.1	58.9
1"	25.40	761.00	15.2	56.4	43.6
3/4"	19.00	218.00	4.4	60.7	39.3
1/2"	12.70	273.00	5.5	66.2	33.8
3/8"	9.30	148.00	3.0	69.1	30.9
1/4"	6.35	237.00	4.7	73.9	26.1
Nº 4	4.76	30.00	0.6	74.5	25.5
Nº 10	2.00	44.00	4.5	79.0	21.0
Nº 20	0.840	28.00	2.9	81.8	18.2
Nº 30	0.600	22.00	2.2	84.1	15.9
Nº 40	0.420	15.00	1.5	85.6	14.4
Nº 50	0.177	14.00	1.4	87.0	13.0
Nº 100	0.145	28.00	2.9	89.9	10.1
Nº 200	0.074	11.00	1.1	91.0	9.0
<b>TOTAL FINOS</b>		162.00			
<b>PERDIDA</b>		88.0	9.0	100.0	0.0
<b>PESO FINOS</b>		250.00			



PESO TOTAL	5000	CLASIFICACION	DESCRIPCION
LL	26.52	AASTHO SUCS	GRAVA ARCILLOSA , DE TONALIDAD BEIGE CLARO, BOLONERIA DE 7", GRAVAS SUB-REDONDEADAS A REDONDEADAS CON ESFERICIDAD DE MEDIA A ALTA , SIN CARBONATOS, MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 8.44 %.
LP	18.51		
IP	8.01		
<b>GRAVAS</b>		74.5	
<b>ARENAS</b>		16.5	
<b>LIMOS-ARCILLAS</b>		9.0	

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
**(NTP 339.128)**

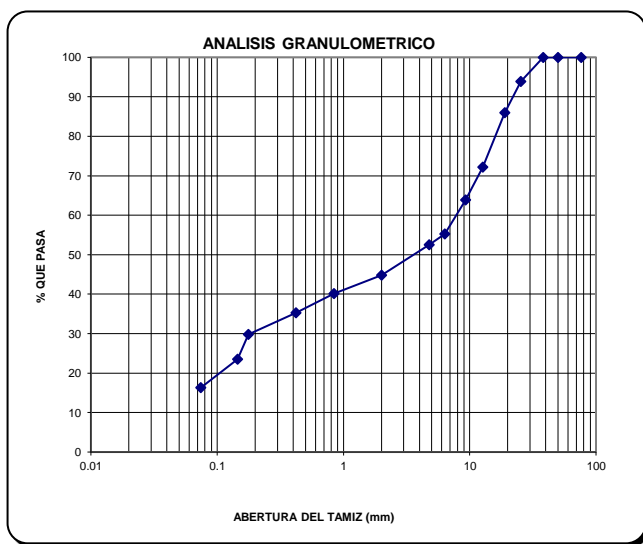
<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-1 M-2 (1.50-5.00 m).</b>
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DE 2022.

**MATERIAL ZARANDEADO POR TAMIZ 21/2"**

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	1955.00	39.1	39.1	60.9
1 1/2"	38.10	372.00	7.4	46.5	53.5
1"	25.40	550.00	11.0	57.5	42.5
3/4"	19.00	305.00	6.1	63.6	36.4
1/2"	12.70	395.00	7.9	71.5	28.5
3/8"	9.30	110.00	2.2	73.7	26.3
1/4"	6.35	292.00	5.8	79.6	20.4
Nº 4	4.76	16.00	0.3	79.9	20.1
Nº 10	2.00	94.00	7.6	87.5	12.5
Nº 20	0.840	56.00	4.5	92.0	8.0
Nº 30	0.600	40.00	3.2	95.2	4.8
Nº 40	0.420	19.00	1.5	96.7	3.3
Nº 50	0.177	10.00	0.8	97.5	2.5
Nº 100	0.145	8.00	0.6	98.2	1.8
Nº 200	0.074	2.00	0.2	98.3	1.7
<b>TOTAL FINOS</b>		229.00			
<b>PERDIDA</b>		21.0	1.7	100.0	0.0
<b>PESO FINOS</b>		250.00			

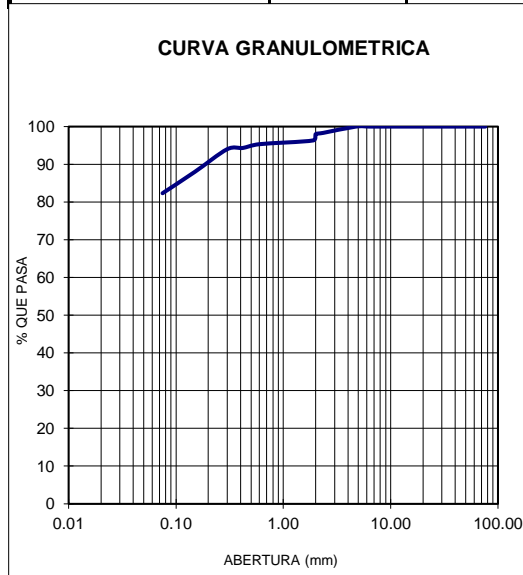
PESO TOTAL	5000	CLASIFICACION	DESCRIPCION
LL	NP	AASTHO A - 1	GRAVA MAL GRADUADA , DE TONALIDAD MARRON CLARO, BOLONERIA DE 5", GRAVAS SUB-ANGULOSAS, PRESENCIA DE CARBONATOS, SIN MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 18,10%.
LP	NP	SUCS GP	
IP	NP		
<b>GRAVAS</b>		79.9	
<b>ARENAS</b>		18.4	
<b>FINOS-LIMOS</b>		1.7	



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA:	C-2/ M-1 ( 0.00 - 0.80 m).
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO	
PESO SECO INICIAL	300.00
PESO SECO LAVADO	55.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	245.00

TAMIZ		C-2/ M-1 ( 0.00 - 0.80 m).			
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº8	2.360	5.00	1.67	1.67	98.33
Nº10	2.000	1.00	0.33	2.00	98.00
Nº20	1.900	5.00	1.67	3.67	96.33
Nº30	0.600	3.00	1.00	4.67	95.33
Nº40	0.420	3.00	1.00	5.67	94.33
Nº50	0.300	1.00	0.33	6.00	94.00
Nº100	0.150	18.00	6.00	12.00	88.00
Nº200	0.075	17.00	5.67	17.67	82.33
PLATO		247.00	82.33	100.00	0.00
TOTAL		300.00	100.00		



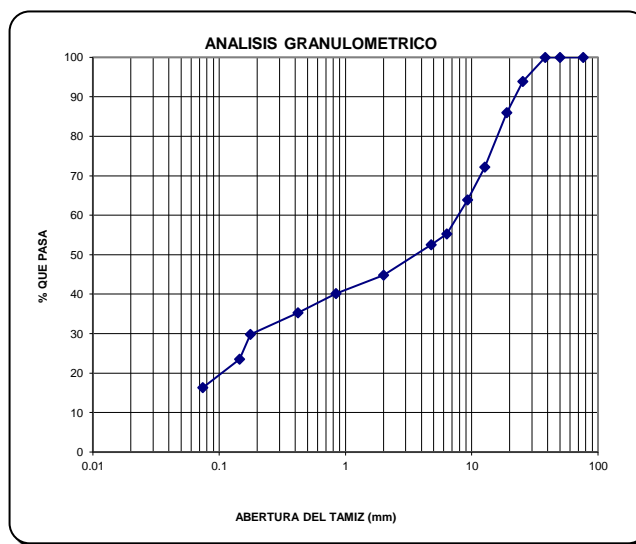
MUESTRA	C - 2/M-1
GRAVAS	0.00
ARENAS	17.67
LIMOS - ARCILLAS	82.33
LIMITE LÍQUIDO	33.25%
LIMITE PLÁSTICO	20.75%
INDICE DE PLASTICIDAD	12.50%
PESO ESPECÍFICO	2.70
CLASIFICACIÓN SUCS	CL
CLASIFICACION AASHTO	A-7
OBSERVACIONES	
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD , DE TONALIDAD MARRON CLARO CON GRUMOS, SIN CARBONATOS, MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 4.38%.	
NORMATIVA	
NTP 339.134 (ASTM D 422) - MTC E 107 ( ANALISIS GRANULOMÉTRICO) - MTC E 106 ( PESO DE MUESTRA)	

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
**(NTP 339.128)**

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>MUESTRA</b>	:	C-2/ M-2 ( 0.80 - 5.00 m).
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DE 2022.

**MATERIAL ZARANDEADO POR TAMIZ 21/2"**

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	390.00	7.8	7.8	92.2
1 1/2"	38.10	443.00	8.9	16.7	83.3
1"	25.40	415.00	8.3	25.0	75.0
3/4"	19.00	342.00	6.8	31.8	68.2
1/2"	12.70	563.00	11.3	43.1	56.9
3/8"	9.30	226.00	4.5	47.6	52.4
1/4"	6.35	486.00	9.7	57.3	42.7
Nº 4	4.76	36.00	0.7	58.0	42.0
Nº 10	2.00	52.00	8.7	66.8	33.2
Nº 20	0.840	42.00	7.1	73.8	26.2
Nº 30	0.600	26.00	4.4	78.2	21.8
Nº 40	0.420	15.00	2.5	80.7	19.3
Nº 50	0.177	11.00	1.8	82.5	17.5
Nº 100	0.145	21.00	3.5	86.1	13.9
Nº 200	0.074	9.00	1.5	87.6	12.4
<b>TOTAL FINOS</b>		176.00			
<b>PERDIDA</b>		74.0	12.4	100.0	0.0
<b>PESO FINOS</b>		250.00			



<b>PESO TOTAL</b>	<b>5000</b>	<b>CLASIFICACION</b>	<b>DESCRIPCION</b>
LL	25.30	<b>AASTHO</b> A - 2	GRAVA ARCILLOSA, DE TONALIDAD MARRON CLARO , BOLONERIA DE 7", GRAVAS DE ANGULOSAS A SUB-ANGULOSAS PRESENCIA DE CARBONATOS, SIN MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 25,12 %.
LP	18.10	<b>SUCS</b> GC	
IP	7.20		
<b>GRAVAS</b>		58.0	
<b>ARENAS</b>		29.6	
<b>LIMOS-ARCILLAS</b>		12.4	

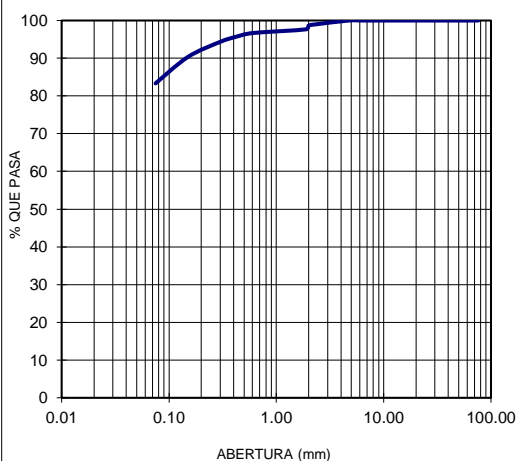
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422	
<b>PROYECTO:</b>	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITA:</b>	AYESA PERU SAC.
<b>MUESTRA:</b>	C-3/ M-1 ( 0.00 - 4.50 m).
<b>UBICACIÓN:</b>	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
<b>FECHA:</b>	PIURA, ENERO DEL 2022.

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

PESO SECO INICIAL	300.00
PESO SECO LAVADO	51.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	249.00

TAMIZ		C-3/ M-1 ( 0.00 - 4.50 m).			
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº8	2.360	3.00	1.00	1.00	99.00
Nº10	2.000	1.00	0.33	1.33	98.67
Nº20	1.900	3.00	1.00	2.33	97.67
Nº30	0.600	3.00	1.00	3.33	96.67
Nº40	0.420	3.00	1.00	4.33	95.67
Nº50	0.300	4.00	1.33	5.67	94.33
Nº100	0.150	12.00	4.00	9.67	90.33
Nº200	0.075	21.00	7.00	16.67	83.33
PLATO		250.00	83.33	100.00	0.00
TOTAL		300.00	100.00		

**CURVA GRANULOMETRICA**



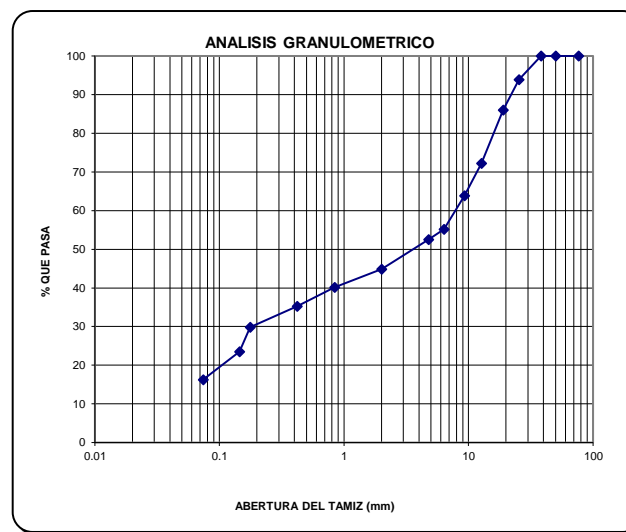
<b>MUESTRA</b>	<b>C - 3/M-1</b>
GRAVAS	0.00
ARENAS	16.67
LIMOS - ARCILLAS	83.33
LIMITE LÍQUIDO	33.85%
LIMITE PLÁSTICO	20.95%
INDICE DE PLASTICIDAD	12.90%
PESO ESPECÍFICO	2.70
CLASIFICACIÓN SUCS	<b>CL</b>
CLASIFICACION AASHTO	A-7
<b>OBSERVACIONES</b>	
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD , DE TONALIDAD BEIGE OSCURO, SIN CARBONATOS, MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 2.73 %.	
<b>NORMATIVA</b>	
NTP 339.134 (ASTM D 422) - MTC E 107 ( ANALISIS GRANULOMÉTRICO) - MTC E 106 ( PESO DE MUESTRA)	



**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
(NTP 339.128)

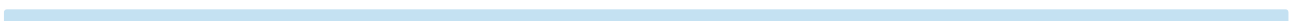
PROYECTO	:	*SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO*
SOLICITA	:	AYESA PERU SAC.
MUESTRA	:	C-3/ M-2 ( 4.50 - 5.00 m).
UBICACIÓN	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
FECHA	:	PIURA, ENERO DE 2022.
MATERIAL ZARANDEADO POR TAMIZ 21/2"		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	1765.00	35.3	35.3	64.7
1 1/2"	38.10	345.00	6.9	42.2	57.8
1"	25.40	578.00	11.6	53.8	46.2
3/4"	19.00	321.00	6.4	60.2	39.8
1/2"	12.70	395.00	7.9	68.1	31.9
3/8"	9.30	143.00	2.9	70.9	29.1
1/4"	6.35	245.00	4.9	75.8	24.2
Nº 4	4.76	17.00	0.3	76.2	23.8
Nº 10	2.00	91.00	8.7	84.9	15.1
Nº 20	0.840	45.00	4.3	89.1	10.9
Nº 30	0.600	65.00	6.2	95.3	4.7
Nº 40	0.420	12.00	1.1	96.5	3.5
Nº 50	0.177	14.00	1.3	97.8	2.2
Nº 100	0.145	10.00	1.0	98.8	1.2
Nº 200	0.074	3.00	0.3	99.0	1.0
TOTAL FINOS		240.00			
PERDIDA		10.0	1.0	100.0	0.0
PESO FINOS		250.00			



PESO TOTAL	5000	CLASIFICACION	DESCRIPCION
LL	25.60	AASHTO SUCS	GRAVA ARCILLOSA , DE TONALIDAD MARRON CLARO, BOLONERIA DE 5", GRAVAS SUB-ANGULOSAS, PRESENCIA DE CARBONATOS, SIN MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 16,52%.
LP	18.20		
IP	7.40		
GRAVAS	76.2		
ARENAS	22.9		
LIMOS-ARCILLAS	1.0		

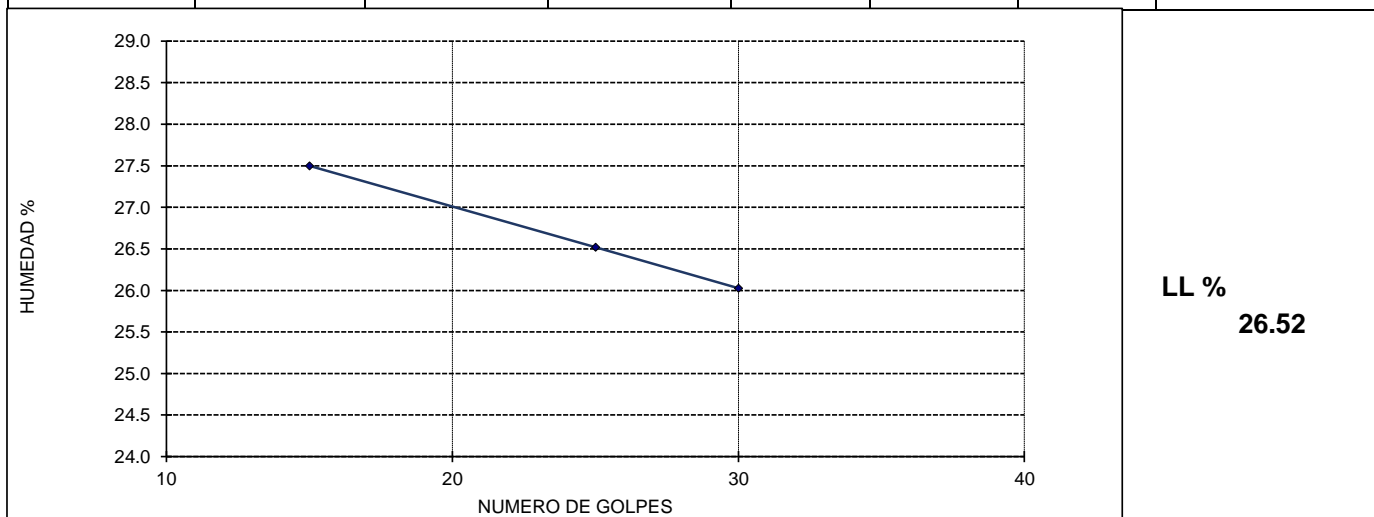
## **2.- LIMITES DE CONSISTENCIA**



## LIMITES DE ATTERBERG

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITANTE</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA-ESTACION 8.
<b>MUESTRA</b>	:	C-1/ M-1 (0.20-1.50 m).
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	G - 4	33.22	28.97	4.25	13.52	15.46	27.50
25	G - 11	39.41	34.05	5.36	13.82	20.23	26.52
30	G - 5	31.50	27.76	3.74	13.39	14.37	26.03



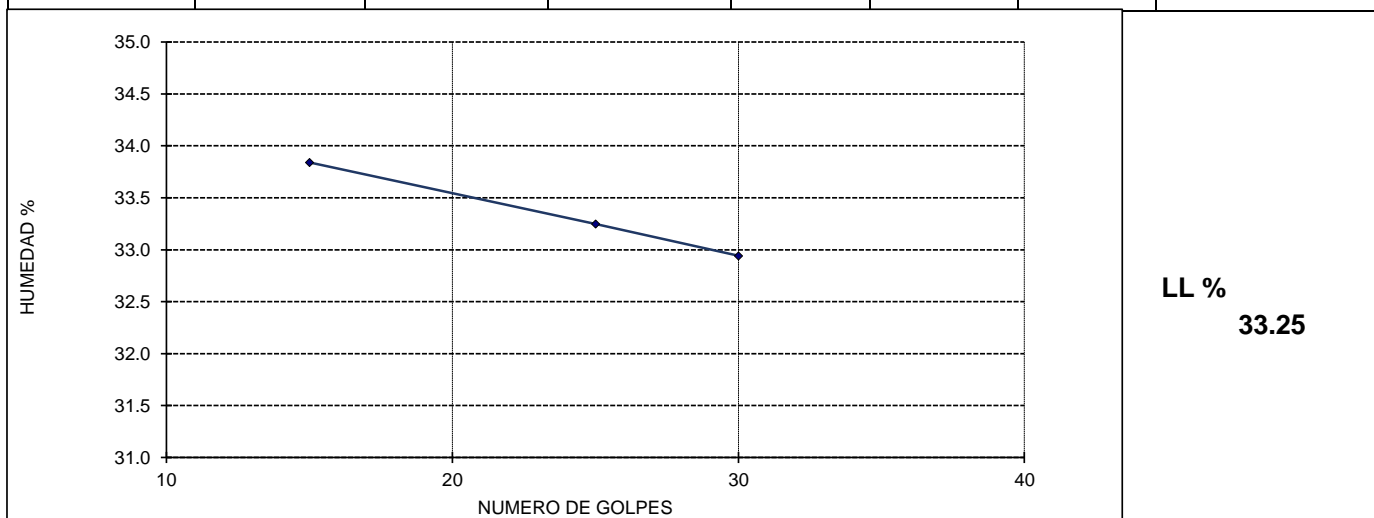
2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
T - 3	24.40	22.72	1.68	13.59	9.13	18.40	<b>18.51</b>
G - 7	20.10	19.02	1.08	13.22	5.80	18.62	

<b>3.- INDICE DE PLASTICIDAD</b>	IP= LL - LP	<b>8.01 %</b>
----------------------------------	-------------	---------------

## LIMITES DE ATTERBERG

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITANTE</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA-ESTACION 8.
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-2 / M-1 (0.00-0.80 m).</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	G - 3	31.53	26.86	4.67	13.06	13.80	33.84
25	A - 3	38.91	32.65	6.26	13.81	18.84	33.25
30	T - 4	33.63	28.68	4.95	13.67	15.01	32.94



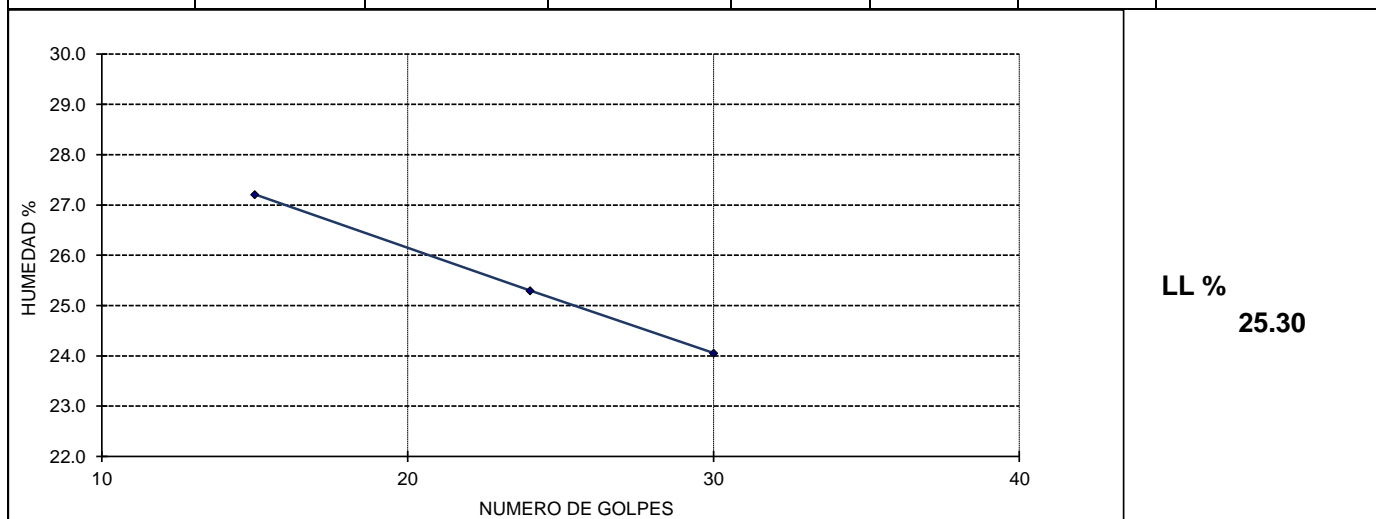
2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
G - 9	23.10	21.50	1.60	13.86	7.64	20.94	<b>20.75</b>
G - 8	27.44	25.12	2.32	13.85	11.27	20.55	

<b>3.- INDICE DE PLASTICIDAD</b>	IP= LL - LP	<b>12.50 %</b>
----------------------------------	-------------	----------------

## LIMITES DE ATTERBERG

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITANTE</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
<b>MUESTRA</b>	:	C-2 / M-2 (0.80-5.00 m).
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	G - 3	35.50	30.70	4.80	13.06	17.64	27.21
24	G - 9	31.10	27.62	3.48	13.86	13.76	25.30
30	T-14	29.82	26.63	3.19	13.37	13.26	24.06



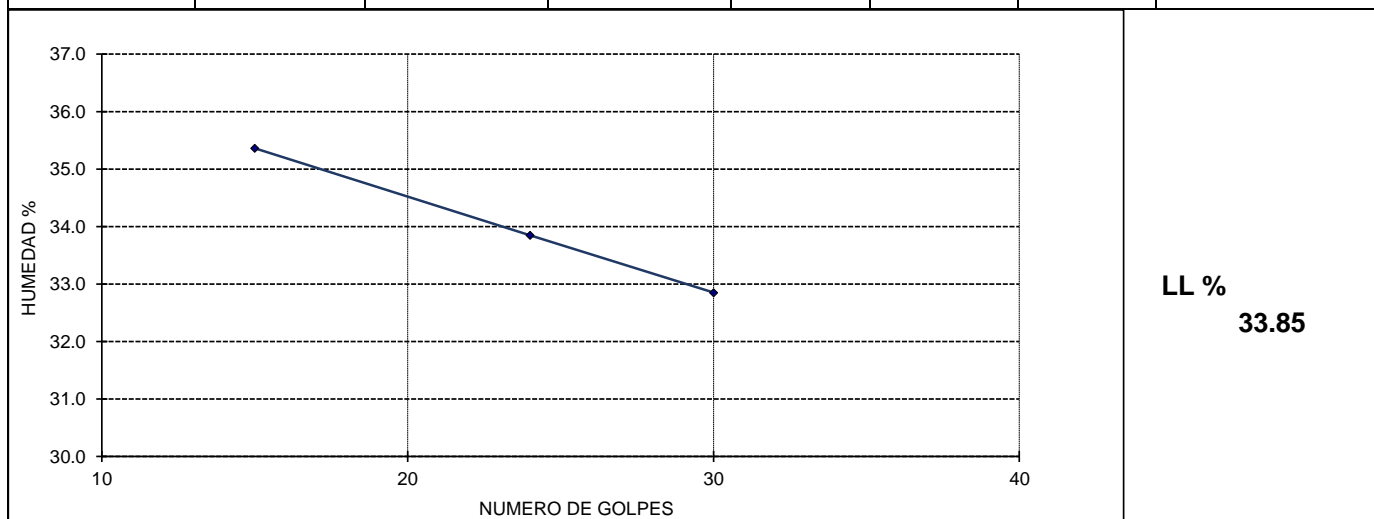
2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
T- 3	29.55	27.10	2.45	13.59	13.51	18.13	<b>18.10</b>
T- 1	30.11	27.60	2.51	13.71	13.89	18.07	

<b>3.- INDICE DE PLASTICIDAD</b>	IP= LL - LP	<b>7.20 %</b>
----------------------------------	-------------	---------------

## LIMITES DE ATTERBERG

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITANTE</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
<b>MUESTRA</b>	:	C-3 / M-1 (0.00-4.50 m).
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	G - 14	27.42	23.70	3.72	13.18	10.52	35.36
24	G - 12	31.22	26.74	4.48	13.52	13.22	33.85
30	G-13	28.90	25.03	3.87	13.25	11.78	32.85



2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
G - 15	21.14	19.88	1.26	13.85	6.03	20.90	<b>20.95</b>
G - 16	24.90	22.94	1.96	13.61	9.33	20.99	

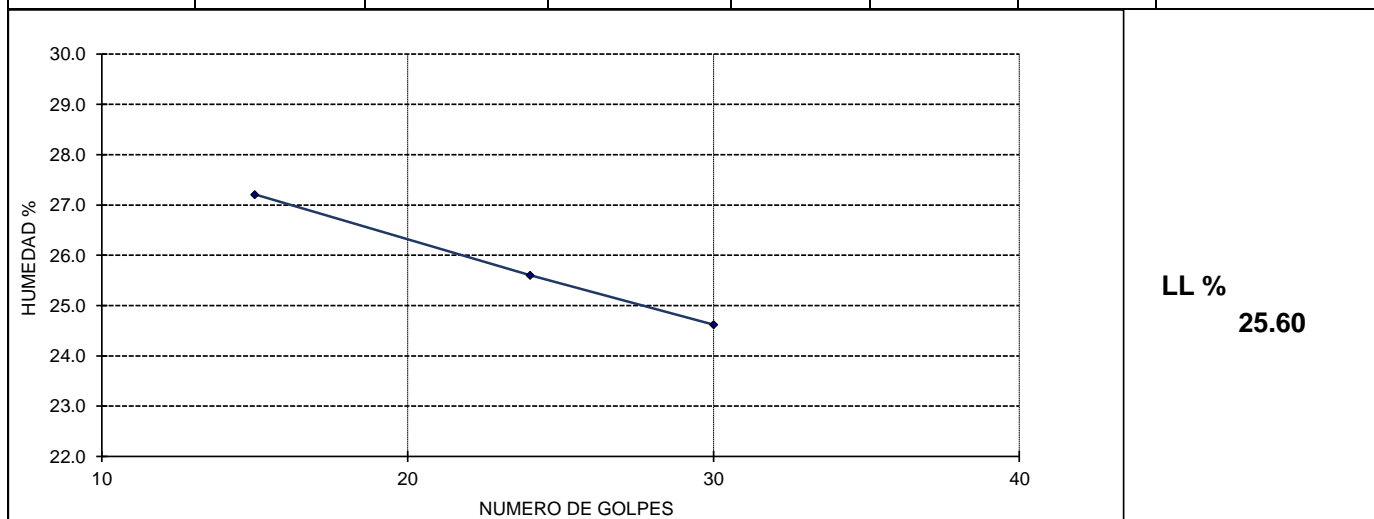
<b>3.- INDICE DE PLASTICIDAD</b>	IP= LL - LP	<b>12.90 %</b>
----------------------------------	-------------	----------------



## LIMITES DE ATTERBERG

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
<b>SOLICITANTE</b>	:	AYESA PERU SAC.
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
<b>MUESTRA</b>	:	C-3 / M-2 (4.50-5.00 m).
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.

1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	G - 3	35.50	30.70	4.80	13.06	17.64	27.21
24	G - 9	31.10	27.59	3.51	13.86	13.73	25.60
30	T-14	29.82	26.57	3.25	13.37	13.20	24.62



2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
T- 3	29.55	27.08	2.47	13.59	13.49	18.34	<b>18.20</b>
T- 1	30.11	27.60	2.51	13.71	13.89	18.07	

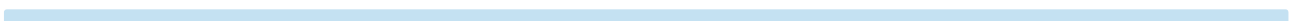
<b>3.- INDICE DE PLASTICIDAD</b>	IP= LL - LP	<b>7.40 %</b>
----------------------------------	-------------	---------------

### **3.- HUMEDAD NATURAL**



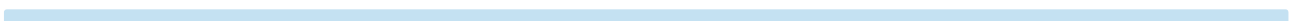
PROYECTO :	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”					
SOLICITANTE :	AYESA PERU SAC.					
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL						
UBICACION :	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.					
MUESTRA :	C-1/ M-1 HASTA C-3/ M-2.					
FECHA :	PIURA, ENERO DEL 2022.					
ASTM D 2216 -NTP 339.185 - MTC E 108						
CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	PESO MUESTRA HUMEDA+ TARA	PESO MUESTRA SECA+ TARA	TARA (Gr)	AGUA (%)	% HUMEDAD
C-1/M-1	0.20-1.50	37.80	35.90	13.40	1.90	8.44
C-1/M-2	1.50-5.00	97.40	85.34	18.70	12.06	18.10
C-2/M-1	0.00-0.80	54.40	52.70	13.90	1.70	4.38
C-2/M-2	0.80-5.00	71.10	59.60	13.80	11.51	25.12
C-3/M-1	0.00-4.50	43.70	42.90	13.60	0.80	2.73
C-3/M-2	4.50-5.00	41.10	37.23	13.80	3.87	16.52

## **4.- PESO UNITARIO**



PESO UNITARIO				
<b>PROYECTO :</b>	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"			
<b>SOLICITA :</b>	AYESA PERU SAC.			
<b>MUESTRA :</b>	C-1 / M-1 HASTA C-3/ M-2.			
<b>UBICACION :</b>	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.			
<b>FECHA :</b>	PIURA, ENERO DEL 2022.			
ESTRUCTURA	CALICATA	P (gr)	V ( cm <sup>3</sup> )	P.U ( gr/ cm3)
CIMENTACION	C-1/M-1 (0.20-1.50 m)	411.06	221.99	1.85
	C-1/M-2 (1.50-5.00 m)	397.84	205.70	1.93
	C-2/M-1 (0.00-0.80 m)	357.92	208.08	1.72
	C-2/M-2 (0.80-5.00 m)	403.86	221.99	1.82
	C-3/M-1 (0.00-4.50 m)	351.82	208.08	1.69
	C-3/M-2 (4.50-5.00 m)	407.50	221.99	1.84

## **5.- ESPONJAMIENTO**





## ESPONJAMIENTO

**PROYECTO :** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**SOLICITA :** AYESA PERU SAC.

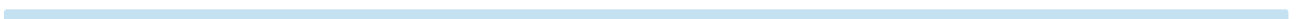
**UBICACION:** CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.

**MUESTRA:** C-1/C-3

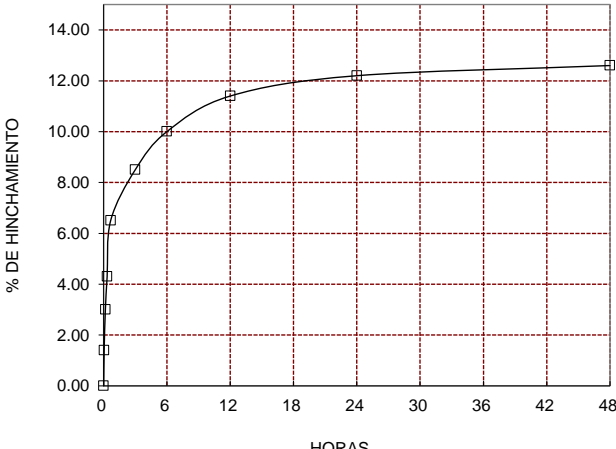
**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

CALICATA	MUESTRA	DESIDAD SUELTA P(gr)/v(2,300 gr) (gr/cm3)	DENSIDAD COMPACTA P(gr)/v (2300) (gr/cm3)	ESPONJAMIENTO $\left( \frac{\text{Densidad compactada} - \text{Densidad suelta}}{\text{Densidad compacta}} \right) \times 100$	ESPONJAMIENTO (%)
C-1	M-1	1.29	2.05	37.07	37.07%
	M-2	1.40	2.09	33.01	33.01%
C-2	M-1	1.39	1.98	29.80	29.80%
	M-2	1.05	1.69	37.87	37.87%
C-3	M-1	1.21	1.68	27.98	27.98%
	M-2	1.75	2.61	32.95	32.95%

## **6.- HINCHAMIENTO Y LIMITE CONTRACCIÓN**



<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU SAC.	
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA-ESTACION 8.	
<b>MUESTRA</b>	:	CALICATA C - 2 /M - 1 .	PROF. 0.00 - 0.80m.
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.	

HINCHAMIENTO LIBRE DE SUELOS				
ASTM D4829-11				
ALTURA INICIAL : 1 cm.		CALICATA C - 2 /M - 1 .		
MINUTOS	HORAS	INCREMENTO mm	HINCHAMIENTO %	
0	0.000	0.000	0.00	
2	0.050	0.140	1.40	
10	0.167	0.300	3.00	
20	0.333	0.430	4.30	
40	0.667	0.650	6.50	
180	3.000	0.850	8.50	
360	6.000	1.000	10.00	
720	12.000	1.140	11.40	
1440	24.000	1.220	12.20	
2880	48.000	1.260	12.60	

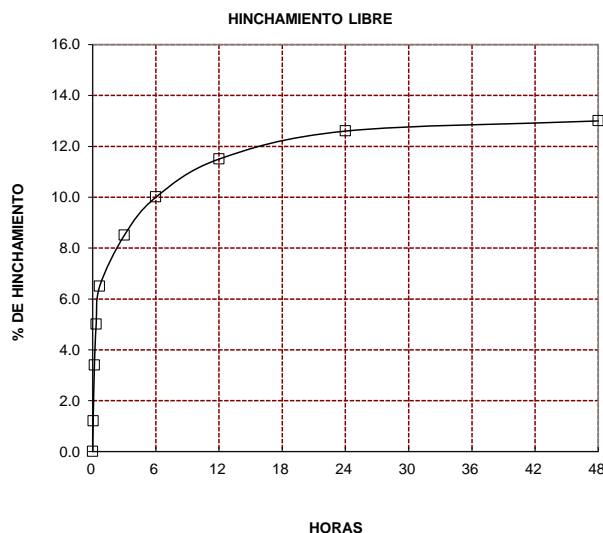
LIMTES DE CONTRACCION DE SUELOS						
AASHTO 387-80						
MUESTRA	ANILLO Nº	PESO HUMEDO gr.	PESO SECO gr.	VOLUMEN INICIAL cm3	VOLUMEN FINAL cm3	LIMITE DE CONTRACCION %
CALICATA C - 2 /M - 1 .	G - 10	76.20	56.1	37.90	25.37	13.49

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU SAC.	
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA-ESTACION 8.	
<b>MUESTRA</b>	:	<b>CALICATA C - 3/ M -1.</b>	<b>PROF. 0.00 - 4.50m.</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.	

### HINCHAMIENTO LIBRE DE SUELOS

#### ASTM D4829-11

ALTURA INICIAL : 1 cm.		CALICATA C - 3/ M -1.	
		INCREMENTO	HINCHAMIENTO %
MINUTOS	HORAS		
0	0.000	0.000	0.00
2	0.050	0.120	1.20
10	0.167	0.340	3.40
20	0.333	0.500	5.00
40	0.667	0.650	6.50
180	3.000	0.850	8.50
360	6.000	1.000	10.00
720	12.000	1.150	11.50
1440	24.000	1.260	12.60
2880	48.000	1.300	13.00

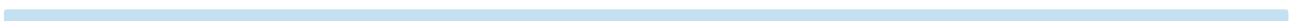


### LIMITES DE CONTRACION

#### AASHTO 387-80

MUESTRA	ANILLO Nº	PESO HUMEDO gr.	PESO SECO gr.	VOLUMEN INICIAL cm3	VOLUMEN FINAL cm3	LIMITE DE CONTRACCION %
CALICATA C - 3/ M -1.	G - 9	246.60	207.00	46.80	32.92	12.43

## **7.- PERMEABILIDAD**



**ENSAYO DE PERMEABILIDAD**

**PROYECTO :** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**SOLICITA :** AYESA PERU SAC.

**UBICACION :** CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.

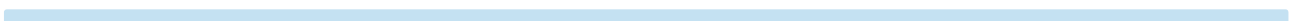
**ESTACION :** 8

**FECHA :** PIURA , ENERO DEL 2022.

MUESTRA	CAUDAL(Q) $cm^3 / seg$	AREA DEL PERMEOMETRO $A \text{ cm}^2$	CARGA HIDRAULICA (cm)	LONGITUD DEL DEL PERMEOMETRO (cm)	TEMPERATURA (t) °C	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K) $cm / seg$	GRADO DE PERMEABILIDAD
C - 1 / M - 1	0,0029	19.64	50.00	30.00	22.4	8.37E-05	SEMIPERMEABLE
C - 1 / M - 2	31,3	19.64	50.00	30.00	22.4	9.03E-01	PERMEABLE
C - 2 / M - 1	0,00015	19.64	50.00	30.00	22.4	4.33E-06	IMPERMEABLE
C - 2 / M - 2	0,0033	19.40	50.00	30.00	22.4	9.63E-05	SEMIPERMEABLE
C - 3 / M - 1	0,00010	19.40	50.00	30.00	22.4	2.92E-06	IMPERMEABLE
C - 3 / M - 2	0,0031	19,64	50.00	30.00	22.4	8.94E-05	SEMIPERMEABLE



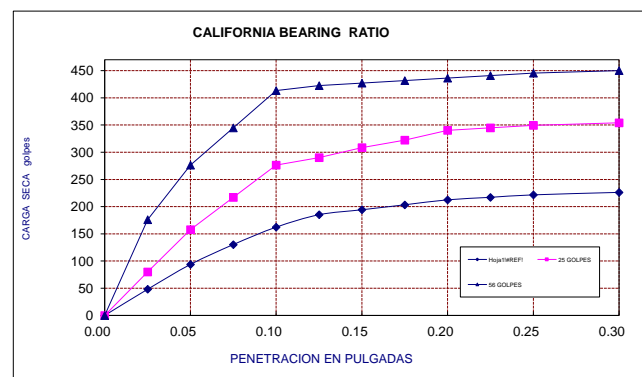
## **8.- ENSAYO CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)**



**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO**

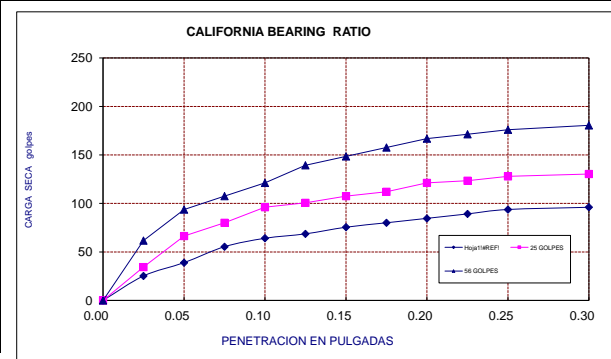
<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU S.A.C.	
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.	
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-1/M-1 , C-2/M-2.</b>	<b>PROF. 1.00m.</b>
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.	

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	5.00	48.07		12.00	80.04		33.00	175.97	
0.050	15.00	93.75		29.00	157.70		55.00	276.46	
0.075	23.00	130.29		42.00	217.08		70.00	344.98	
0.100	30.00	162.27	<b>11.93</b>	55.00	276.46	<b>20.32</b>	85.00	413.50	<b>30.39</b>
0.125	35.00	185.10		58.00	290.17		87.00	422.64	
0.150	37.00	194.24		62.00	308.44		88.00	427.21	
0.175	39.00	203.38		65.00	322.14		89.00	431.77	
0.200	41.00	212.51	<b>15.62</b>	69.00	340.42	<b>25.02</b>	90.00	436.34	<b>32.07</b>
0.225	42.00	217.08		70.00	344.98		91.00	440.91	
0.250	43.00	221.65		71.00	349.55		92.00	445.48	
0.300	44.00	226.22		72.00	354.12		93.00	450.05	
Golpes		12	25	56					
Numero de capas		5	5	5					
Humedad (%)		9.50	9.50	9.50					
Peso del molde (gr)		4,375.00	4,126.00	3,575.00					
P. molde + suelo hum. (gr)		8,810.00	8,620.00	8,280.00					
Volumen del molde (cm3)		2,134.00	2,090.00	2,095.00					
Densidad hum. (gr/cm3)		2.08	2.15	2.25					
Densidad seca (gr/cm3)		1.90	1.96	2.05					
C.B.R. a 0.1"		<b>11.93</b>	<b>20.32</b>	<b>30.39</b>					
C.B.R. a 0.2"		<b>15.62</b>	<b>25.02</b>	<b>32.07</b>					
<b>DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)</b>		<b>2.055</b>	Gr/cm <sup>3</sup>						
<b>95%DENSIDAD MAXIMA</b>		<b>1.95</b>	Gr/cm <sup>3</sup>						

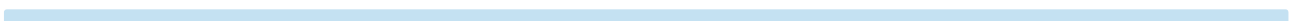


**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO**

<b>PROYECTO</b>	:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"							
<b>SOLICITA</b>	:	AYESA PERU SAC.							
<b>UBICACIÓN</b>	:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.							
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-3 / M-1. PROF. 1.00m.</b>							
<b>FECHA</b>	:	PIURA, ENERO DEL 2022.							
PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	0.00	25.23		2.00	34.36		8.00	61.77	
0.050	3.00	38.93		9.00	66.34		15.00	93.75	
0.075	6.60	55.38		12.00	80.04		18.00	107.45	
0.100	8.50	64.05	<b>4.71</b>	15.50	96.03	<b>7.06</b>	21.00	121.15	<b>8.90</b>
0.125	9.50	68.62		16.50	100.60		25.00	139.43	
0.150	11.00	75.47		18.00	107.45		27.00	148.56	
0.175	12.00	80.04		19.00	112.02		29.00	157.70	
0.200	13.00	84.61	<b>6.22</b>	21.00	121.15	<b>8.90</b>	31.00	166.83	<b>12.26</b>
0.225	14.00	89.18		21.50	123.44		32.00	171.40	
0.250	15.00	93.75		22.50	128.01		33.00	175.97	
0.300	15.50	96.03		23.00	130.29		34.00	180.54	
Golpes		12	25	56					
Numero de capas		5	5	5					
Humedad (%)		8.25	8.25	8.25					
Peso del molde (gr)		4,075.00	4,326.00	3,475.00					
P. molde + suelo hum. (gr)		8,100.00	8,710.00	7,720.00					
Volumen del molde (cm3)		2,234.00	2,269.00	2,085.00					
Densidad hum. (gr/cm3)		1.80	1.93	2.04					
Densidad seca (gr/cm3)		1.66	1.78	1.88					
C.B.R. a 0.1"		<b>4.71</b>	<b>7.06</b>	<b>8.90</b>					
C.B.R. a 0.2"		<b>6.22</b>	<b>8.90</b>	<b>12.26</b>					
<b>DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)</b>		<b>1.880</b>	Gr/cm <sup>3</sup>						
<b>95% DENSIDAD MAXIMA</b>		<b>1.786</b>	Gr/cm <sup>3</sup>						



## **9.- PROCTOR MODIFICADO**





**PROYECTO:** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

**ESTACION :** 8

**FECHA:** PIURA, ENERO 2022

**MUESTRA:** C - 1 / M - 1 ; C - 2 / M - 2

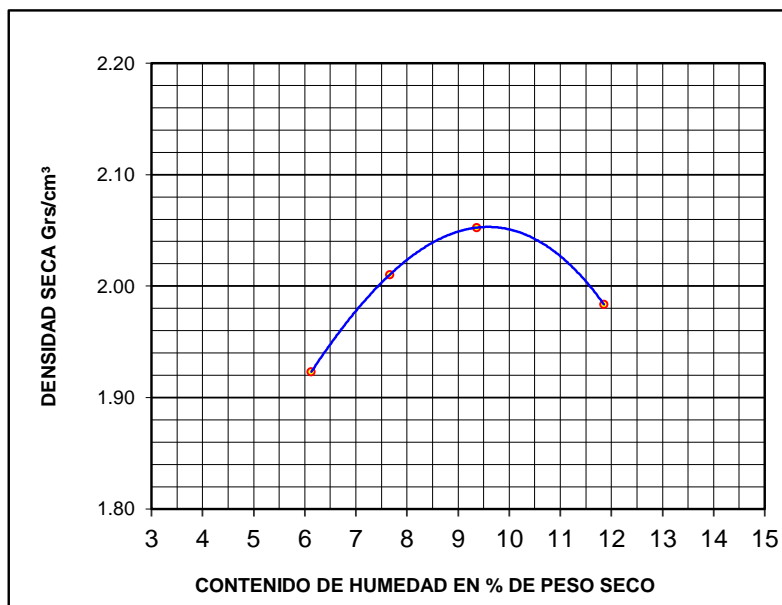
**PROF:** 1,00 m.

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m3)  
(NTP 339. 141)**

**PROCEDIMIENTO "C"**

DENSIDAD			1	2	3	4	
1	Peso del molde + suelo húmedo	gr.	7,625	7,885	8,055	8,000	
2	Peso del molde	gr.	3,320	3,320	3,320	3,320	
3	Peso del suelo húmedo (1) - (2)	gr.	4,305	4,565	4,735	4,680	
4	Volumen del molde	cm <sup>3</sup> .	2,109	2,109	2,109	2,109	
5	Densidad húmeda (3) / (4)	gr./cm <sup>3</sup> .	2.041	2.164	2.245	2.219	
HUMEDAD							
	Tara N°.		A	B	C	D	
6	Peso de la tara + suelo húmedo	gr.	41.69	37.40	42.80	34.20	
7	Peso de la tara + suelo seco	gr.	40.05	35.68	40.28	32.04	
8	Peso de la tara	gr.	13.29	13.23	13.38	13.82	
9	Peso del agua (6) - (7)	gr.	1.64	1.72	2.52	2.16	
10	Peso del suelo seco (7) - (8)	gr.	26.76	22.45	26.90	18.22	
11	Humedad (9) / (10)*100	%.	6.13	7.66	9.37	11.86	
12	Densidad seca (5) / ((11+ 100)*100)	gr/cm <sup>3</sup> .	1.923	2.010	2.052	1.984	

MAXIMA DENSIDAD Gr/cm <sup>3</sup> =	2.055
CONTENIDO OPTIMO % =	9.50





**PROYECTO:** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

**ESTACION :** 8

**MUESTRA:** C - 3/ M-1.

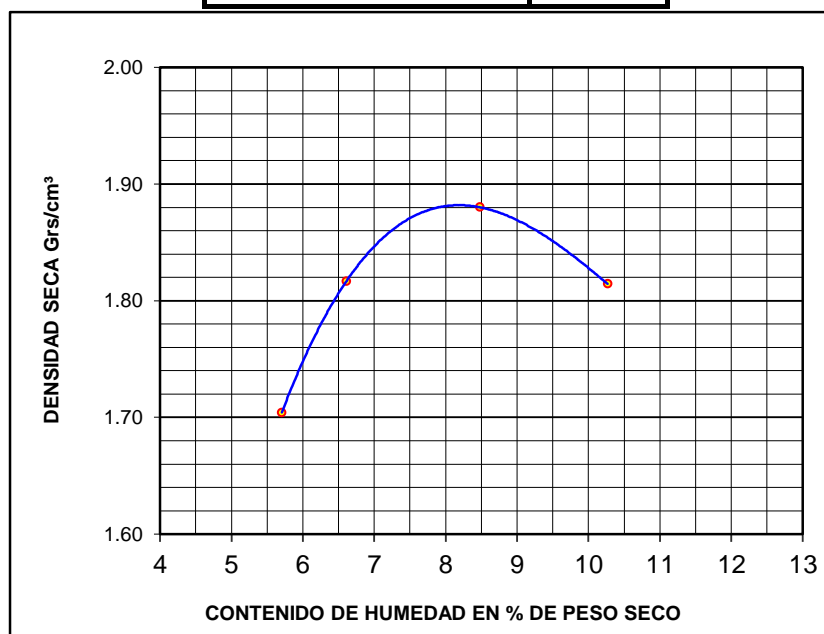
**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m3)  
(NTP 339. 141)**

**PROCEDIMIENTO "C"**

DENSIDAD			1	2	3	4	
1	Peso del molde + suelo húmedo	gr.	7,100	7,385	7,602	7,520	
2	Peso del molde	gr.	3,300	3,300	3,300	3,300	
3	Peso del suelo húmedo (1) - (2)	gr.	3,800	4,085	4,302	4,220	
4	Volumen del molde	cm³.	2,109	2,109	2,109	2,109	
5	Densidad húmeda (3) / (4)	gr./cm³.	1.802	1.937	2.040	2.001	
HUMEDAD							
	Tara N°.		A	B	C	D	
6	Peso de la tara + suelo húmedo	gr.	50.10	47.50	51.49	52.11	
7	Peso de la tara + suelo seco	gr.	48.10	45.37	48.55	48.51	
8	Peso de la tara	gr.	13.05	13.14	13.89	13.45	
9	Peso del agua (6) - (7)	gr.	2.00	2.13	2.94	3.60	
10	Peso del suelo seco (7) - (8)	gr.	35.05	32.23	34.66	35.06	
11	Humedad (9) / (10)*100	%.	5.71	6.61	8.48	10.27	
12	Densidad seca (5) / ((11+ 100)*100	gr/cm³.	1.704	1.817	1.880	1.814	

MAXIMA DENSIDAD Gr/cm³.=	1.88
CONTENIDO OPTIMO % =	8.25





## **10.- CORTE DIRECTO**



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESPECIMEN REMOLDEADO

**PROYECTO** : "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**SOLICITA** : AYESA PERU SAC.

**MUESTRA** : GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00 m).

**FECHA** : PIURA, ENERO DEL 2022.

HUMEDAD NATURAL							PESO VOLUMETRICO (con anillo)					
OBSERVACIONES	TARA	C.+ M.H.	C.+ M.S.	AGUA	P.M.S.	W	Nº ANILLO	PESO ANILLO	P. ANILLO+ M	PESO M.	VOL. ANILLO	gr/cm3
	32.40	265.70	229.95	35.75	197.55	18.10	11	41.5	154.5	113.0	50.33	2.245
							10	42.1	138.8	96.8	50.32	1.923
							9	43.5	125.2	81.7	50.34	1.623

### Observaciones

Fecha Construcción.

Fecha Corte

Prmedio Humedad Natural **18.10 %**

Prmedio Peso Volumetrico **1.930 gr/cm<sup>3</sup>**

Peso Volumetrico Sumergido **1.35 gr/cm<sup>3</sup>**

Nº ANILLO **11 7 14**

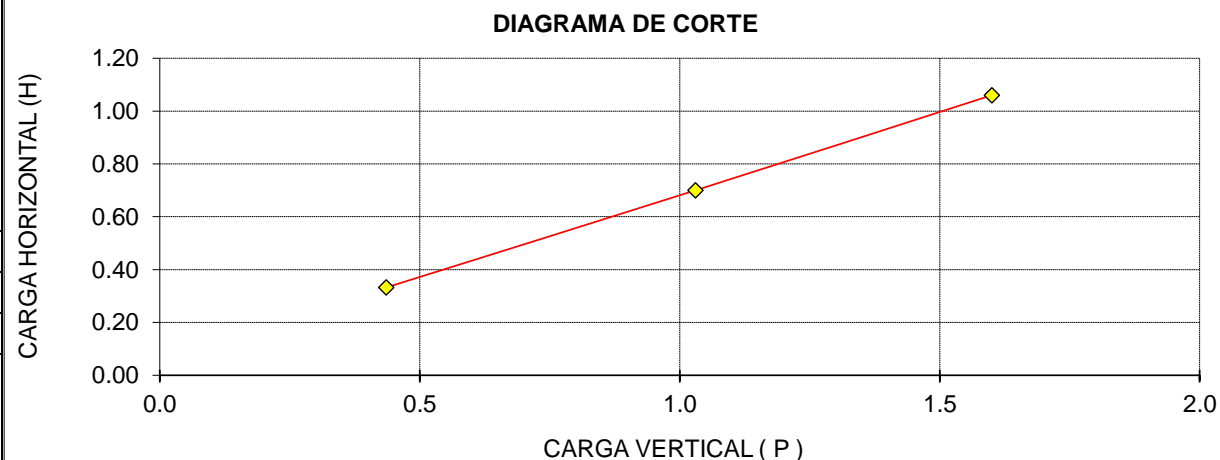
Carga vertical **0.44 1.03 1.60**

Carga horizontal **0.33 0.70 1.06**

Tangente ( tg f ) **0.62**

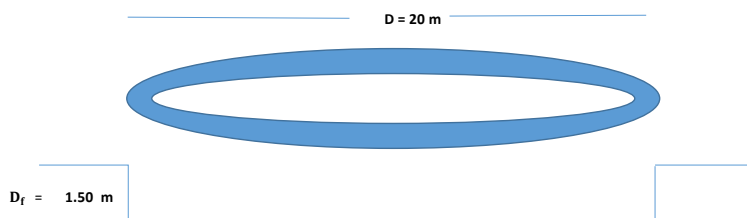
Angulo de friccion interna ( f ) **32.00 °**

Cohesion (c) **0.0015 Kg/cm<sup>2</sup>**



## **11.- CAPACIDAD ADMISIBLE**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 1.50 m.



DATOS	
B =	1.5 m
D <sub>f</sub> =	1.5 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.0015 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	32
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO**

$C' = \frac{2}{3} C$	0.0010
----------------------	--------

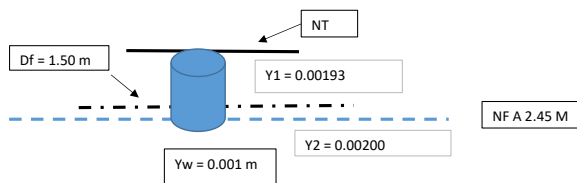
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	23
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	6.39

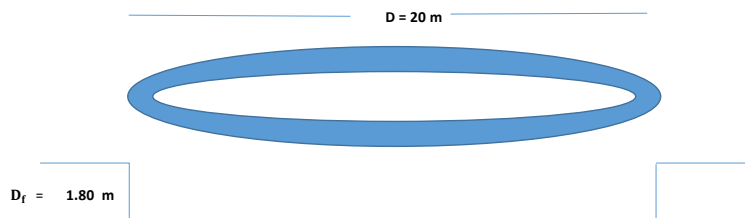
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (Y_2 - Y_w)$	0.150
$Y = Y_2 - Y_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	1.50

Presion y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	0.50



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 1.80 m.



DATOS	
B =	1.50 m
D <sub>f</sub> =	1.80 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.0015 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	32
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	
$C' = \frac{2}{3} C$	0.0010

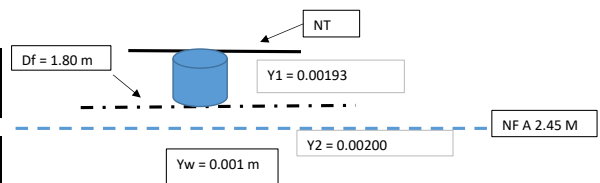
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	23
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	6.39

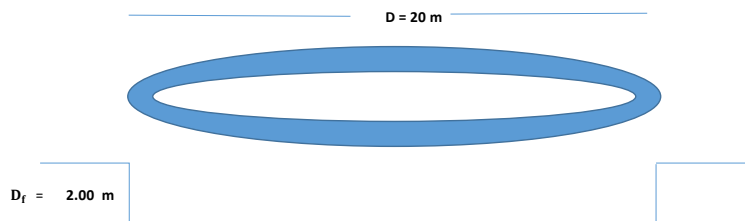
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (Y_2 - Y_w)$	0.180
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	1.79

Presion y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	0.60



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 2.00 m.



DATOS	
B =	1.50 m
D <sub>f</sub> =	2.00 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.0015 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	32
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	
$C' = \frac{2}{3} C$	0.0010

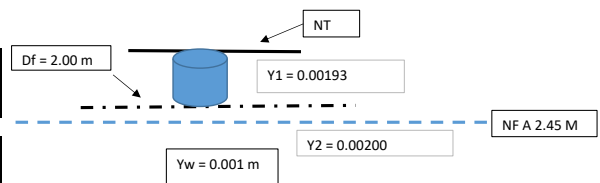
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	23
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	6.39

SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (Y_2 - Y_w)$	0.200
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

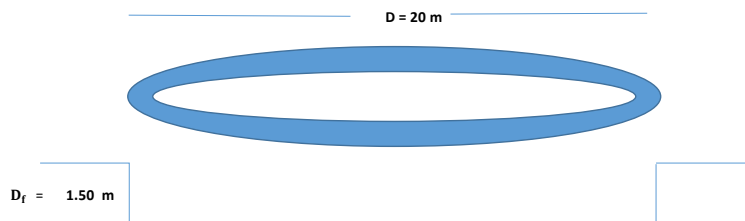
CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	1.99

Presión y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	0.66





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 1.50 m.



DATOS	
B =	2.0 m
D <sub>f</sub> =	1.5 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.0015 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	32
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	
$C' = \frac{2}{3} C$	0.0010

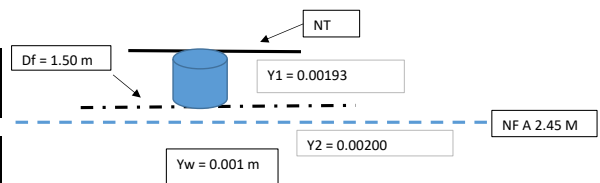
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	23
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	6.39

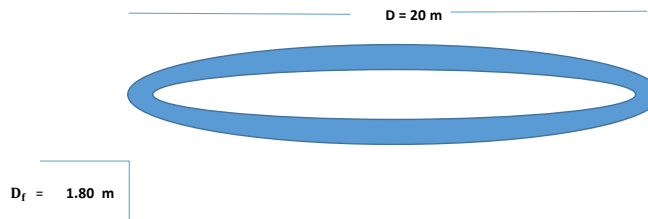
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.150
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	1.50

Presion y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	0.50



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 1.80 m.



DATOS	
B =	2.0 m
D <sub>f</sub> =	1.8 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.0015 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	32
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	
$C' = \frac{2}{3} C$	0.0010

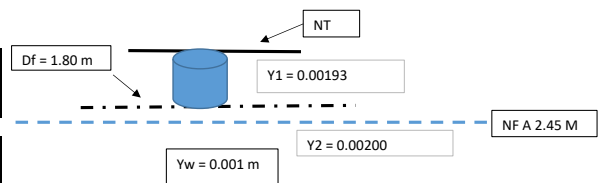
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	23
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	6.39

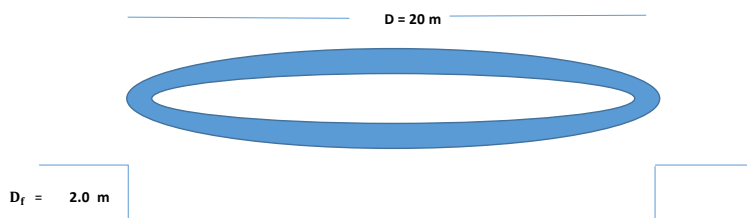
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.180
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	1.79

Presion y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	0.60



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 2.00 m.



DATOS	
B =	2.0 m
D <sub>f</sub> =	2.0 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.0015 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	32
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

**CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO**

$C' = \frac{2}{3} C$	0.0010
----------------------	--------

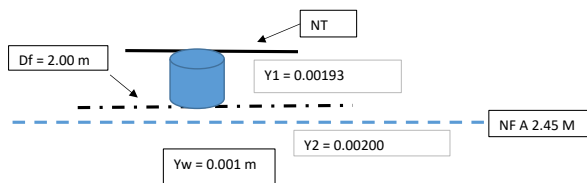
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	23
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	9.82
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	21.16
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	6.39

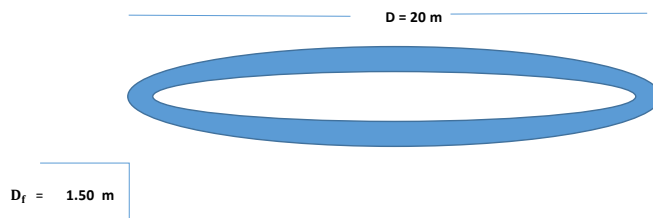
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.200
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	1.99

Presion y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	0.66



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 1.50 m.



DATOS	
B =	1.5 m
D <sub>f</sub> =	1.5 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	35
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	
$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333

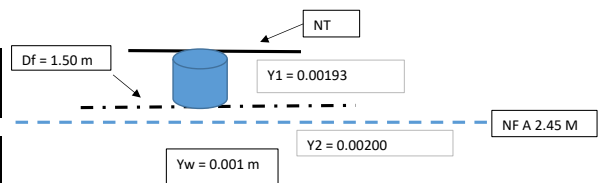
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	25
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	12.75
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	25.18
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	7.44

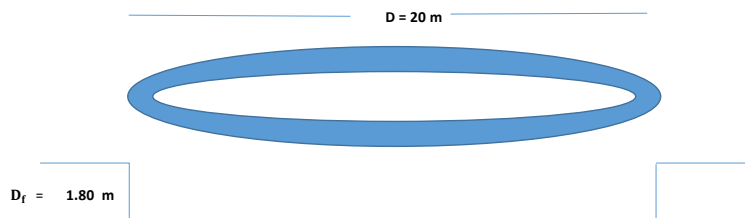
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.150
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	10.31

Presion y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	3.44



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 1.80 m.



DATOS	
B =	1.50 m
D <sub>f</sub> =	1.80 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	35
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	
$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333

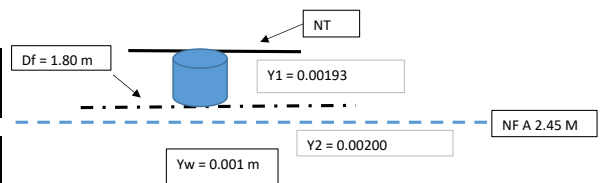
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	25
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	12.75
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	25.18
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	7.44

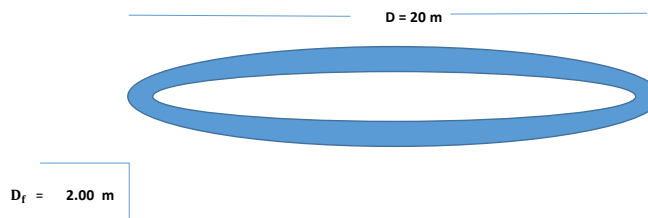
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (Y_2 - Y_w)$	0.180
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	10.69

Presion y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	3.56



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 2.00 m.



DATOS	
B =	1.50 m
D <sub>f</sub> =	2.00 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	35
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	
$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333

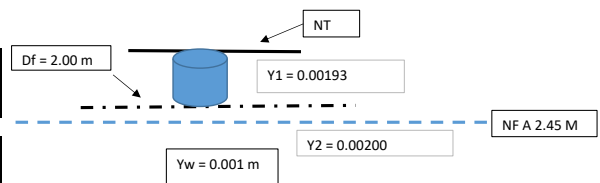
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	25
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	12.75
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	25.18
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	7.44

SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (Y_2 - Y_w)$	0.200
$\gamma = Y_2 - Y_w$	0.0010

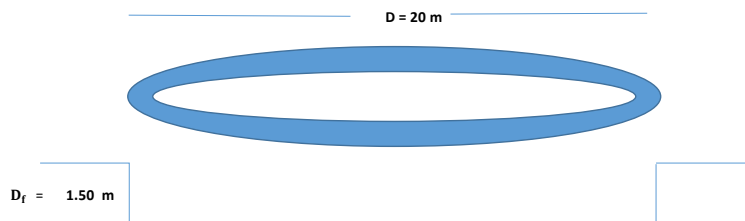
CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	10.95

Presion y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	3.65





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 1.50 m.



DATOS	
B =	2.0 m
D <sub>f</sub> =	1.5 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	35
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	
$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333

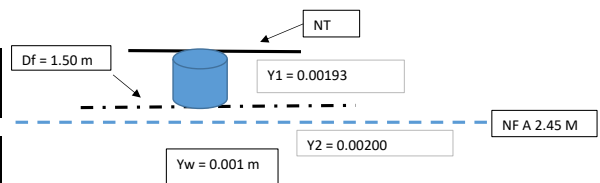
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	25
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{2\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	12.75
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	25.18
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	7.44

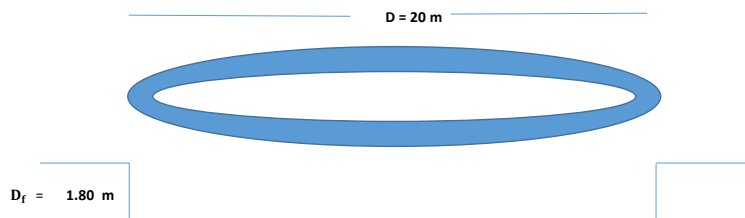
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.150
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	10.31

Presion y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	3.44



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA(1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 1.80 m.



DATOS	
B =	2.0 m
D <sub>f</sub> =	1.8 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	35
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	
$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333

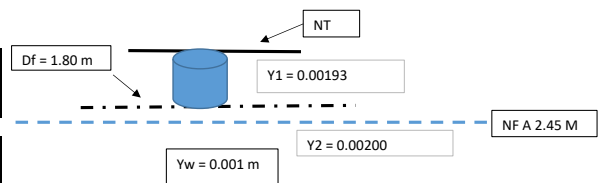
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	25
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	12.75
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	25.18
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	7.44

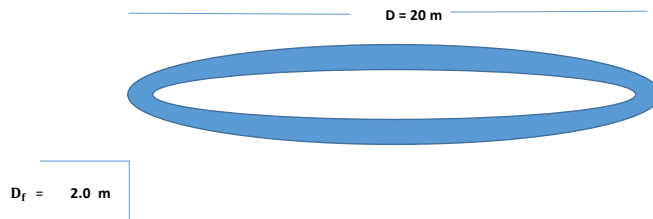
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.180
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	10.70

Presion y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	3.57



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
CAPACIDAD ADMISIBLE	
PROYECTO:	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.
MUESTRA:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA (1.50-5.00).
FECHA:	PIURA, ENERO DEL 2022.
	PROFUNDIDAD: 2.00 m.



DATOS	
B =	2.0 m
D <sub>f</sub> =	2.0 m
Y <sub>1</sub> =	0.00193
Y <sub>2</sub> =	0.002
C =	0.5 kg/cm <sup>2</sup>
φ =	35
Prof. NF. =	2.45
Y <sub>w</sub> =	0.001

CUANDO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO	
$C' = \frac{2}{3} C$	0.3333

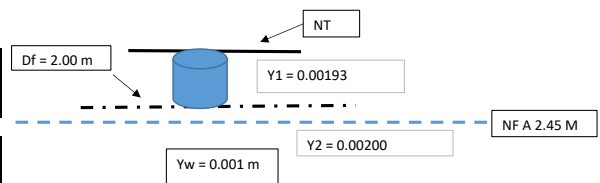
$\phi' \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$	25
--------------------------------------------------------	----

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
$N_q = e^{2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 (45 + \frac{\phi}{2})}$	12.75
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	25.18
$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{k_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$	7.44

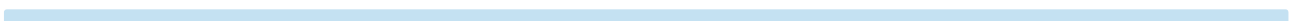
SOBRECARGA EFECTIVO (q) y PESO UNITARIO	
$q = (D_f) \cdot (\gamma_2 - \gamma_w)$	0.200
$\gamma = \gamma_2 - \gamma_w$	0.0010

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA - TERZAGHI	
$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$	10.95

Presión y Trabajo	
Pt = q <sub>u</sub> /3	3.65



## **12.- ASENTAMIENTO ELASTICO**



## ANALISIS DE ASENTAMIENTO ELASTICO

**PROYECTO** : “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”

**SOLICITA** : AYESA PERU SAC.

**UBICACION** : CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8

**MUESTRA** : M - 2 (1.50 - 5.00 m)

**CALICATA** : C - 1

**FECHA** : PIURA, ENERO DEL 2022.

DATOS	VALORES	UNID.
<b>q</b>	17.67	tn/m <sup>2</sup>
<b>N</b>	0.56	
<b>u</b>	0.30	
<b>R</b>	10.0	m
<b>DF</b>	5.0	m

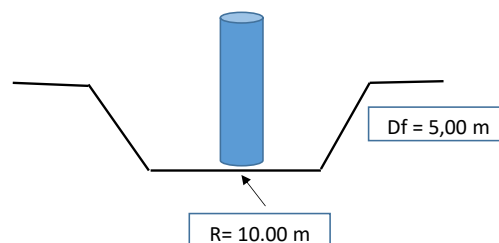
### FORMULA GENERAL

$$S = q * \frac{B(1 - \mu^2) * N}{Es}$$

PARAMETRO	Es [Ton/m <sup>2</sup> ]
MÓDULO DE DEFORMACION (*)	8000

SUCS	Es-Promedio [Ton/m <sup>2</sup> ]	TIPO DE SUELO
GP	8000	GRAVA MAL GRADUADA

ASENTAMIENTO	St (cm)
$S = q * B(1 - \mu^2) * N / Es$	1.13



(\*) Bibliografía: Diseños de cimentaciones superficiales, Jorge E. Alva Hurtado.

## **13.- AGRESIVIDAD DE SUELOS**





## ANÁLISIS QUÍMICO

**PROYECTO :** “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”

**SOLICITA :** AYESA PERÚ SAC.

**LUGAR :** CASERÍO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACIÓN 8.

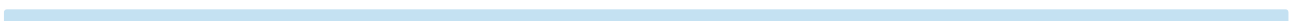
**FECHA :** PIURA, ENERO DEL 2022.

CALICATAS	CLORUROS (CL%)	SULFATOS (SO4%)	SALES SOLUBLES (%)
C-1/ M-1 (0.20-1.50 m)	0.00120	0.0132	0.0159
C-1/ M-2 (1.50-5.00 m)	0.0110	0.0111	0.0166
C-2/ M-1 (0.00- 0.80 m)	0.0149	0.0220	0.0393
C-2/ M-2 (0.80-5.00 m)	0.0138	0.161	0.0142
C-3/ M-1 (0.00-4.50 m)	0.0152	0.0222	0.0396
C-3/ M-2 (4.50-5.00 m)	0.0126	0.0141	0.0147

### **RESULTADO:**

CUANDO  $0 \% < SO_4 < 0.1\%$  = INSIGNIFICANTE, SEGÚN TABLA 4.4 DE LA NORMA E60 – CONCRETO.

## **14.- DPL (ENSAYO DE PENETRACIÓN LIGERA)**



**PROYECTO:** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**UBICACIÓN:** CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

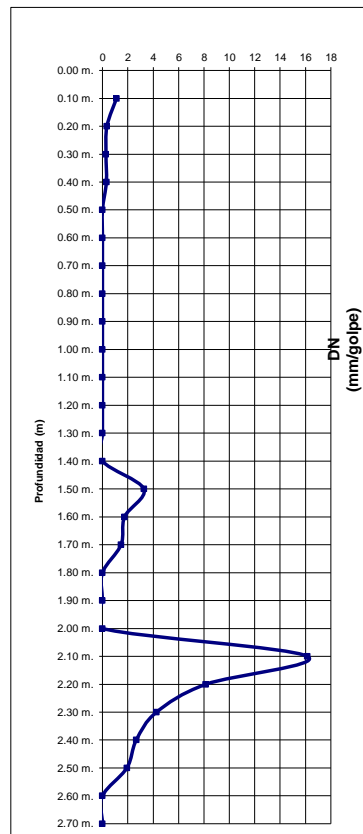
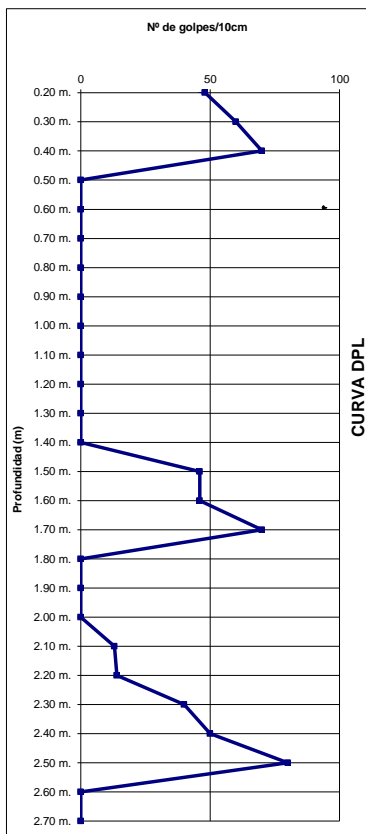
**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

**DPL:** 1

**NIVEL FREÁTICO** 2.45 m.

**PENETRACION DINAMICA LIGERA**

PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES		DN (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	@ 10 cm.	acumulado			
0.00 m.	0	0	1.11	GC	GRAVA ARCILLOSA
0.10	9	9	0.35		
0.20	48	57	0.28		
0.30	60	108	0.31		
0.40	70	130	0.00		
0.50	0	0	0.00		
0.60	0	0	0.00		
0.70	0	0	0.00		
0.80	0	0	0.00		
0.90	0	0	0.00		
1.00	0	0	0.00		
1.10	0	0	0.00		
1.20	0	0	0.00	GP	GRAVA MAL GRADUADA
1.30	0	0	0.00		
1.40	0	0	0.00		
1.50	46	46	1.74		
1.60	46	92	1.47		
1.70	70	116	0.00		
1.80	0	0	0.00		
1.90	0	0	0.00		
2.00	0	0	0.00		
2.10	13	13	16.15		
2.20	14	27	8.15		
2.30	40	54	4.26		
2.40	50	90	2.67		
2.50	80	130	1.92		
2.60	0	0	0.00		
2.70	0	0	0.00		



**PROYECTO** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**UBICACIÓN** CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.

**SOLICITA** AYESA PERU SAC.

**FECHA** PIURA, ENERO DEL 2022.

**DPL** 1

**NIVEL FREATICO** 2.45 m

**RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS**

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	$\Phi$ Angulo de fricción interna	Descripción	$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.00	0.0	0.00	-	-	-	-	
	0.30	19.0	49.00	30.00	MEDIA	-	REGULAR	GC
	0.60	35.0	68.00	36.00	DENSA	-	BUENO	GC
	0.90	0.0	0.00	0.00	-	-	-	GC
	1.20	0.0	0.00	0.00	-	-	-	GC
	1.50	23.0	50.00	33.00	MEDIA	-	BUENO	GP
	1.80	29.0	55.00	34.00	MEDIA	-	BUENO	GP
	2..10	6.0	10.00	21.00	FLOJA	-	MALO	GP
	2.40	17.0	48.00	32.00	MEDIA	-	BUENO	GP
	2.50	40.0	70.00	38.00	DENSA	-	BUENO	GP

**PROYECTO:** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**UBICACIÓN:** CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

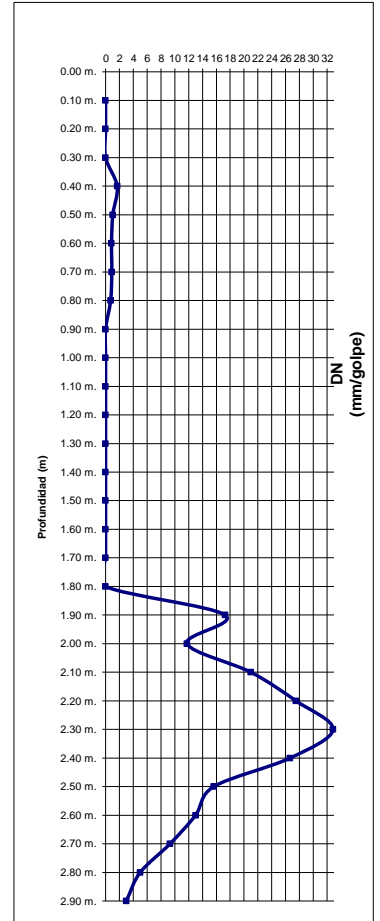
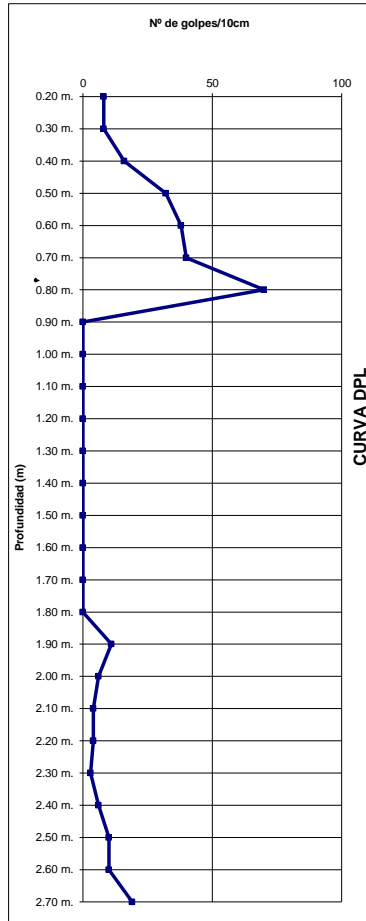
**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

**DPL:** 2

**NIVEL FREATICO** 2.80 m.

**PENETRACION DINAMICA LIGERA**

PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES		DN (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	@ 10 cm.	acumulado			
0.00 m.	0	0	0.00	CL	ARCILLA INORGANICA
0.10	0	0	0.00		
0.20	8	8	0.00		
0.30	8	16	0.00		
0.40	16	24	1.67		
0.50	32	48	1.04		
0.60	38	70	0.86		
0.70	40	78	0.90		
0.80	70	110	0.73		
0.90	0	0	0.00	GC	GRAVA ARCILLOSA
1.00	0	0	0.00		
1.10	0	0	0.00		
1.20	0	0	0.00		
1.30	0	0	0.00		
1.40	0	0	0.00		
1.50	0	0	0.00		
1.60	0	0	0.00		
1.70	0	0	0.00		
1.80	0	0	0.00		
1.90	11	11	17.27		
2.00	6	17	11.76		
2.10	4	10	21.00	NF	
2.20	4	8	27.50		
2.30	3	7	32.86		
2.40	6	9	26.67		
2.50	10	16	15.63		
2.60	10	20	13.00		
2.70	19	29	9.31		
2.80	37	56	5.00		
2.90	60	97	2.99		
3.00	-	-	-		



PROYECTO	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"							
UBICACIÓN	CASERIO PLAYA AZUL,, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.							
SOLICITA	AYESA PERU SAC.							
FECHA	PIURA, ENERO DEL 2022.							
DPL	2							
NIVEL FREATICO	2.80 m.							
<div>RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS</div>								
DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Φ Angulo de fricción interna	Descripción	q <sub>u</sub> (Kg/cm²)	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
02	0.00	0.0	0.00	-	-	-	-	
	0.30	2.0	10.00	15.00	MUY FLOJA	-	MALO	CL
	0.60	14.0	30.00	30.00	MEDIA	-	REGULAR	CL
	0.90	27.0	50.00	35.00	MEDIA	-	BUENO	GC
	1.20	0.0	-	-	-	-	-	GC
	1.50	0.0	-	-	-	-	-	GC
	1.80	0.0	-	-	-	-	-	GC
	2.10	3.0	8.00	30.00	MUY FLOJA	-	MALO	GC
	2.40	2.0	6.00	30.00	MUY FLOJA	-	MALO	GC
	2.70	6.0	18.00	31.00	FLOJA	-	REGULAR	GC
	2.90	24.0	40.00	36.00	MEDIA	-	BUENO	GC



**PROYECTO:** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**UBICACIÓN:** CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.

**SOLICITA:** AYESA PERU SAC.

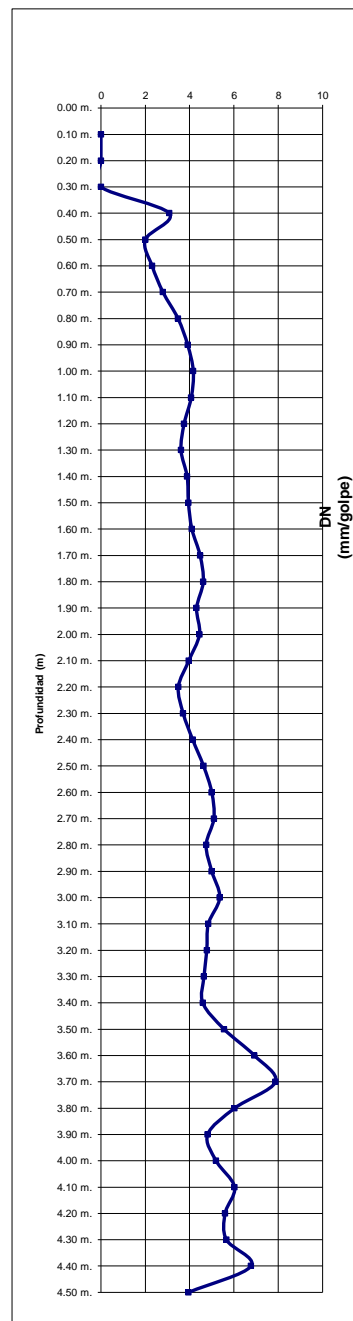
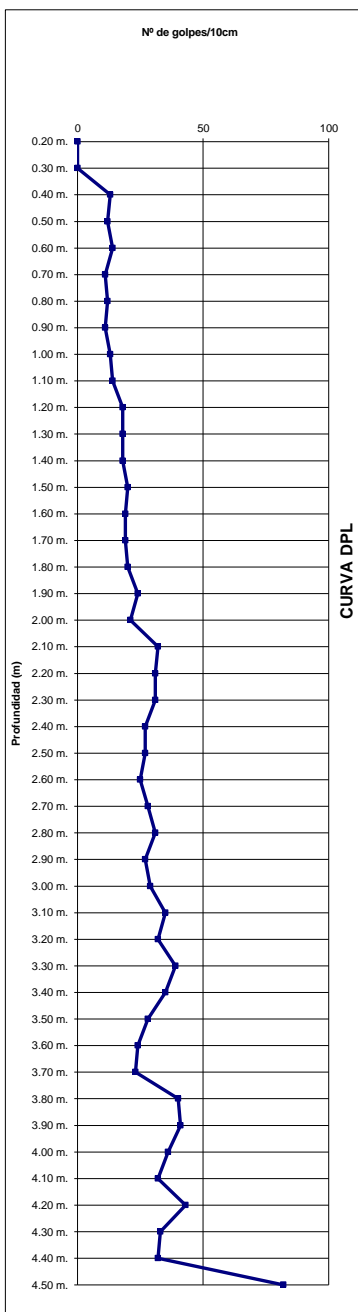
**FECHA:** PIURA, ENERO DEL 2022.

**DPL:** 3

**NIVEL FREATICO** 4.90 m.

**PENETRACION DINAMICA LIGERA**

PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES		DN (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	@ 10 cm.	acumulado			
0.00 m.	0	0			
0.10	0	0	0.00		
0.20	0	0	0.00		
0.30	0	0	0.00		
0.40	13	13	3.08		
0.50	12	25	2.00		
0.60	14	26	2.31		
0.70	11	25	2.80		
0.80	12	23	3.48		
0.90	11	23	3.91		
1.00	13	24	4.17		
1.10	14	27	4.07		
1.20	18	32	3.75		
1.30	18	36	3.61		
1.40	18	36	3.89		
1.50	20	38	3.95		
1.60	19	39	4.10		
1.70	19	38	4.47		
1.80	20	39	4.62		
1.90	24	44	4.32		
2.00	21	45	4.44		
2.10	32	53	3.96		
2.20	31	63	3.49		
2.30	31	62	3.71		
2.40	27	58	4.14		
2.50	27	54	4.63		
2.60	25	52	5.00		
2.70	28	53	5.09		
2.80	31	59	4.75		
2.90	27	58	5.00		
3.00	29	56	5.36		
3.10	35	64	4.84		
3.20	32	67	4.78		
3.30	39	71	4.65		
3.40	35	74	4.59		
3.50	28	63	5.56		
3.60	24	52	6.92		
3.70	23	47	7.87		
3.80	40	63	6.03		
3.90	41	81	4.81		
4.00	36	77	5.19		
4.10	32	68	6.03		
4.20	43	75	5.60		
4.30	33	76	5.66		
4.40	32	65	6.77		
4.50	82	114	3.95		



**PROYECTO** "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

**UBICACIÓN** CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.

**SOLICITA** AYESA PERU SAC.

**FECHA** PIURA, ENERO DEL 2022.

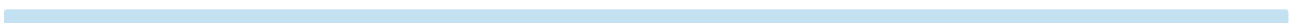
**DPL** 3

**NIVEL FREATICO** 4.90 m.



**RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS**

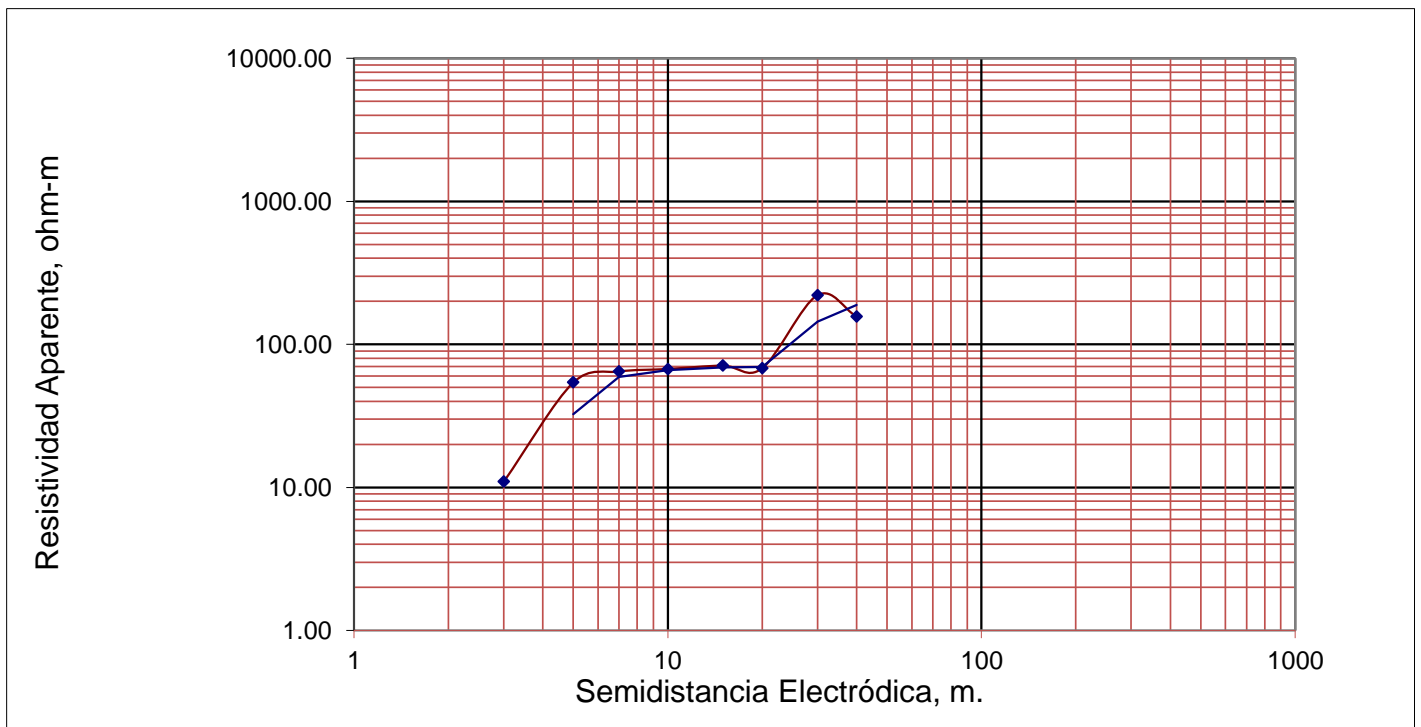
DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	$\Phi$ Angulo de fricción interna	Descripción	$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
03	0.00	0.0	0.00	-	-	-	-	
	0.30	0.0	0.00	0.00	RELLENO	-	RELLENO	RELLENO
	0.60	6.0	17.00	20.00	FLOJA	-	REGULAR	CL
	0.90	5.0	16.00	17.00	FLOJA	-	REGULAR	CL
	1.20	7.0	18.00	21.00	FLOJA	-	REGULAR	CL
	1.50	9.0	20.00	28.00	FLOJA	-	REGULAR	CL
	1.80	9.0	30.00	28.00	FLOJA	-	REGULAR	CL
	2.10	12.0	38.00	34.00	MEDIA	-	BUENA	CL
	2.40	14.0	40.00	36.00	MEDIA	-	BUENA	CL
	2.70	13.0	37.00	35.00	MEDIA	-	BUENA	CL
	3.00	14.0	40.00	36.00	MEDIA	1.11	BUENA	CL
	3.30	17.0	45.00	38.00	MEDIA	-	BUENA	CL
	3.60	14.0	40.00	36.00	MEDIA	-	BUENA	CL
	3.90	17.0	45.00	38.00	MEDIA	-	BUENA	CL
	4.20	18.0	48.00	38.00	MEDIA	-	BUENA	CL
	4.50	31.0	67.00	37.00	DENSA	-	BUENA	GC

## **15.- RESISTIVIDAD**

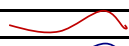
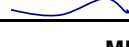


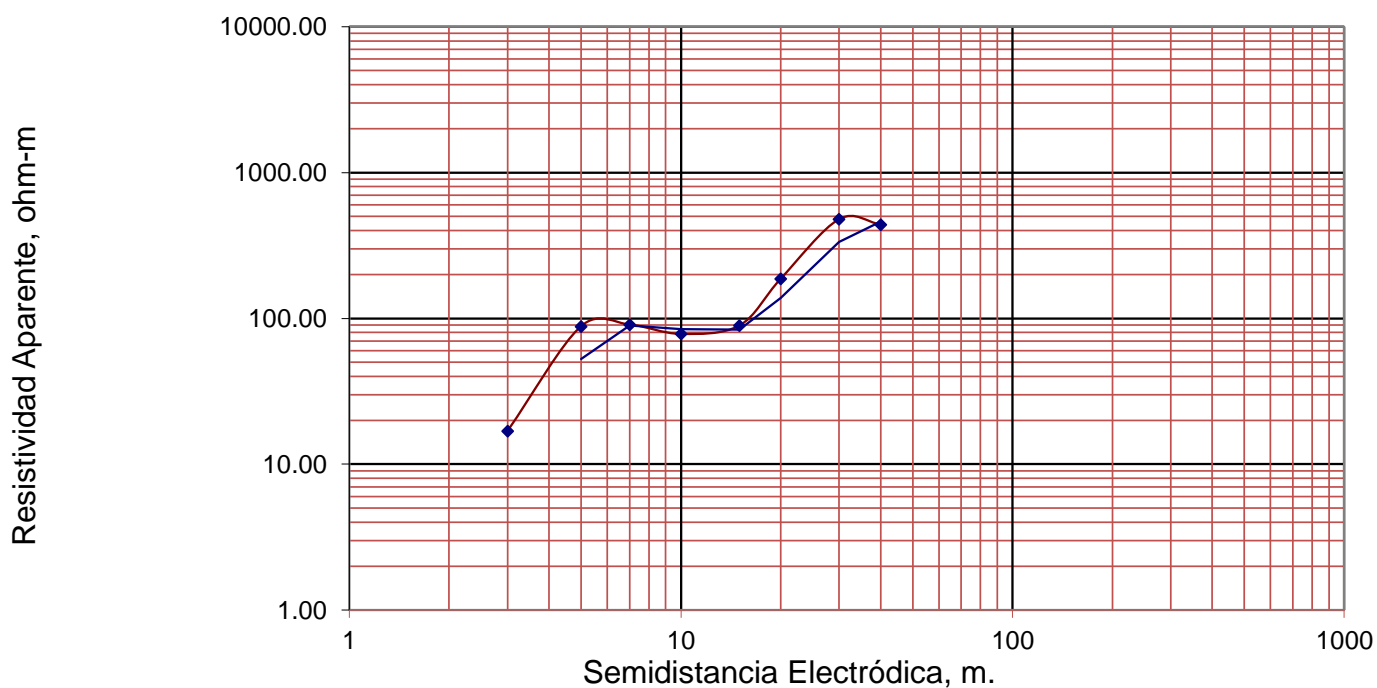
**PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA**

PROYECTO:	“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”			
SOLICITA:	AYESA PERU SAC.			
UBICACIÓN:	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.			
ESTACIÓN:	8		COORDENADAS: 718046 E , 9332702 N.	
SEV:	SEV-1	LEYENDA		
			CURVA DE RESISTIVIDADES APARENTES	
			CURVA TEÓRICA	
N° Orden	AB/2 (m)	MN/2 (m)	K/10	M (Ω.M)
1	3	1	1.26	10.93
2	5	1	3.77	54.06
3	7	1	7.54	64.51
4	10	1	15.55	67.23
5	10	2.5	5.89	70.99
6	15	2.5	35.20	71.33
9	20	2.5	13.75	67.96
10	30	2.5	62.70	220.52
11	40	2.5	24.74	156.41



**PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA**

<b>PROYECTO:</b>	"SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"			
<b>SOLICITA:</b>	AYESA PERU SAC.			
<b>UBICACIÓN:</b>	CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, REGIÓN DE CAJAMARCA- ESTACION 8.			
<b>ESTACIÓN:</b>	8			<b>COORDENADAS:</b> 718119 E , 9332533 N.
<b>SEV:</b>	<b>SEV-2</b>	<b>LEYENDA</b>		
			CURVA DE RESISTIVIDADES APARENTES	
			CURVA TEÓRICA	
<b>N° Orden</b>	<b>AB/2 (m)</b>	<b>MN/2 (m)</b>	<b>K/10</b>	<b>M (Ω.M)</b>
1	3	1	1.26	16.94
2	5	1	3.77	88.42
3	7	1	7.54	90.70
4	10	1	15.55	78.28
5	10	2.5	5.89	89.26
6	15	2.5	35.2	256.88
9	20	2.5	13.75	187.19
10	30	2.5	62.7	479.54
11	40	2.5	24.74	441.19



## **16.- PERFILES ESTRATIGRÁFICOS**





# PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO:  "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	CALICATA C - 01
	COORDENADAS NORTE 9332682 ESTE 718082
UBICACIÓN : CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, CAJAMARCA-ESTACION 8.	PROF: 5.00 m
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	COTA: 820 (m.s.n.m)
SOLICITANTE: AYESA PERU SAC.	FECHA: ENERO - 2022



PROF: (m)

0.00

1.00

2.00

3.00

4.00

5.00

LITOLOGÍA

NF

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

GRAVA ARCILLOSA , DE TONALIDAD BEIGE CLARO, BOLONERIA DE 7", GRAVAS SUB-REDONDEADAS A REDONDEADAS CON ESFERICIDAD DE MEDIA A ALTA , SIN CARBONATOS, MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 8.44 %.  
DE 0.00 - 0.20 SE ENCUENTRA UNA CAPA DE COVERTURA VEGETAL

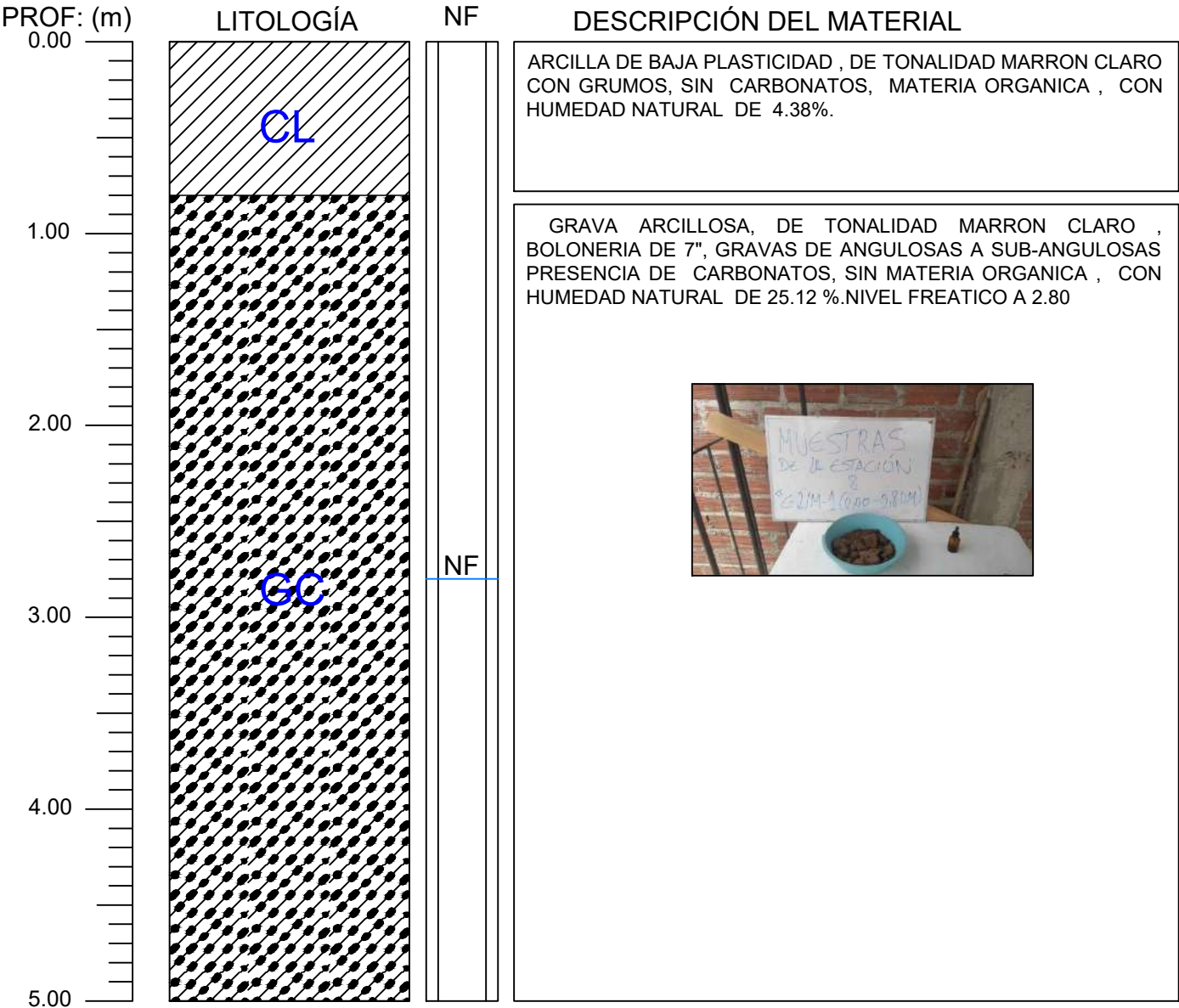
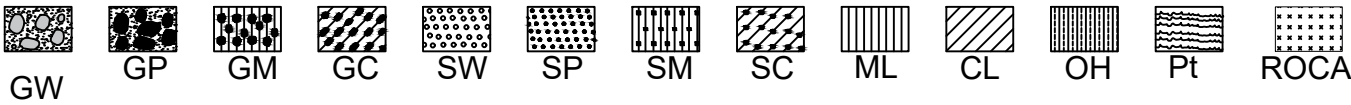
GRAVA MAL GRADUADA , DE TONALIDAD MARRON CLARO, BOLONERIA DE 5", GRAVAS SUB-ANGULOSAS, PRESENCIA DE CARBONATOS, SIN MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 18.1%. NIVEL FREATICO 2.45

NF



# PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO:  "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	CALICATA C - 02
	COORDENADAS NORTE 9332598 ESTE 718062
UBICACIÓN : CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, CAJAMARCA-ESTACION 8.	PROF: 5.00 m
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	COTA: 824 (m.s.n.m)
SOLICITANTE: AYESA PERU SAC.	FECHA: ENERO - 2022



# PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO:  "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"	CALICATA C - 03
	COORDENADAS NORTE 9332646 ESTE 717985
UBICACIÓN : CASERIO PLAYA AZUL, DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE JAEN, CAJAMARCA-ESTACION 8.	PROF: 5.00 m
MATERIAL : TERRENO EXISTENTE	COTA: 823 (m.s.n.m)
SOLICITANTE: AYESA PERU SAC.	FECHA: ENERO - 2022



GW



GP



GM



GC



SW



SP



SM



SC



ML



CL



OH



Pt



ROCA

PROF: (m)

0.00

1.00

2.00

3.00

4.00

5.00

LITOLOGÍA

NF

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

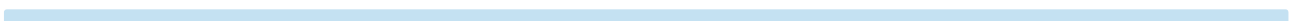
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD , DE TONALIDAD BEIGE OSCURO, SIN CARBONATOS, MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 2.73 %.



GRAVA ARCILLOSA , DE TONALIDAD MARRON CLARO, BOLONERIA DE 5", GRAVAS SUB-ANGULOSAS, PRESENCIA DE CARBONATOS, SIN MATERIA ORGANICA , CON HUMEDAD NATURAL DE 16.52%.NIVEL FREATICO A 4.90

NF

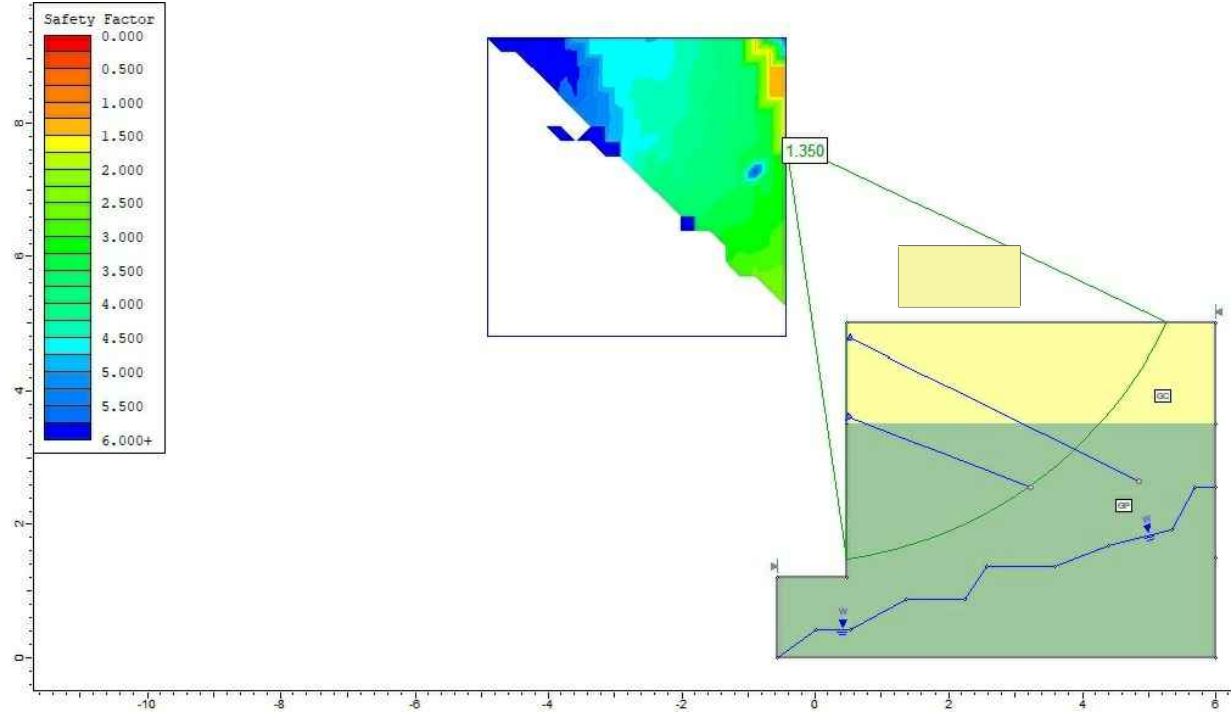
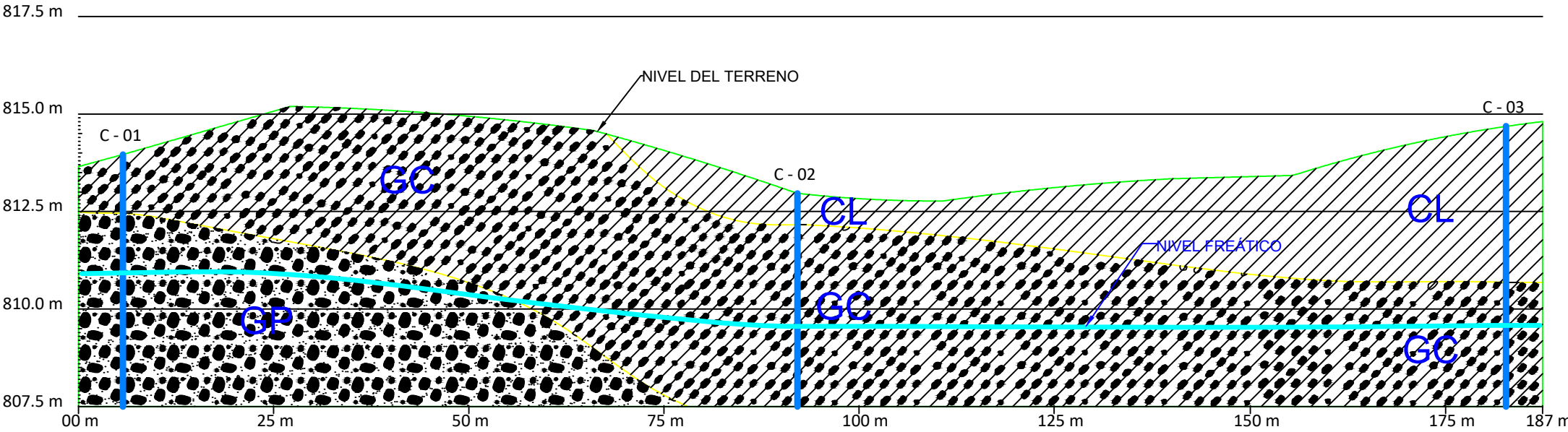
## **17.- SECCIÓN Y PERFIL GEOTÉCNICO**



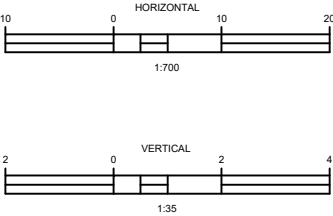
# SECCIÓN GEOTECNICO DE LA ESTACIÓN 8

From Pos: 718082.375, 9332687.667

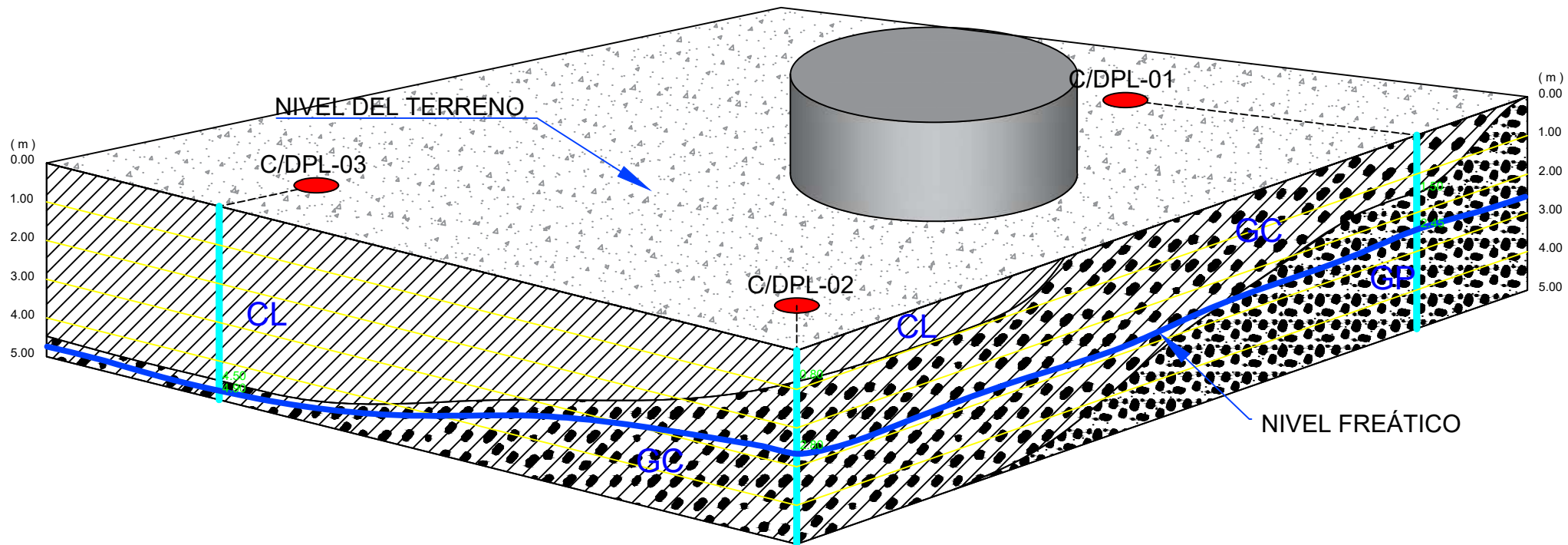
To Pos: 717981.108, 9332648.700



VALORES DE LABORATORIO				
SIMBOLOGÍA	COLOR	Unit Weight (KN/m3)	Cohesion (KN/m2)	Phi
GC		19.7	5.2	30
GP		20.1	1	32



PERFIL GEOTECNICO EN 3D - ESTACIÓN 8

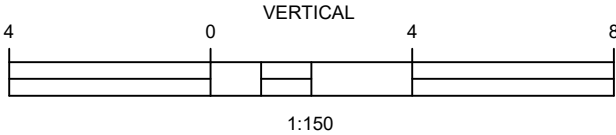


PARÁMETROS GEOTECNICOS SIN PROYECTO					
TIPO DE SUELO	SUCS	Ø°	C (kg/cm2)	PERMEABILIDAD K (cm/seg)	PESO UNITARIO γ (gr/cm3)
GRAVA POBREMENTE GRADUADA	GP	32	0.0015	9.03X10 <sup>-1</sup>	1.93

PARÁMETROS GEOTECNICOS CON PROYECTO					
TIPO DE SUELO	SUCS	Ø°	C (kg/cm2)	PERMEABILIDAD K (cm/seg)	PESO UNITARIO γ (gr/cm3)
GRAVA POBREMENTE GRADUADA	GP	35	0.5	9.03X10 <sup>-1</sup>	1.93

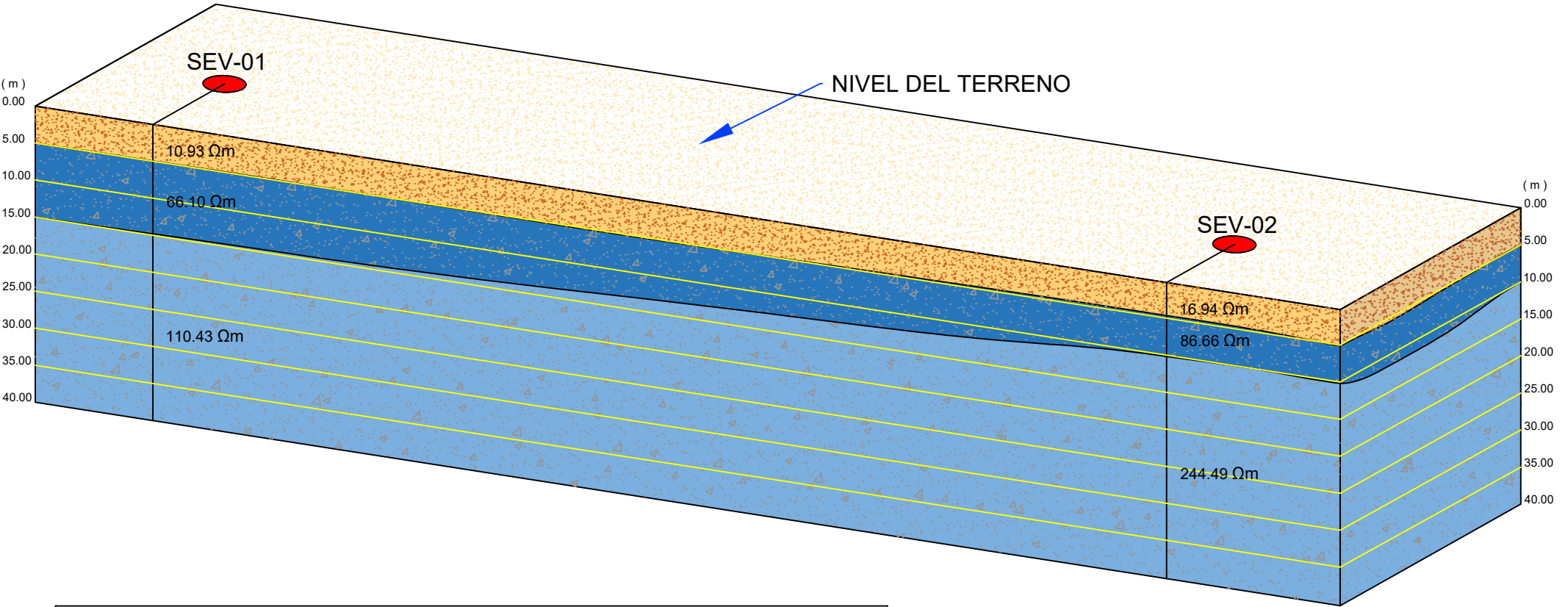
CAPACIDAD PORTANTE SIN PROYECTO				
TIPO SUELO	PROF (m)	B (m)	ULTIMA CARGA ( Qc )kg/cm2	PRESIÓN Y TRABAJO ( Pt )kg/cm2
GRAVA POBREMENTE GRADUADA	1.50	2.00	1.50	0.50
	1.80	2.00	1.79	0.60
	2.00	2.00	1.99	0.66

CAPACIDAD PORTANTE CON PROYECTO				
TIPO SUELO	PROF (m)	B (m)	ULTIMA CARGA ( Qc )kg/cm2	PRESIÓN Y TRABAJO ( Pt )kg/cm2
GRAVA POBREMENTE GRADUADA	1.50	2.00	10.31	3.44
	1.80	2.00	10.70	3.57
	2.00	2.00	10.95	3.65

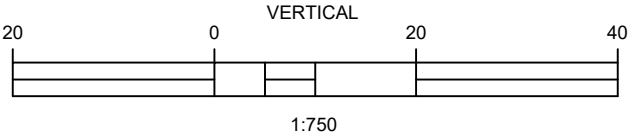




SECCIÓN GEOELECTRICA - ESTACIÓN 8



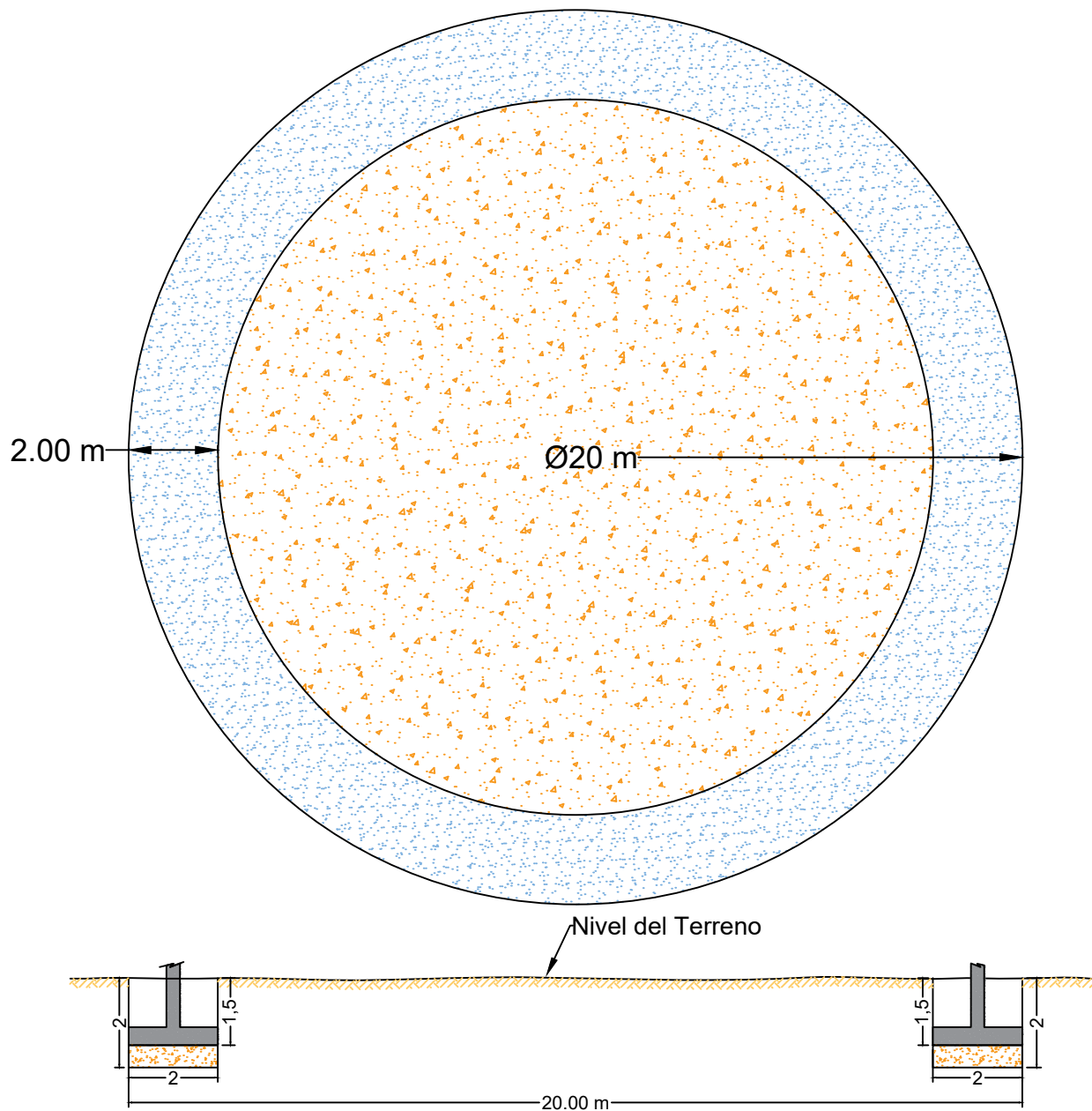
LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
10.93-16.94	Grava, arena, limo y arcilla
54.06-89.26	Grava, arena y limo con Agua dulce
156.41-479.54	Arena y Grava con agua dulce



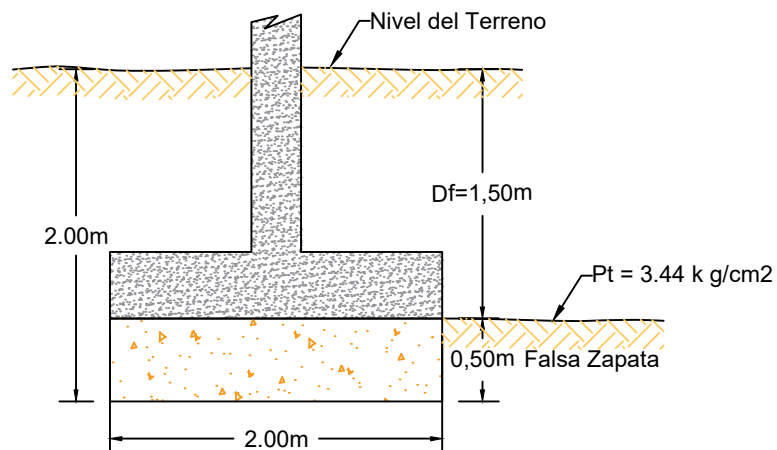
## **18.- DETALLE DEL MEJORAMIENTO**

# DETALLE DE MEJORAMIENTO

## ESTACIÓN 8

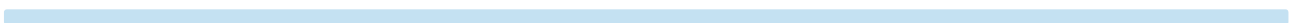


### CIMENTACIÓN RECOMENDADA



## **19.- PANEL FOTOGRÁFICO**

- **CAMPO-DPL**
- **ESTACIÓN GEOFÍSICA**
- **LABORATORIO**



**PROYECTO: “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”**

<p><b>Estación 8</b></p> <p><b>DPL 01 Y CALICATA 01</b></p> <p><b>Cota: 820 m</b></p> <p><b>(718082.00 E 9332682.00 N)</b></p>		
	<p><b>Remoción de la materia Orgánica</b></p>	<p><b>Excavación de la calicata 01</b></p>
		
	<p><b>Avance de la calicata 01</b></p>	<p><b>Hincado DPL al terreno por golpes</b></p>



**PROYECTO: “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”**

<p><b>Estación 8</b></p> <p><b>DPL 02 Y CALICATA 02</b></p> <p><b>Cota: 824 m</b></p> <p><b>(718062.00 E 9332598.00 N)</b></p>		
	<p><b>Remoción de la materia Orgánica</b></p>	<p><b>Excavación de calicata</b></p>
		
	<p><b>Ejecución de golpes del DPL</b></p>	<p><b>Medida de avance de golpes DPL</b></p>



**PROYECTO: “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”**

<p><b>Estación 8</b></p> <p><b>DPL-03 Y CALICATA 03</b></p> <p><b>Cota: 823 m</b></p> <p><b>(717985.00 E 9332646.00 N)</b></p>		
	<p><b>Ejecución de la calicata-03</b></p>	<p><b>Instalación del equipo DPL</b></p>
		
	<p><b>Ejecución de golpes del DPL</b></p>	<p><b>Medida de avance de golpes DPL</b></p>

**PROYECTO: “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”**

**Estación 8**

**SEV-01**

**Cota: 820 m**

**(718046.00 E**

**9332702.00N)**



**Equipado del SEV-01**



**Vista general de la ubicación del SEV-01**



**PROYECTO: “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”**

**Estación 8**

**SEV- 02**

**Cota: 820 m**

**(718119.00 E  
9332533.00 N)**



**Equipado del SEV-02**



**Cableado para medir la resistividad del terreno**

**ENSAYOS DE  
LABORATORIO**



**APLICACIÓN DEL PENETROMETRO**



**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

**ESTACIÓN 8**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

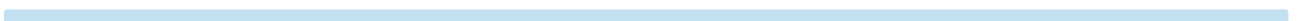


**ENSAYO DE PERMEABILIDAD**



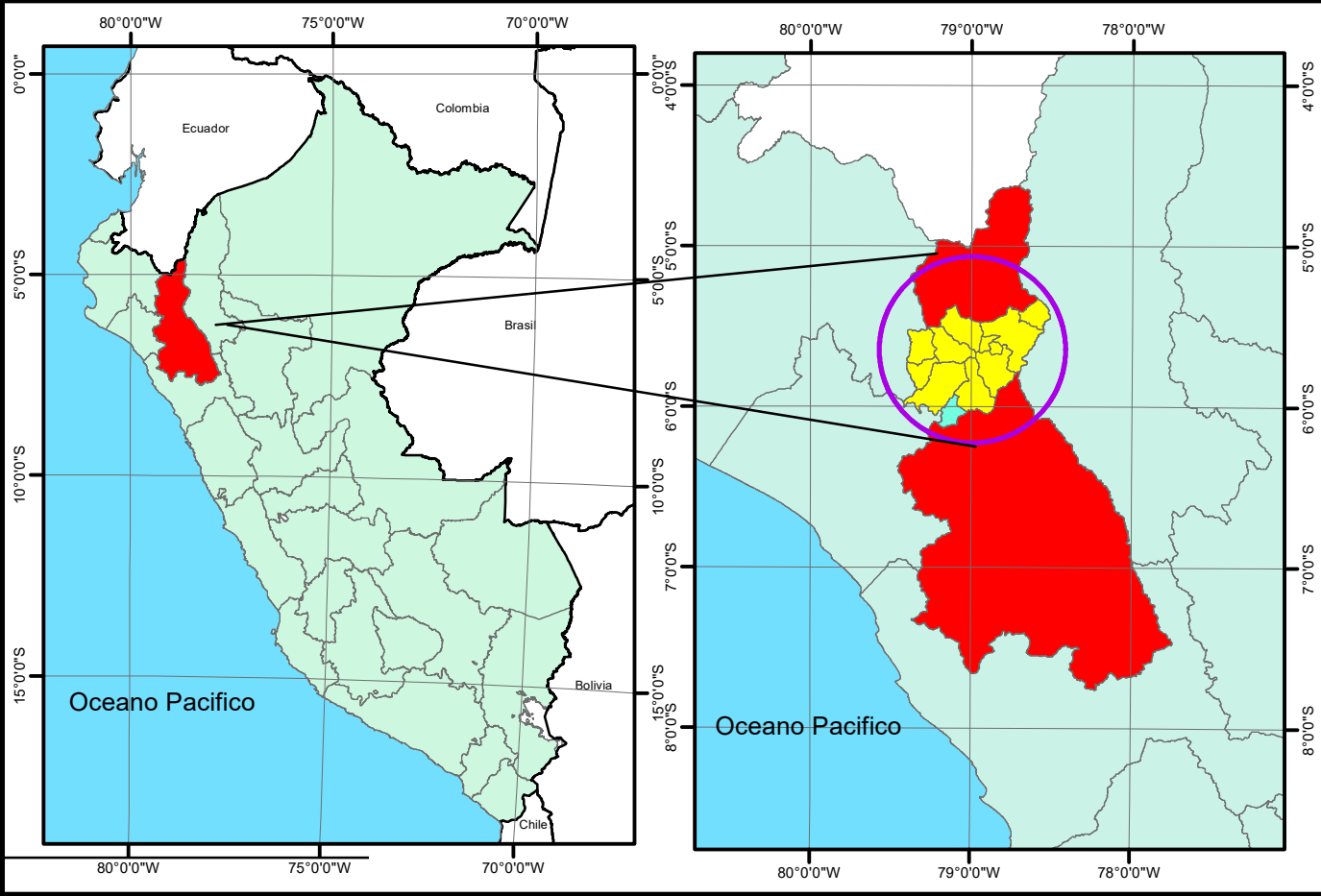
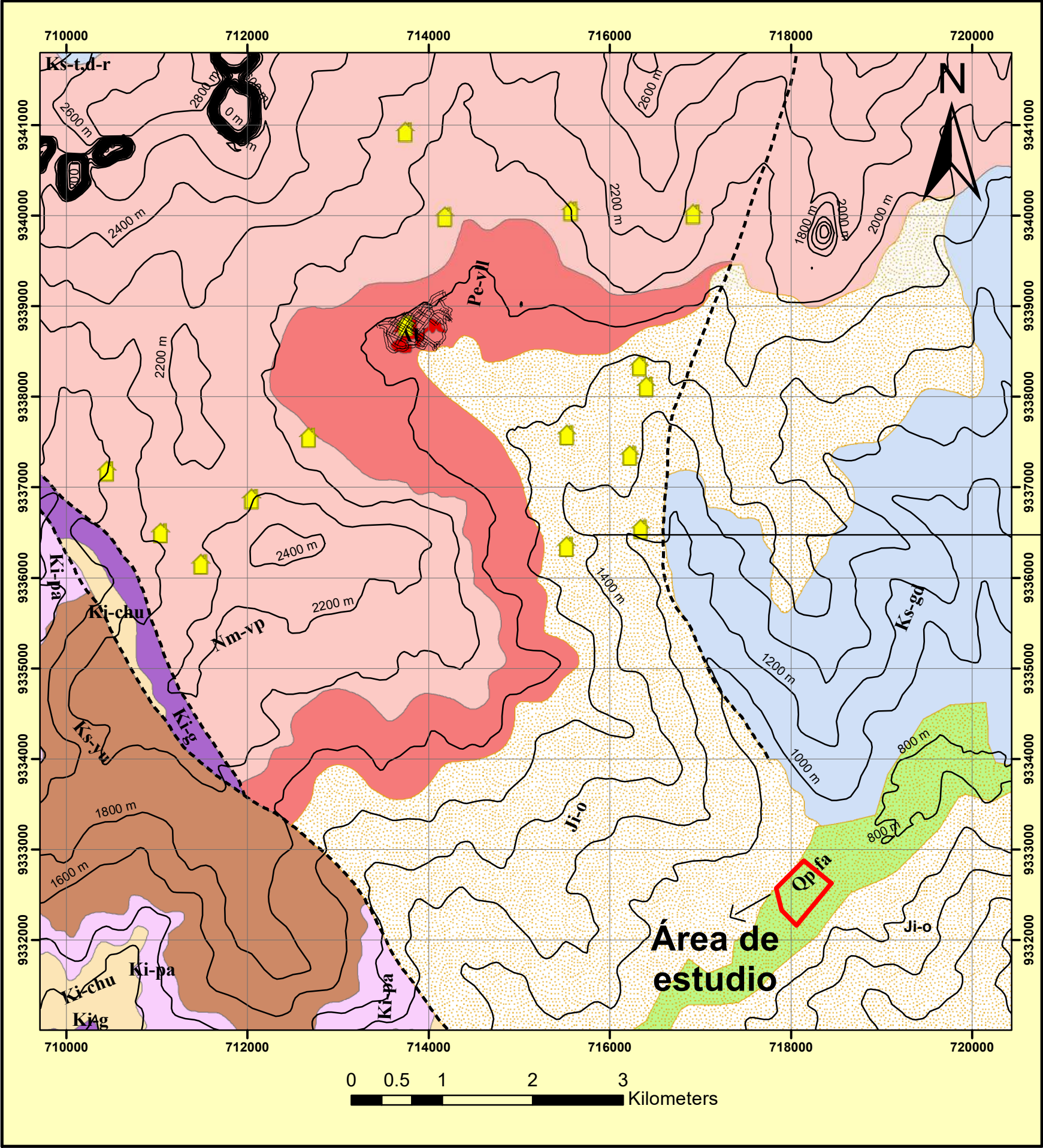
<p><b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b></p>	
<p><b>APLICACIÓN DEL PESO UNITARIO</b></p>	
<p><b>ESTACIÓN 8</b></p>	<div data-bbox="405 808 1083 1143">  </div> <div data-bbox="1186 808 1959 1143">  </div>
<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b></p>	
<p><b>ENSAYO DE PERMEABILIDAD</b></p>	

## **20.- MAPAS**





# MAPA GEOLÓGICO REGIONAL



## LEYENDA

ERA TEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS IGNEAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos Fluvioaluviales	GRANITO Y MONZONITAS TONALITA GRANODIORITA
	NEÓGENO	PLIOCENO	Fm. Porculla	
		MIOCENO	Fm. Llama	
MESOZOICO	PALEÓGENO	EOCENO	Fm. Yumagual	
		CRETÁCEO	Fm. Pariatambo	
			Fm. Chulec	
	JURÁSICO	Goyllarisquiza	Gpo. Goyllarisquiza	
			Fm. Oytun	
		TRIÁSICO	Gpo. Pucará	

## SIMBOLOGÍA

- Falla normal
- Pueblos
- Calles
- Área de estudio



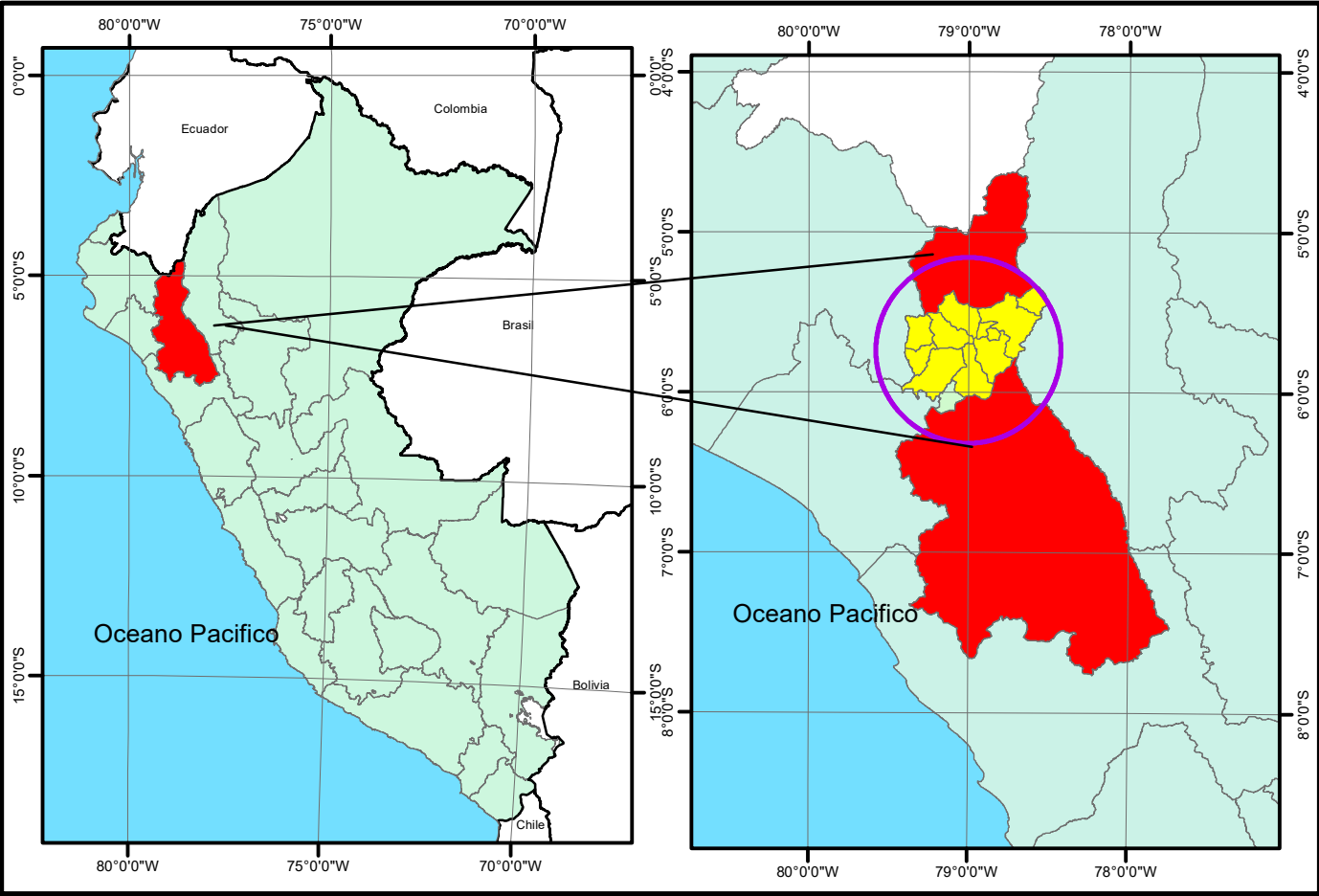
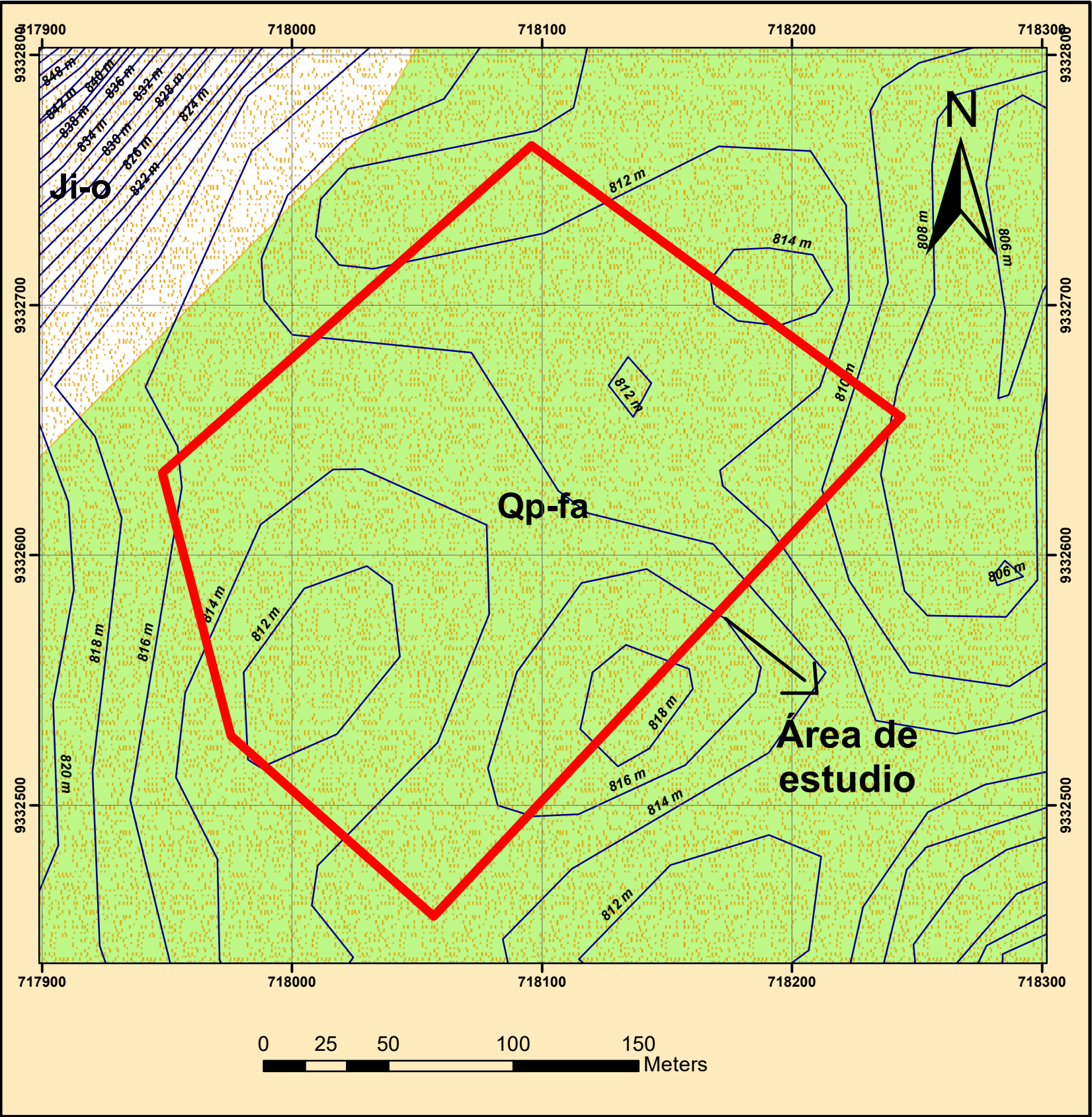
"SERVICIO DE ELABORACION DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"

## MAPA GEOLÓGICO REGIONAL - ESTACIÓN 8

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: JAEN	DISTRITO: PUCARA
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1: 50.000	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
MGR - E8	FECHA: ENERO 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER



# MAPA GEOLÓGICO LOCAL



## LEYENDA

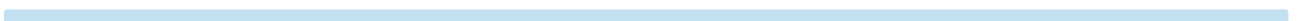
ERA TEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos Fluvioaluviales <b>Qp-fa</b>	Arenas, gravas, limos
MESOZOICO	JURÁSICO		Fm. Oyotun <b>Ji-o</b>	Andesita

## SIMBOLOGÍA

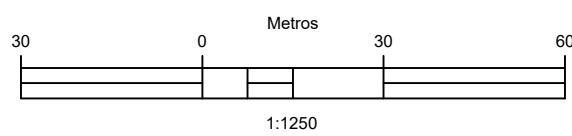


<b>ayesa</b> "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO"		
MAPA GEOLÓGICO LOCAL - ESTACIÓN 8		
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: JAEN	DISTRITO: PUCARA
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1: 2.000	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
MGL - E8	FECHA: ENERO 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER

## **21.-PLANOS**

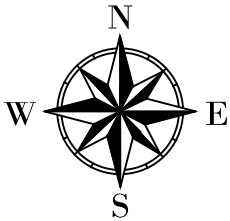
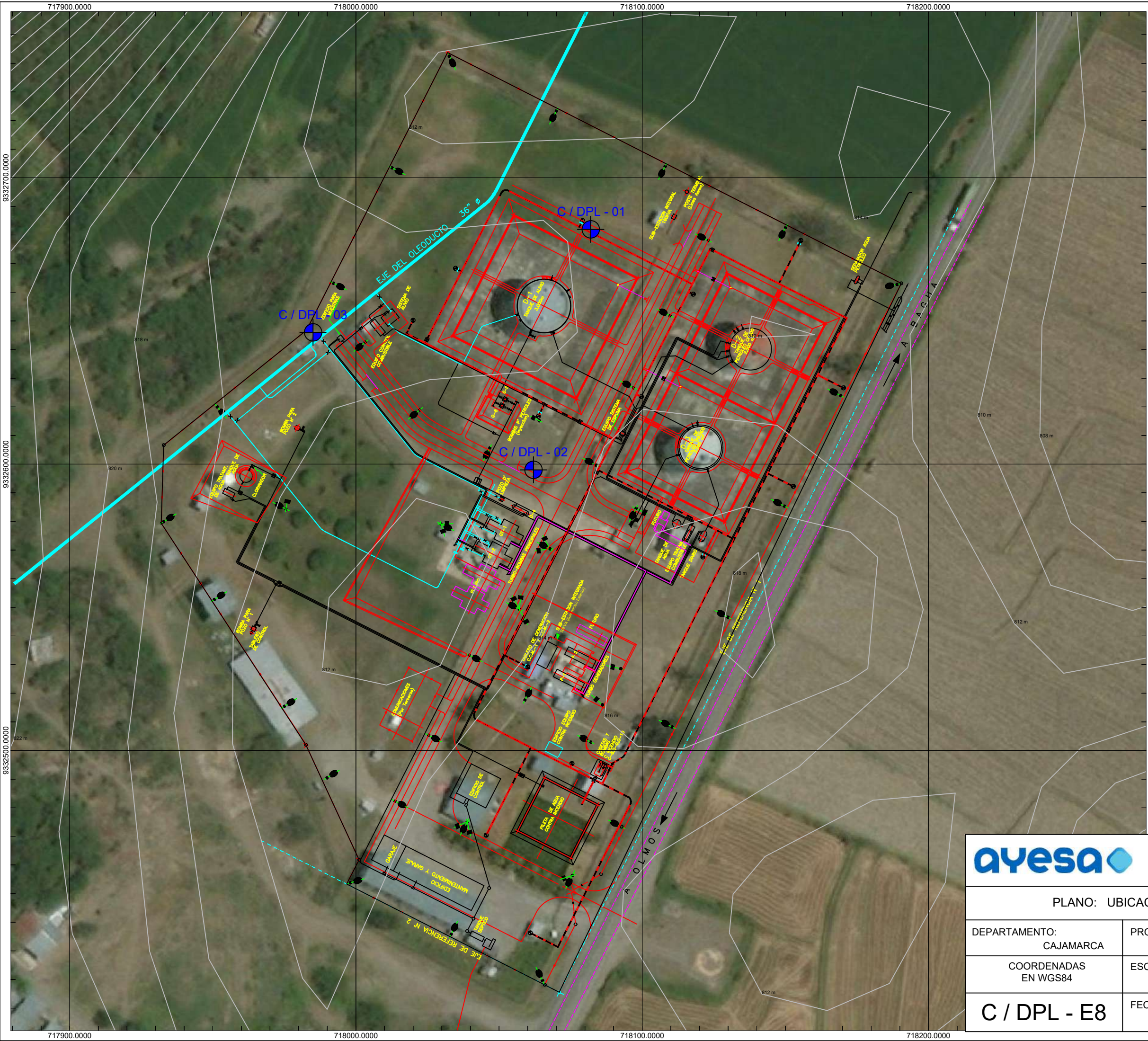






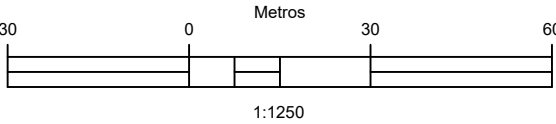
 “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
PLANO: UBICACIÓN - ESTACION 8		
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: JAEN	DISTRITO: PUCARA
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1/1250	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
PU - E8	FECHA: ENERO - 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER





UBICACION DE ENSAYO DPL-COORDENADAS UTM			
ENSAYO	NORTE	ESTE	COTA
C / DPL - 01	9332682	718082	820
C / DPL - 02	9332598	718062	824
C / DPL - 03	9332646	717985	823

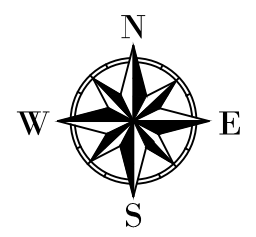
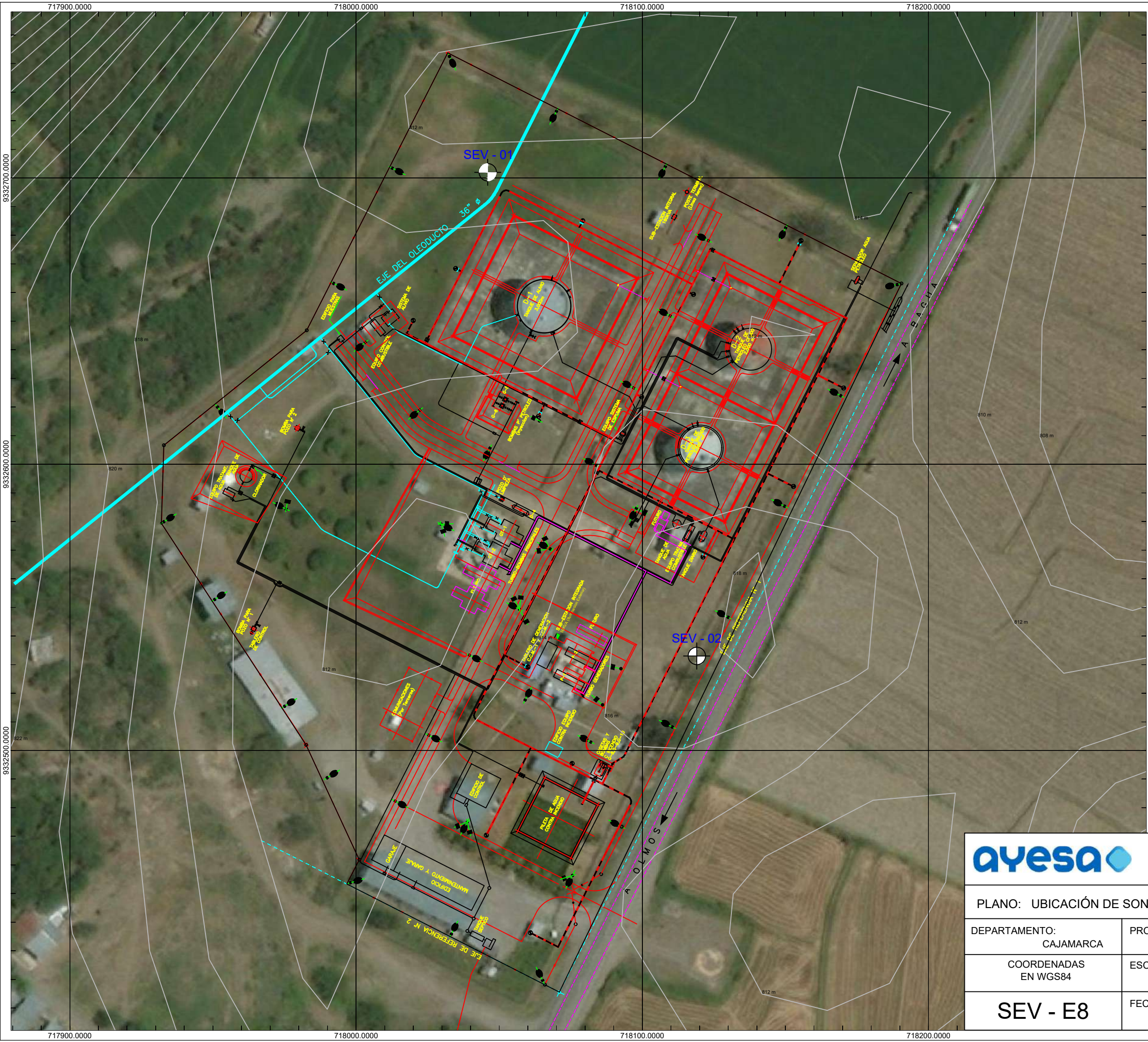
LEYENDA	
	C / DPL



“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA  
BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL  
OLEODUCTO NORPERUANO”

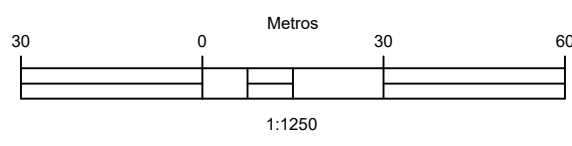
PLANO: UBICACION DE CALICATAS Y DPL - ESTACION 8		
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: JAEN	DISTRITO: PUCARA
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1/1250	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
C / DPL - E8	FECHA: ENERO - 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER





UBICACIÓN DE SEV-COORDENADAS UTM			
ENSAYO	NORTE	ESTE	COTA
SEV - 01	9332702	718046	820
SEV - 02	9332533	718119	820

LEYENDA	
	SEV



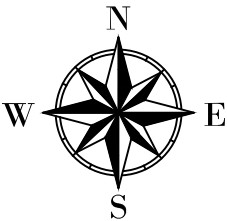
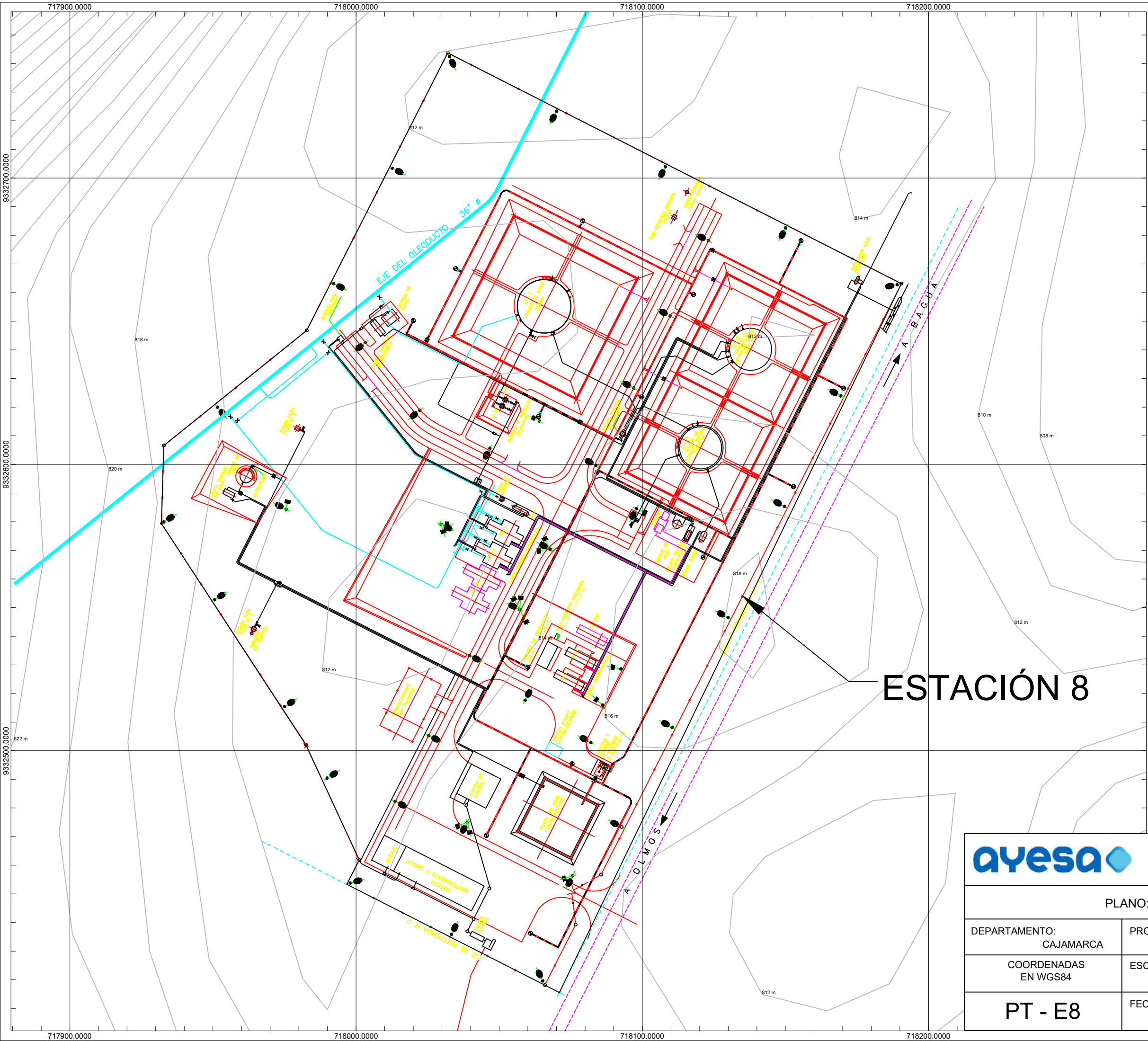


“SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA  
BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL  
OLEODUCTO NORPERUANO”

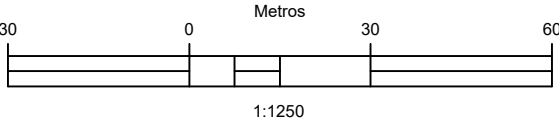
PLANO: UBICACIÓN DE SONDAJES ELECTRICOS VERTICALES (SEV) - ESTACION 8

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: JAEN	DISTRITO: PUCARA
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1/1250	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
SEV - E8	FECHA: ENERO - 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER





ESTACIÓN 8	
Área	46509.86 m2
Longitud	882.07 m2






ESTACIÓN 8


<b>ayesa</b> “SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE LOS TANQUES 8D1 Y 5D3 EN EL OLEODUCTO NORPERUANO”		
PLANO: TOPOGRÁFICO - ESTACION 8		
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: JAEN	DISTRITO: PUCARA
COORDENADAS EN WGS84	ESCALA: 1/1250	ELABORADO POR: WUR CONSULTING S.R.L
PT - E8	FECHA: ENERO - 2022	CAD: UMERES RIVEROS WALTER

## **APÉNDICE 02.04**

- DOCUMENTACIÓN DE INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA  
RELACIONADA CON EL PROYECTO

## **PIPING CLASS**


0	PARA DISEÑO	11/01/19	MHX	OSS	MHX	FON
A	PARA APROBACIÓN	17/12/18	MHX	OSS	SLV	FON
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	EJEC.	VERIF.	APROB.
	<b>SERVICIO DE ELABORACION DEL DIAGNOSTICO Y LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LA PUESTA EN VALOR DEL OLEODUCTO NOR PERUANO.</b>					
	<b>TECHINT INGENIERÍA &amp; CONSTRUCCIÓN</b>					
	<b>AREA GENERAL</b>					
	<b>PIPING CLASS - PRELIMINAR</b>					
		<b>ESPECIFICACION TECNICA</b>				
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE TECHINT INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN Y NO ESTÁ PERMITIDO SU DIFUSIÓN, COPIA O MODIFICACIÓN SIN UNA PREVIA AUTORIZACIÓN ESCRITA.		<b>3993-TARG-P-SP-000-001</b>				 REVISION
		ESC.: S/E		JOB:		

	<b>PIPING CLASS PRELIMINAR</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-P-SP-000-001	<b>Rev. 0</b> Pag. 2 de 6
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

## ÍNDICE:

<b>1.</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>ALCANCE</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>NORMAS APLICABLES</b>	<b>3</b>
<b>5.</b>	<b>ESPECIFICACION DE CAÑERIAS</b>	<b>6</b>

0	PARA DISEÑO	11/01/19	OSS	MHX	FON
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

	<b>PIPING CLASS PRELIMINAR</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-P-SP-000-001	<b>Rev. 0</b> Pag. 3 de 6
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

## 1. OBJETIVO

El propósito de este documento es definir la Especificación de Materiales de Tubería para proceso, servicios auxiliares e integración aplicables para el proyecto Puesta en valor Oleoducto Norperuano.

Esta especificación debe aplicarse a los materiales de tuberías indicados en los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI's)

## 2. ALCANCE

Esta especificación de ingeniería cubre los requerimientos técnicos específicos para la selección de tuberías, válvulas y accesorios, requeridos en los sistemas de proceso y servicios del proyecto.

## 3. REFERENCIAS

Cualquier referencia a códigos, estándares y especificaciones, será hecha en base a la última edición de tales documentos.

Los materiales no especificados en este documento, estarán de acuerdo al código ASTM correspondiente y podrán ser empleados previa autorización del cliente.

Donde exista conflictos entre esta especificación y otros dibujos, documentos, códigos, estándares, otras especificaciones, etc. Deberá aplicarse la más restrictiva.

Las dimensiones de las tuberías y accesorios cumplirán con los siguientes estándares (normas).

## 4. NORMAS APLICABLES

### American Society of Mechanical Engineers (ASME)

ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings.

ASME B16.9 Factory-Made Wrought Butt welding Fittings.

ASME B16.10 Face-to-face and end-to-end dimensions of valves

ASME B16.11 Forged Fittings, Socket-Welding and Threaded.

ASME B16.20 Metallic Gaskets for Pipe Flanges Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed.

ASME B16.21 Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges.

ASME B16.25 Butt welding Ends.

ASME B16.34 Valves—Flanged, Threaded, and Welding End.


ASME B16.36 Orifice Flanges.

ASME B16.47 Large Diameter Steel Flanges.

ASME B16.48 Line Blanks.

0	PARA DISEÑO	11/01/19	OSS	MHX	FON
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	



	<b>PIPING CLASS PRELIMINAR</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-P-SP-000-001	<b>Rev. 0</b> Pag. 4 de 6
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

ASME B18.2.1 Square and Hex Bolts and Screws (inch series).

ASME B18.2.2 Square and Hex Nuts (inch series).

ASME B31.3 Process Piping.

ASME B31.4 Piping Transportation System For Liquid-Hydrocarbon And Other Liquids.

ASME B36.10M Welded and Seamless Wrought Steel Pipe.

ASME B36.19M Stainless Steel Pipe.

ASME BPVC Boiler and Pressure Vessel Code, Section I.

ASTM D-3035 Standard Specification For Polyethylene (PE) Plastic Pipe (DR-PR) Based On Controlled Outside Diameter

ASTM D-3261 Standard Specification for Butt Heat Fusion Polyethylene (PE) Plastic Fittings for Polyethylene (PE) Plastic Pipe and Tubing

#### American Water Works Association

AWWA C509 Resilient-Seated Gate Valves for Water Supply Service

#### American Petroleum Institute (API)

API 5L Specification for Line Pipe

API Std. 594 Check Valves: Flanged, Lug, Wafer and Butt-welding.

API Std. 600 Steel Gate Valves—Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets.

API Std. 602 Steel Gate, Globe and Check Valves for.

API Std. 603 Corrosion-resistant, Bolted Bonnet Gate Valves-Flanged and Butt-welding Ends.

API Std. 608 Metal Ball Valves-Flanged, Threaded, and welding Ends.

API Std. 623 Steel Globe Valves-Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets

API Std. 609 Butterfly Valves: Double Flanged, Lug- and Water-Type

#### American Society for Testing and Materials (ASTM)

ASTM A53 Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless.


ASTM A105 Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications.

ASTM A106 Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service.

ASTM A182 Standard Specification for Forged or Rolled Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service.

ASTM A193 Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications.

0	PARA DISEÑO	11/01/19	OSS	MHX	FON
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

	<b>PIPING CLASS PRELIMINAR</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-P-SP-000-001	<b>Rev. 0</b> Pag. 5 de 6
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

ASTM A194 Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both.

ASTM A216 Standard Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High-Temperature Service.

ASTM A217 Standard Specification for Steel Castings, Martensitic Stainless and Alloy, for Pressure-Containing Parts, Suitable for High-Temperature Service.

ASTM A234 Standard Specification for Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and High Temperature Service.

ASTM A312 Standard Specification for Seamless, Welded, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes.

ASTM A335 Standard Specification for Seamless Ferritic Alloy-Steel Pipe for High-Temperature Service.

ASTM A351 Standard Specification for Castings, Austenitic, for Pressure-Containing Parts.

ASTM A403 Standard Specification for Wrought Austenitic Stainless Steel Piping Fittings.

ASTM A530 Standard Specification for General Requirements for Specialized Carbon and Alloy Steel Pipe.

ASTM A672 Standard Specification for Electric-Fusion-Welded Steel Pipe for High-Pressure Service at Moderate Temperatures.

#### British Standards Institution

BS 1868 Steel Check Valves (Flanged and Butt-welding ends) for the Petroleum, petrochemical and allied industries

#### Manufacturers Standardization Society

MSS SP 25 Standard Marking Systems for Valves, Fittings, Flanges and Unions

MSS-SP-44 Steel Pipeline Flanges.

MSS-SP-67 Butterfly Valves.

MSS-SP-79 Socket Welding Reducer Inserts


MSS-SP-83 Class 3000 Steel Pipe Unions, Socket-welding and Threaded

MSS-SP-97 Integrally Reinforced Forged Branch Outlet Fittings – Socket Welding, Threaded, and Buttwelding Ends.

MSS-SP-95 Swaged Nipples and Bull Plugs


MSS SP 110 Ball Valves Solder Joint Grooved and Flared ends Threaded Socket Welding MSS-SP-Joint, Threaded, Socket-Welding.

0	PARA DISEÑO	11/01/19	OSS	MHX	FON
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	


	<b>PIPING CLASS PRELIMINAR</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-P-SP-000-001	<b>Rev. 0</b> Pag. 6 de 6
<b>PUESTA EN VALOR OLEODUCTO NOR PERUANO – PETROPERU</b>			

## 5. ESPECIFICACION DE CAÑERIAS


0	PARA DISEÑO	11/01/19	OSS	MHX	FON
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELAB.	APROB.	

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASSES INDEX	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019
	1/10/2019 7:44:38 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001			
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano	Size: Inc	Thk: Sch. mm	Temp: °C	Pres: BAR	Corr: mm

Piping class	Revision	Service	Client reference	Welding specification	Rating	Finish	Base Material	Max Temp. °C	Max Press. BAR	C.A. mm	Pipe materials	Doc.N.
A 150		General Hydrocarbon service			150 LB	RF 125-250 Ra	Carbon Steel	38.0	19.0	0.0	Gr. B Gr. X52	
A1		Fire water			150 LB	RF 125-250 Ra	Carbon Steel	50.0	19.6	1.6	Gr. B	
A2		Foam, Chlorinated Water			150 LB	RF 125-250 Ra	Carbon Steel	50.0	19.6	0.0	Gr. B	
A3		Fire Water (Bayouar Terminal).			PN 14	FF 125-250 Ra	HDPE	38	17.2	0.0	Cell Clasification PE445574C	
B 300		General Hydrocarbon service.			300 LB	RF 125-250 Ra	Carbon Steel	38.0	49.64	0.0	Gr. B Gr. X52	
C 600		General Hydrocarbon service			600 LB	RF 125-250 Ra	Carbon Steel	38.0	99.28	0.0	Gr. B Gr. X52	
D 900		General Hydrocarbon service.			900 LB	RF 125-250 Ra	Carbon Steel	38.0	149.0	0.0	Gr. B Gr. X52	

	Puma5 - Tearg Tools	<b>PIPING CLASS</b>	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019	
	1/10/2019 7:44:40 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001				
	PETROPERU		Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size: In	Thk: Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


<b>Piping class A 150</b>		<b>Standard of design</b> ASME B31.4		<b>Branch Table A 150</b> Corrosion Allow 0.0 Welding Spec.																																																																		
<b>Client Reference</b> Service General Hydrocarbon service		<table border="1"> <tr> <th>Temp.</th> <th>Press.</th> <th>Mod</th> </tr> <tr> <td>38.0</td> <td>19.00</td> <td></td> </tr> </table>		Temp.	Press.	Mod	38.0	19.00																																																														
Temp.	Press.	Mod																																																																				
38.0	19.00																																																																					
<b>Base Material</b> Carbon Steel <b>Rating</b> 150 LB <b>Finish</b> RF 125-250 Ra <b>Heat Treatment</b> NONE <b>Control level</b>				<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Applicable through</th> <th>Min</th> <th>Max</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Temperature</td> <td>0</td> <td>38.0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Pressure</td> <td>0</td> <td>19.0</td> </tr> </table>			Applicable through		Min	Max	Temperature		0	38.0	Pressure		0	19.0																																																				
Applicable through		Min	Max																																																																			
Temperature		0	38.0																																																																			
Pressure		0	19.0																																																																			
<b>Note</b>				<table border="1"> <tr> <th>Chgd</th> <th>Mod</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Chgd	Mod			<b>PIPE THICKNESS</b>																																																												
				Chgd	Mod																																																																	
				<table border="1"> <tr> <th>Size</th> <th>Thk</th> <th>Mod</th> </tr> <tr><td>1/2</td><td>S-XS</td><td></td></tr> <tr><td>3/4</td><td>S-XS</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>S-XS</td><td></td></tr> <tr><td>1_1/2</td><td>S-XS</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>2_1/2</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>36</td><td>S-STD</td><td></td></tr> <tr><td>42</td><td>S-XS</td><td></td></tr> </table>		Size	Thk	Mod	1/2	S-XS		3/4	S-XS		1	S-XS		1_1/2	S-XS		2	S-STD		2_1/2	S-STD		3	S-STD		4	S-STD		6	S-STD		8	S-STD		10	S-STD		12	S-STD		14	S-STD		16	S-STD		18	S-STD		20	S-STD		24	S-STD		30	S-STD		36	S-STD		42	S-XS			
				Size	Thk	Mod																																																																
				1/2	S-XS																																																																	
				3/4	S-XS																																																																	
				1	S-XS																																																																	
				1_1/2	S-XS																																																																	
				2	S-STD																																																																	
				2_1/2	S-STD																																																																	
				3	S-STD																																																																	
				4	S-STD																																																																	
				6	S-STD																																																																	
				8	S-STD																																																																	
				10	S-STD																																																																	
				12	S-STD																																																																	
				14	S-STD																																																																	
				16	S-STD																																																																	
				18	S-STD																																																																	
20	S-STD																																																																					
24	S-STD																																																																					
30	S-STD																																																																					
36	S-STD																																																																					
42	S-XS																																																																					

 TECHINT	Puma5 - Targ Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019				
	1/10/2019 7:44:41 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001							
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano	Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp:	°C	Pres:	BAR	Corr:

## Piping Class A 150


Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Pipe	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE			ASTM A106	Gr. B						
Pipe	2	20	API 5L	BE			API 5L - SMLS	Gr. B						
Pipe	24	30	API 5L	BE			API 5L - SAWL	Gr. X52						
Pipe	36	42	API 5L	BE			API 5L - SAWL	Gr. B						
Pipe Nipple PL L=100mm	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE			ASTM A106	Gr. B					1	
Pipe Nipple PL x THDD L=100mm	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE x THDD-M npt			ASTM A106	Gr. B					10088	
Swage Concentric Nipple	3/4	1_1/2	MSS SP-95	PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1												
Swage Concentric Nipple	2	4	MSS SP-95	BW x PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1_1/2												
Swage Eccentric Nipple	3/4	1_1/2	MSS SP-95	PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1												
Swage Eccentric Nipple	2	4	MSS SP-95	BW x PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1_1/2												
45° Elbow	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
90° Elbow	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Tee Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Tee Reducing Small	3/4	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1												
Cap Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	THDD-F npt	3000#		Forged-ASTM A105	-					541	
Cap Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-					1	
Coupling	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Coupling Reducing	3/4	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1												
Plug Hexagonal Head	1/2	1_1/2	ASME B16.11	THDD-M npt			Forged-ASTM A105	-						



 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:44:41 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


## Piping Class A 150

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Reducing Insert	3/4 1/2	1_1/2 1	MSS SP-79	PE x SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-	Type 1					
45° Elbow Long Radius	2	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
45° Elbow Long Radius	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
45° Elbow Long Radius	36	42	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
90° Elbow Long Radius	2	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
90° Elbow Long Radius	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
90° Elbow Long Radius	36	42	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee	2	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Tee	36	42	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee Barred	12	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB					10011	
Tee Barred	36	36	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-SMLS	Gr. WPHY-52					10011	
Tee Reducing	3 2	20 18	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee Reducing	24 10	42 30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Tee Reducing	42 36	42 36	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee Barred Reducing	36 24	36 24	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52					10103	
Cap	2	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Cap	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:44:41 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


## Piping Class A 150

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Cap	36	42	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Reducer Concentric	3	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Reducer Concentric	2	18												
Reducer Concentric	24	42	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Reducer Concentric	16	30												
Reducer Concentric	42	42	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Reducer Concentric	36	36												
Reducer Eccentric	3	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Reducer Eccentric	2	18												
Reducer Eccentric	24	42	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Reducer Eccentric	16	30												
Reducer Eccentric	42	42	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Reducer Eccentric	36	36												
Sockolet	2	42	MSS SP-97	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Sockolet	1/2	1_1/2												
Sockolet	24	30	MSS SP-97	SW-F	3000#		Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Sockolet	1/2	1_1/2												
Weldolet	6	42	MSS SP-97	BW			Forged-ASTM A105	-						
Weldolet	2	4												
Weldolet	24	30	MSS SP-97	BW			Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Weldolet	2	3												
Flange SW	1/2	1_1/2	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Welding Neck	2	20	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Welding Neck	24	24	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Welding Neck	30	30	MSS SP-44	ASME B16.47A	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Welding Neck	36	42	MSS SP-44	ASME B16.47A	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Blind	1/2	20	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:44:41 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR

## Piping Class A 150

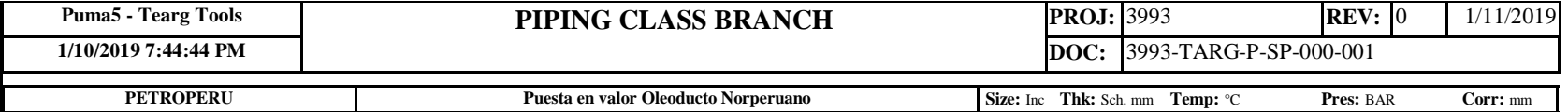
Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Flange Blind	24	24	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Blind	30	30	MSS SP-44	ASME B16.47A	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Blind	36	42	MSS SP-44	ASME B16.47A	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Spectacle Blinds	1/2	12	ASME B16.48	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]						
Spacers & Blinds	14	24	ASME B16.48	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]						
Orifice Flange W.N.	2	10	ASME B16.36	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-	Tap Hole 1/2" SW Connection					
Drip Ring	1	12	Manuf.s STD	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]	Thk 38.1mm (1 1/2")					
Valve Ball R.B. Floating SW	1/2	1_1/2	API 608	SW-F		WOG/CW P:1480 Psig	Forged-ASTM A105	-	Lever					
Valve Ball R.B. Floating FLG	2	6	API 6D	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Lever - Long Pattern					
Valve Ball F.B. Trunnion FLG	30	30	API 6D	ASME B16.47A	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Gear Op - Long Pattern					
Valve Ball R.B. Trunnion FLG	8	12	API 6D	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Lever - Long Pattern					
Valve Ball R.B. Trunnion FLG	14	24	API 6D	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Gear Op - Long Pattern					
Valve Butterfly Wafer	2	6	API 609 Category A	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast Iron - ASTM A126	Cl. B	Wrench					
Valve Horizontal Check SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	800 LB		Forged-ASTM A105	-	Piston Type					
Valve CheckSwing BW	2	24	ASME B16.34	BW	150 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Single Plate				10025	
Valve CheckSwing FLG	2	24	ASME B16.34	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Single Plate				1	
Valve Gate SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	800 LB		Forged-ASTM A105	-	Handwheel					
Valve Gate BW	2	10	API 600	BW	150 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Handwheel				10025	

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:44:41 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR

## Piping Class A 150

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Valve Gate BW	12	24	API 600	BW	150 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Gear Op.				10025	
Valve Gate FLG	2	10	API 600	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Handwheel				1	
Valve Gate FLG	12	24	API 600	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Gear Op.				1	
Valve Gate FLG	30	30	API 600	ASME B16.47A	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Gear Op.				1	
Valve Globe Plug Disc SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	800 LB		Forged-ASTM A105	-	Handwheel					
Valve Globe Plug Disc FLG	2	6	API 623	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Handwheel					
Dielectric Sets	1/2	24	Manuf.s STD	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Phenolic Resin	Sealing Nitrile	Thk 1/8" (3.2 mm)				10083	
Dielectric Sets	30	42	Manuf.s STD	ASME B16.47A	150 LB	RF 125-250 Ra	Phenolic Resin	Sealing Nitrile	Thk 1/8" (3.2 mm)				10083	
Spiral Wound Gasket	1/2	10	ASME B16.20	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring	Thk 1/8" (3.2 mm)					
Spiral Wound Gasket	1/2	24	ASME B16.20	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring	Thk 1/8" (3.2 mm)					
Spiral Wound Gasket	30	42	ASME B16.20	ASME B16.47A	150 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring	Thk 1/8" (3.2 mm)					
Joint for ASME B16.47A	30	42	ASME B16.47-A	ASME B16.47A	150 LB	RF 125-250 Ra								
Reinforced Pad 90°	18	42		Filled Welding			ASTM A106	Gr. B						
	6	14												


Object	Standard of design	Material	Constructive characteristic	Tag	Default	Mod
Stud Bolt + 2 Heavy Hex Nuts	ASME B18.2.1/B18.2.2/B1.1 UNC<=1" & 8UN>1" CL2A/2B	Bolt/Nut ASTM A193 / A194 - Gr. B7 / Gr. 2H			x	



Chgd


[illegible]

Run Size

	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019	
	1/10/2019 7:44:45 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001				
	PETROPERU		Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size: In	Thk: Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


Piping class <b>A1</b>		Standard of design		Branch Table <b>A1</b> Corrosion Allow <b>1.6</b> Welding Spec.											
Client Reference Service Fire water		ASME B31.3													
		Temp.	Press.				Mod								
		0.0	19.60												
		38.0	19.60												
		50.0	19.20												
Base Material Carbon Steel Rating 150 LB Finish RF 125-250 Ra Heat Treatment NONE Control level				Applicable through <table border="1"> <tr> <td></td> <td>Min</td> <td>Max</td> </tr> <tr> <td>Temperature</td> <td>0</td> <td>50.0</td> </tr> <tr> <td>Pressure</td> <td>0</td> <td>19.6</td> </tr> </table>				Min	Max	Temperature	0	50.0	Pressure	0	19.6
	Min	Max													
Temperature	0	50.0													
Pressure	0	19.6													
Note		Chgd		Mod		PIPE THICKNESS									
						Size	Thk	Mod							
		1/2	S-XS												
		3/4	S-XS												
		1	S-XS												
		1_1/2	S-XS												
		2	S-STD												
		3	S-STD												
		4	S-STD												
		6	S-STD												
		8	S-20												
		10	S-20												
		12	S-20												
		14	S-20												
		16	S-20												
18	S-20														
20	S-STD														
24	S-STD														



 TECHINT	Puma5 - Targ Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:44:46 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


## Piping Class A1

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Pipe	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE			ASTM A106	Gr. B						
Pipe	2	12	ASME B36.10M	BE			ASTM A106	Gr. B						
Pipe	14	24	API 5L	BE			API 5L - SAWL	Gr. B						
Pipe Nipple PL L=100mm	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE			ASTM A106	Gr. B						
Pipe Nipple THDD L=100mm	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	THDD-M npt			ASTM A106	Gr. B					10090	
Swage Concentric Nipple	3/4	1_1/2	MSS SP-95	PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1												
Swage Concentric Nipple	2	2	MSS SP-95	BW x PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1_1/2												
Swage Eccentric Nipple	3/4	1_1/2	MSS SP-95	PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1												
Swage Eccentric Nipple	2	2	MSS SP-95	BW x PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1_1/2												
45° Elbow	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
90° Elbow	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Tee Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Tee Reducing Small	3/4	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1												
Cap Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Cap Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	THDD-F npt	3000#		Forged-ASTM A105	-					541	
Coupling	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Coupling Reducing	3/4	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
	3/4	1												
Union	1/2	1_1/2	MSS SP-83	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-		Integral Seat				
Plug Hexagonal Head	1/2	1_1/2	ASME B16.11	THDD-M npt			Forged-ASTM A105	-						

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:44:46 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


## Piping Class A1

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
45° Elbow Long Radius	2	12	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
45° Elbow Long Radius	14	24	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
90° Elbow Long Radius	2	12	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
90° Elbow Long Radius	14	24	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee	2	12	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee	14	24	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee Reducing	3	12	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
	2	10												
Tee Reducing	14	24	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
	6	20												
Cap	2	12	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
Cap	14	24	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
Reducer Concentric	3	12	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
	2	10												
Reducer Concentric	14	24	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
	12	20												
Reducer Eccentric	3	12	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
	2	10												
Reducer Eccentric	14	24	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
	12	20												
Sockolet	2	24	MSS SP-97	SW-F		3000#	Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1_1/2												
Weldolet	6	24	MSS SP-97	BW			Forged-ASTM A105	-						
	2	6												
Flange SW	1/2	1_1/2	ASME B16.5	ASME B16.5		150 LB	Forged-ASTM A105	-						

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:44:46 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR

## Piping Class A1

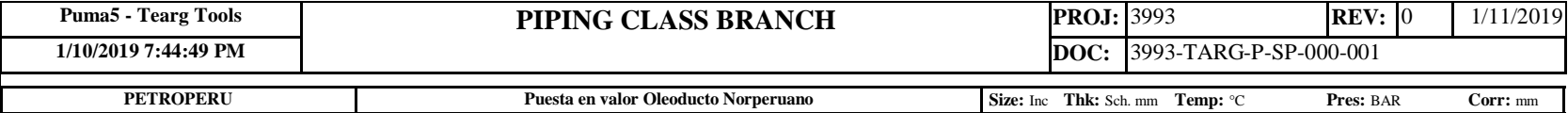
Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Flange Welding Neck	2	24	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Blind	1/2	24	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Spectacle Blinds	1	18	ASME B16.48	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A285	Gr. C						
Spacers & Blinds	20	24	ASME B16.48	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A285	Gr. C						
Valve Ball F.B. Floating SW	1/2	1_1/2	MSS SP-110	SW-F		WOG/CW P:1480 Psig	Forged-ASTM A105	-	Lever					
Valve Ball R.B. Floating FLG	2	4	API 6D	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Lever - Long Pattern					
Valve Ball R.B. Trunnion FLG	6	6	API 6D	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Lever - Long Pattern					
Valve Ball R.B. Trunnion FLG	8	24	API 6D	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Gear Op - Long Pattern					
Valve Horizontal Check SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	800 LB		Forged-ASTM A105	-	Piston Type					
Valve Check Swing FLG	2	10	API 6D	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Single Plate					
Valve Gate SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	800 LB		Forged-ASTM A105	-	Handwheel					
Valve Gate FLG	2	10	API 600	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Handwheel					
Valve Gate FLG	12	24	API 600	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Gear Op.					
Valve Globe Plug Disc SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	800 LB		Forged-ASTM A105	-	Handwheel					
Valve Globe Plug Disc FLG	2	6	BS 1873	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Handwheel					
Dielectric Sets	3/4	24	Manuf.s STD	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	GlassReinf Epoxy NEMA G10	Sealing PTFE	Thk 1/8" (3.2 mm)				10083	
Spiral Wound Gasket	1/2	24	ASME B16.20	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring	Thk 1/8" (3.2 mm)					
Joint for ASME B16.5	1/2	24	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra								

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019					
	1/10/2019 7:44:46 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001								
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano	Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp:	°C	Pres:	BAR	Corr:	mm

## Piping Class A1


Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Reinforced Pad 90°	24 8	24 8		Filled Welding			API 5L - SAWL	Gr. B						

Object	Standard of design	Material	Constructive characteristic	Tag	Default	Mod
Stud Bolt + 2 Heavy Hex Nuts	ASME B18.2.1/B18.2.2/B1.1 UNC<=1"& 8UN>1" C1.2A/2B	Bolt/Nut ASTM A193 / A194 - Gr. B7 / Gr. 2H			x	




Chgd

Branch	
S	Sockolet
T1	Tee Small
T2	Tee Reducing Small
TR	Tee Reducing
TS	Tee
W	Weldolet
Z2	Reinforced Pad (For Branch)

	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019	
	1/10/2019 7:44:51 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001				
	PETROPERU		Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size: In	Thk: Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


Piping class <b>A2</b>		Standard of design		Branch Table <b>A2</b> Corrosion Allow <b>0.0</b> Welding Spec.												
Client Reference Service Foam, Chlorinated Water		ASME B31.3														
		Temp.	Press.				Mod									
		0.0	19.60													
		38.0		19.60												
		50.0		19.60												
Base Material Carbon Steel Rating 150 LB Finish RF 125-250 Ra Heat Treatment NONE Control level				Applicable through <table border="1"> <tr> <td></td> <td>Min</td> <td>Max</td> </tr> <tr> <td>Temperature</td> <td>0</td> <td>50.0</td> </tr> <tr> <td>Pressure</td> <td>0</td> <td>19.6</td> </tr> </table>					Min	Max	Temperature	0	50.0	Pressure	0	19.6
	Min	Max														
Temperature	0	50.0														
Pressure	0	19.6														
Note		Chgd		Mod		PIPE THICKNESS										
						Size	Thk	Mod								
		1/2	S-XS													
		3/4	S-XS													
		1	S-XS													
		1_1/2	S-XS													
		2	S-XS													
		3	S-STD													
		4	S-STD													



 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:44:51 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


## Piping Class A2

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Pipe	1/2	4	ASME B36.10M	THDD-M npt			ASTM A106	Gr. B	Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153					
Pipe Nipple THDD L=100mm	1/2	2	ASME B36.10M	THDD-M npt			ASTM A106	Gr. B	Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153					
Swage Concentric Nipple	3/4 1/2	4 3	MSS SP-95	THDD-M npt			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB	Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153					
Swage Eccentric Nipple	3/4 1/2	4 3	MSS SP-95	THDD-M npt			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB	Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153					
45° Elbow	1/2	4	ASME B16.11	THDD-F npt	3000#		Forged-ASTM A105	-	Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153					
90° Elbow	1/2	4	ASME B16.11	THDD-F npt	3000#		Forged-ASTM A105	-	Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153					
Tee Small	1/2	4	ASME B16.11	THDD-F npt	3000#		Forged-ASTM A105	-	Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153					
Tee Reducing Small	3/4 1/2	4 3	ASME B16.11	THDD-F npt	3000#		Forged-ASTM A105	-	Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153					
Cap Small	1/2	4	ASME B16.11	THDD-F npt	3000#		Forged-ASTM A105	-	Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153					
Coupling	1/2	4	ASME B16.11	THDD-F npt	3000#		Forged-ASTM A105	-	Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153					

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:44:51 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR

## Piping Class A2

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Plug Hexagonal Head	1/2	4	ASME B16.11	THDD-M npt			Forged-ASTM A105	-		Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153				
Bushing Reducer Hex.	1_1/2 1/2	1_1/2 1	ASME B16.11	THDD-M npt x THDD-F npt			Forged-ASTM A105	-		Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153				
Flange THDD	1/2	4	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-		Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153			1	
Flange Blind	1/2	4	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-		Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153				
Drip Ring	1	4	Manuf.s STD	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]		Thk 38.1mm (1 1/2") - Hot-Dip Galvanized acc. to ASTM A153				
Valve Ball F.B. Floating THDD	1/2	3/4	MSS SP-110	THDD-F npt	WOG/CW P:1480 Psig		Forged-ASTM A105	-		Lever			21	
Valve Ball F.B. Floating FLG	1	2	MSS SP-72	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Lever - Long Pattern				
Valve Ball R.B. Floating THDD	1/2	3/4	MSS SP-110	THDD-F npt	WOG/CW P:1480 Psig		Forged-ASTM A105	-		Lever			21	
Valve Ball R.B. Floating FLG	1	2	MSS SP-72	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Lever - Long Pattern				
Valve Horizontal Check THDD	1/2	3/4	API 602	THDD-F npt	800 LB		Forged-ASTM A105	-		Piston Type				
Valve Horizontal Check FLG	1	1_1/2	API 602	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-		Piston Type				
Valve Check Swing Wafer	2	2	API 594 Type "A"	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Dual Plate				
Valve Gate THDD	1/2	3/4	API 602	THDD-F npt	800 LB		Forged-ASTM A105	-		Handwheel				


 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019				
	1/10/2019 7:44:51 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001							
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano	Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp:	°C	Pres:	BAR	Corr:

## Piping Class A2


Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Valve Gate FLG	1	2	API 602	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-	Handwheel					
Valve Globe Plug Disc THDD	1/2	3/4	API 602	THDD-F npt	800 LB		Forged-ASTM A105	-	Handwheel					
Valve Globe Plug Disc FLG	1	2	API 602	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-	Handwheel					
Dielectric Sets	1/2	4	Manuf.s STD	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	Phenolic Resin	Sealing Nitrile	Thk 1/8" (3.2 mm)				10083	
Spiral Wound Gasket	1/2	4	ASME B16.20	ASME B16.5	150 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring	Thk 1/8" (3.2 mm)					

Object	Standard of design	Material	Constructive characteristic	Tag	Default	Mod
Stud Bolt + 2 Heavy Hex Nuts	ASME B18.2.1/B18.2.2/B1.1 UNC<=1"& 8UN>1" Cl.2A/2B	Bolt/Nut ASTM A193 / A194 - Gr. B7 / Gr. 2H	Chromium/Zinc Coated acc. to ASTM F1136 - Gr. 4		x	



	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019
	1/10/2019 7:44:55 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001			
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano	Size: In	Thk: Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR	Corr: mm

Piping class <b>A3</b>	Standard of design	Branch Table <b>A3</b> Corrosion Allow <b>0.0</b> Welding Spec.		
Client Reference	ASME B31.3			
Service Fire Water (Bayouar Terminal).				
Base Material HDPE		Applicable through		
Rating PN 14		Min	Max	
Finish FF 125-250 Ra		Temperature	0	38
Heat Treatment		Pressure	0	17.23
Control level				
Note	Chgd	Mod	PIPE THICKNESS	
			Size	Thk
			4	SDR9
			6	SDR9
			8	SDR9
			10	SDR9
		12	SDR9	

	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:44:55 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU		Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size: In	Thk: Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR	Corr: mm

## Piping Class A3

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Flange Blind	4	12	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	FF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Valve Gate FLG	4	12	AWWA C-509	ASME B16.5	150 LB	FF 125-250 Ra	Cast Iron - ASTM A536	Gr. 65-45-12	Gear Op - Post			VG-01JF2	10116	
Valve Gate FLG	4	12	AWWA C-509	ASME B16.5	150 LB	FF 125-250 Ra	Cast Iron - ASTM A536	Gr. 65-45-12	Handwheel			VG-01JF1	1	
Flat Gasket	4	12	ASME B16.21	ASME B16.5	150 LB	FF 125-250 Ra	Flat Ring	Aramid fibers & Nitrile binder	Thk 1/16" (1.6 mm)					
Pipe - HDPE	4	12	ASTM D-3035	PE			ASTM D3350	Cell Clasification PE445574C	Butt-Fusion					
45° Elbow - HDPE	4	12	ASTM D-3261	PE			ASTM D3350	Cell Clasification PE445574C	Butt-Fusion					
90° Elbow - HDPE	4	12	ASTM D-3261	PE			ASTM D3350	Cell Clasification PE445574C	Butt-Fusion					
Tee - HDPE	4	12	ASTM D-3261	PE			ASTM D3350	Cell Clasification PE445574C	Butt-Fusion					
Tee Reducing - HDPE	6	12	ASTM D-3261	PE			ASTM D3350	Cell Clasification PE445574C	Butt-Fusion					
	4	10												
Reducer Concentric - HDPE	6	12	ASTM D-3261	PE			ASTM D3350	Cell Clasification PE445574C	Butt-Fusion					
	4	8												
Reducer Eccentric - HDPE	6	8	ASTM D-3261	PE			ASTM D3350	Cell Clasification PE445574C	Butt-Fusion					
	4	6												
Stub End - HDPE	4	12	ASTM D-3261	ASME B16.5			ASTM D3350	Cell Clasification PE445574C	Butt-Fusion					
Flange Lap Joint for HDPE	4	12	ASME B16.5	ASME B16.5	150 LB	FF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						

Object	Standard of design	Material	Constructive characteristic	Tag	Default	Mod
Stud Bolt + 2 Heavy Hex Nuts	ASME B18.2.1/B18.2.2/B1.1 UNC<=1" & 8UN>1" Cl.2A/2B	Bolt/Nut ASTM A193 / A194 - Gr. B7 / Gr. 2H	Both Bichromated		x	





1/10/2019 7:44:58 PM

<b>DOC:</b>	3993-TARG-P-SP-000-001
-------------	------------------------

000-001

Page 10 of 10

---

---

---

---

---

---

---



---




---


---

---

---


Branch Size	12	T9																																Branch				
	10	T8	T9																															T8	Tee Reducing - HDPE			
	8	T8	T8	T9																														T9	Tee - HDPE			
	6	T8	T8	T8	T9																																	
	4	T8	T8	T8	T8	T9																																
		12	10	8	6	4																																
		Run Size																																				

	Puma5 - Tearg Tools		PIPING CLASS				PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019					
	1/10/2019 7:44:59 PM						DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001								
	PETROPERU		Puesta en valor Oleoducto Norperuano				Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp:	°C	Pres:	BAR	Corr:	mm
	Piping class B 300			Standard of design			Branch Table B 300 Corrosion Allow 0.0 Welding Spec.									
Client Reference  Service General Hydrocarbon service.			ASME B31.4													
			Temp.	Press.	Mod											
			38.049.64													
Base Material Carbon Steel Rating 300 LB Finish RF 125-250 Ra Heat Treatment NONE Control level						Applicable through										
												Min	Max			
						Temperature						0	38.0			
						Pressure						0	49.64			
Note						ChgdMod		PIPE THICKNESS								
								Size	Thk	Mod						
								1/2	S-XS							
								3/4	S-XS							
								1	S-XS							
								1_1/2	S-XS							
								2	S-STD							
								3	S-STD							
								4	S-STD							
								6	S-STD							
								8	S-STD							
								10	S-STD							
								12	S-STD							
								14	S-STD							
								16	S-STD							
								18	S-STD							
								20	S-STD							
								24	S-STD							
		30	S-STD													

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:45:00 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


## Piping Class B 300

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Pipe	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE			ASTM A106	Gr. B						
Pipe	2	20	API 5L	BE			API 5L - SMLS	Gr. B						
Pipe	24	30	API 5L	BE			API 5L - SAWL	Gr. X52						
Pipe Nipple PL L=100mm	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE			ASTM A106	Gr. B					1	
Pipe Nipple PL x THDD L=100mm	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE x THDD-M npt			ASTM A106	Gr. B					10088	
Swage Concentric Nipple	3/4	1_1/2	MSS SP-95	PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1												
Swage Concentric Nipple	2	3	MSS SP-95	BW x PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1_1/2												
Swage Eccentric Nipple	3/4	1_1/2	MSS SP-95	PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1												
Swage Eccentric Nipple	2	3	MSS SP-95	BW x PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1_1/2												
45° Elbow	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
90° Elbow	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Tee Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Tee Reducing Small	3/4	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1												
Cap Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	THDD-F npt	3000#		Forged-ASTM A105	-					541	
Cap Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-					1	
Coupling	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Coupling Reducing	3/4	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1												
Plug Hexagonal Head	1/2	1_1/2	ASME B16.11	THDD-M npt			Forged-ASTM A105	-						
Reducing Insert	3/4	1_1/2	MSS SP-79	PE x SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-		Type 1				
	1/2	1												

 TECHINT	Puma5 - Targ Tools		PIPING CLASS DETAIL				PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019	
	1/10/2019 7:45:00 PM						DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001				
	PETROPERU		Puesta en valor Oleoducto Norperuano				Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


## Piping Class B 300

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
45° Elbow Long Radius	2	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
45° Elbow Long Radius	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
90° Elbow Long Radius	2	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
90° Elbow Long Radius	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Tee	2	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Tee Reducing	3	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	2	18												
Tee Reducing	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
	10	24												
Cap	2	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Cap	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Reducer Concentric	3	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	2	18												
Reducer Concentric	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
	16	24												
Reducer Eccentric	3	20	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	2	18												
Reducer Eccentric	24	30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
	16	24												
Sockolet	2	20	MSS SP-97	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1_1/2												
Sockolet	24	30	MSS SP-97	SW-F	3000#		Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
	1/2	1_1/2												
Weldolet	6	20	MSS SP-97	BW			Forged-ASTM A105	-						
	2	4												

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:45:00 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR

## Piping Class B 300

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Weldolet	24 2	30 4	MSS SP-97	BW			Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange SW	1/2	1_1/2	ASME B16.5	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Welding Neck	2	20	ASME B16.5	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Welding Neck	24	24	ASME B16.5	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Welding Neck	30	30	MSS SP-44	ASME B16.47A	300 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Blind	1/2	20	ASME B16.5	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Blind	24	24	ASME B16.5	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Blind	30	30	MSS SP-44	ASME B16.47A	300 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Spectacle Blinds	1/2	12	ASME B16.48	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]						
Spacers & Blinds	14	24	ASME B16.48	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]						
Orifice Flange W.N.	2	10	ASME B16.36	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-	Tap Hole 1/2" SW Connection					
Drip Ring	1	12	Manuf.s STD	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]	Thk 38.1mm (1 1/2")					
Valve Ball R.B. Floating SW	1/2	1_1/2	API 608	SW-F		WOG/CW P:1480 Psig	Forged-ASTM A105	-	Lever					
Valve Ball R.B. Floating FLG	2	4	API 6D	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Lever - Long Pattern					
Valve Ball R.B. Trunnion FLG	6	12	API 6D	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Lever - Long Pattern					
Valve Horizontal Check SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	800 LB		Forged-ASTM A105	-	Piston Type					
Valve Check Swing BW	2	30	ASME B16.34	BW	300 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Single Plate				10025	
Valve Check Swing FLG	2	24	ASME B16.34	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Single Plate				1	

	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:45:00 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU		Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size: In	Thk: Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR	Corr: mm

## Piping Class B 300

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Valve Gate SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	800 LB		Forged-ASTM A105	-	Handwheel					
Valve Gate BW	2	8	API 600	BW	300 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Handwheel				10025	
Valve Gate BW	10	24	API 600	BW	300 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Gear Op.				10025	
Valve Gate FLG	2	8	API 600	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Handwheel				1	
Valve Gate FLG	10	24	API 600	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Gear Op.				1	
Valve Gate FLG	30	30	API 600	ASME B16.47A	300 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Gear Op.				1	
Dielectric Sets	1/2	24	Manuf.s STD	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	Phenolic Resin	Sealing Nitrile	Thk 1/8" (3.2 mm)				10083	
Dielectric Sets	30	30	Manuf.s STD	ASME B16.47A	300 LB	RF 125-250 Ra	Phenolic Resin	Sealing Nitrile	Thk 1/8" (3.2 mm)				10083	
Spiral Wound Gasket	1/2	24	ASME B16.20	ASME B16.5	300 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring	Thk 1/8" (3.2 mm)					
Spiral Wound Gasket	30	30	ASME B16.20	ASME B16.47A	300 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring	Thk 1/8" (3.2 mm)					
Joint for ASME B16.47A	30	30	ASME B16.47-A	ASME B16.47A	300 LB	RF 125-250 Ra								
Reinforced Pad 90°	18	30		Filled Welding			ASTM A106	Gr. B						
	6	14												


Object	Standard of design	Material	Constructive characteristic	Tag	Default	Mod
Stud Bolt + 2 Heavy Hex Nuts	ASME B18.2.1/B18.2.2/B1.1 UNC<=1"&8UN>1" CL2A/2B	Bolt/Nut ASTM A193 / A194 - Gr. B7 / Gr. 2H			x	






Chgd

Branch	
S	Sockolet
T1	Tee Small
T2	Tee Reducing Small
TR	Tee Reducing
TS	Tee
W	Weldolet
Z2	Reinforced Pad (For Branch)


	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019	
	1/10/2019 7:45:05 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001				
	PETROPERU		Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size: In	Thk: Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR

Piping class <b>C 600</b>		Standard of design		Branch Table C 600 Corrosion Allow 0.0 Welding Spec.												
Client Reference Service General Hydrocarbon service		ASME B31.4														
		Temp.	Press.					Mod								
		38.0		99.28												
Base Material Carbon Steel Rating 600 LB Finish RF 125-250 Ra Heat Treatment NONE Control level				Applicable through <table border="1"> <tr> <td></td> <td>Min</td> <td>Max</td> </tr> <tr> <td>Temperature</td> <td>0</td> <td>38.0</td> </tr> <tr> <td>Pressure</td> <td>0</td> <td>99.28</td> </tr> </table>					Min	Max	Temperature	0	38.0	Pressure	0	99.28
	Min	Max														
Temperature	0	38.0														
Pressure	0	99.28														
Note		Chgd		Mod		PIPE THICKNESS										
						Size	Thk	Mod								
		1/2	S-XS													
		3/4	S-XS													
		1	S-XS													
		1_1/2	S-XS													
		2	S-XS													
		3	S-XS													
		4	S-XS													
		6	S-XS													
		8	S-XS													
		10	S-XS													
		12	S-XS													
		14	S-XS													
		16	S-XS													
		18	S-XS													
		20	S-XS													
24	S-XS															
30	S-30															
36	S-30															

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:45:05 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


## Piping Class C 600

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Pipe	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE			ASTM A106	Gr. B						
Pipe	2	10	ASME B36.10M	BE			ASTM A106	Gr. B						
Pipe	12	36	API 5L	BE			API 5L - SAWL	Gr. X52						
Pipe Nipple PL L=100mm	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE			ASTM A106	Gr. B					1	
Pipe Nipple PL x THDD L=100mm	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE x THDD-M npt			ASTM A106	Gr. B					10088	
Swage Concentric Nipple	3/4	1_1/2	MSS SP-95	PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1												
Swage Concentric Nipple	2	3	MSS SP-95	BW x PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1_1/2												
Swage Eccentric Nipple	3/4	1_1/2	MSS SP-95	PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1												
Swage Eccentric Nipple	2	3	MSS SP-95	BW x PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1_1/2												
45° Elbow	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
90° Elbow	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Tee Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Tee Reducing Small	3/4	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1												
Cap Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-					1	
Cap Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	THDD-F npt	3000#		Forged-ASTM A105	-					541	
Coupling	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
Coupling Reducing	3/4	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1												
Plug Hexagonal Head	1/2	1_1/2	ASME B16.11	THDD-M npt			Forged-ASTM A105	-						
Reducing Insert	3/4	1_1/2	MSS SP-79	PE x SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-		Type 1				
	1/2	1												

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019				
	1/10/2019 7:45:06 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001							
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano	Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp:	°C	Pres:	BAR	Corr:


## Piping Class C 600

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
45° Elbow Long Radius	2	10	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
45° Elbow Long Radius	12	36	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
90° Elbow Long Radius	2	10	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
90° Elbow Long Radius	12	36	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Tee	2	10	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee	12	36	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Tee Barred	24	24	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-SMLS	Gr. WPHY-52					10011	
Tee Reducing	3 2	10 8	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee Reducing	12 6	36 30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Tee Barred Reducing	36 16	36 30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52					10103	
Cap	2	10	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Cap	12	36	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Reducer Concentric	3 2	10 8	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Reducer Concentric	12 6	36 30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Reducer Eccentric	3 2	10 8	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Reducer Eccentric	12 6	36 30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Sockolet	2 1/2	10 1_1/2	MSS SP-97	SW-F	3000#		Forged-ASTM A105	-						

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:45:06 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR

## Piping Class C 600

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Sockolet	12 1/2	36 1_1/2	MSS SP-97	SW-F	3000#		Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Weldolet	6 2	10 4	MSS SP-97	BW			Forged-ASTM A105	-						
Weldolet	12 2	36 4	MSS SP-97	BW			Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange SW	1/2	1_1/2	ASME B16.5	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Welding Neck	2	10	ASME B16.5	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Welding Neck	12	24	ASME B16.5	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Welding Neck	30	36	MSS SP-44	ASME B16.47A	600 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Blind	1/2	10	ASME B16.5	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Blind	12	24	ASME B16.5	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Blind	30	36	MSS SP-44	ASME B16.47A	600 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Spectacle Blinds	1/2	12	ASME B16.48	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]						
Spacers & Blinds	14	24	ASME B16.48	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]						
Orifice Flange W.N.	2	10	ASME B16.36	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-	Tap Hole 1/2" SW Connection					
Drip Ring	1	12	Manuf.s STD	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]	Thk 38.1mm (1 1/2")					
Valve Ball R.B. Floating SW	1/2	1_1/2	API 608	SW-F		WOG/CW P:1480 Psig	Forged-ASTM A105	-	Lever					
Valve Ball R.B. Floating FLG	2	6	API 6D	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Lever - Long Pattern					
Valve Ball R.B. Trunnion FLG	8	12	API 6D	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)	Lever - Long Pattern					

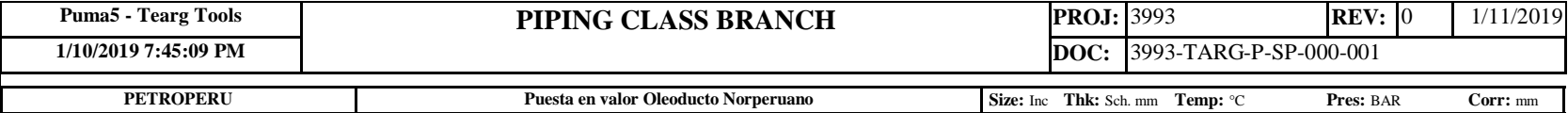
 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:45:06 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR

## Piping Class C 600

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Valve Horizontal Check SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	800 LB		Forged-ASTM A105	-		Piston Type				
Valve Check Swing BW	2	24	ASME B16.34	BW	600 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Single Plate			10025	
Valve Check Swing FLG	2	24	ASME B16.34	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Single Plate			1	
Valve Gate SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	800 LB		Forged-ASTM A105	-		Handwheel				
Valve Gate BW	2	4	API 600	BW	600 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Handwheel			10025	
Valve Gate BW	6	24	API 600	BW	600 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Gear Op.			10025	
Valve Gate FLG	2	6	API 600	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Handwheel			1	
Valve Gate FLG	8	24	API 600	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Gear Op.			1	
Valve Gate FLG	30	30	API 600	ASME B16.47A	600 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Gear Op.			1	
Valve Globe Plug Disc FLG	6	16	API 623	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Gear Op.				
Dielectric Sets	1/2	24	Manuf.s STD	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	Phenolic Resin	Sealing Nitrile		Thk 1/8" (3.2 mm)			10083	
Dielectric Sets	30	30	Manuf.s STD	ASME B16.47A	600 LB	RF 125-250 Ra	Phenolic Resin	Sealing Nitrile		Thk 1/8" (3.2 mm)			10083	
Spiral Wound Gasket	1/2	24	ASME B16.20	ASME B16.5	600 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring		Thk 1/8" (3.2 mm)				
Spiral Wound Gasket	30	36	ASME B16.20	ASME B16.47A	600 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring		Thk 1/8" (3.2 mm)				
Joint for ASME B16.47A	30	36	ASME B16.47-A	ASME B16.47A	600 LB	RF 125-250 Ra								
Reinforced Pad 90°	16	36		Filled Welding			ASTM A106	Gr. B						
	6	14												


Object	Standard of design	Material	Constructive characteristic	Tag	Default	Mod
Stud Bolt + 2 Heavy Hex Nuts	ASME B18.2.1/B18.2.2/B1.1 UNC<=1"& 8UN>1" Cl.2A/2B	Bolt/Nut ASTM A193 / A194 - Gr. B7 / Gr. 2H			x	






Chgd


Branch	
S	Sockolet
T1	Tee Small
T2	Tee Reducing Small
TR	Tee Reducing
TS	Tee
W	Weldolet
Z2	Reinforced Pad (For Branch)

	Puma5 - Tearg Tools		PIPING CLASS				PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019					
	1/10/2019 7:45:10 PM						DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001								
	PETROPERU		Puesta en valor Oleoducto Norperuano				Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp:	°C	Pres:	BAR	Corr:	mm
	Piping class D 900				Standard of design				Branch Table D 900 Corrosion Allow 0.0 Welding Spec.							
Client Reference  Service General Hydrocarbon service.				ASME B31.4												
				Temp.	Press.	Mod										
				38.0149.00												
Base Material Carbon Steel Rating 900 LB Finish RF 125-250 Ra Heat Treatment NONE Control level								Applicable through								
								Temperature						Min	Max	
								Pressure						0	38.0	
														0	149.0	
Note								ChgdMod		PIPE THICKNESS						
								Size	Thk	Mod						
								1/2	S-160							
								3/4	S-160							
								1	S-160							
								1_1/2	S-160							
								2	S-XS							
								3	S-XS							
								4	S-XS							
								6	S-XS							
								8	S-XS							
								10	S-XS							
								12	S-XS							
								14	S-XS							
								16	S-XS							
								18	15.88							
								20	15.88							
								24	19.05							
								30	22.23							
								36	23.83							

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:45:11 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


## Piping Class D 900

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Pipe	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE			ASTM A106	Gr. B						
Pipe	2	10	ASME B36.10M	BE			ASTM A106	Gr. B						
Pipe	12	16	API 5L	BE			API 5L - SMLS	Gr. X52						
Pipe	18	36	API 5L	BE			API 5L - SAWL	Gr. X52						
Pipe Nipple PL L=100mm	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE			ASTM A106	Gr. B					1	
Pipe Nipple PL x THDD L=100mm	1/2	1_1/2	ASME B36.10M	PE x THDD-M npt			ASTM A106	Gr. B					10088	
Swage Concentric Nipple	3/4	1_1/2	MSS SP-95	PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1												
Swage Concentric Nipple	2	3	MSS SP-95	BW x PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1_1/2												
Swage Eccentric Nipple	3/4	1_1/2	MSS SP-95	PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1												
Swage Eccentric Nipple	2	3	MSS SP-95	BW x PE			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
	1/2	1_1/2												
45° Elbow	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	6000#		Forged-ASTM A105	-						
90° Elbow	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	6000#		Forged-ASTM A105	-						
Tee Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	6000#		Forged-ASTM A105	-						
Tee Reducing Small	3/4	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	6000#		Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1												
Cap Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	6000#		Forged-ASTM A105	-					1	
Cap Small	1/2	1_1/2	ASME B16.11	THDD-F npt	6000#		Forged-ASTM A105	-					541	
Coupling	1/2	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	6000#		Forged-ASTM A105	-						
Coupling Reducing	3/4	1_1/2	ASME B16.11	SW-F	6000#		Forged-ASTM A105	-						
	1/2	1												
Plug Hexagonal Head	1/2	1_1/2	ASME B16.11	THDD-M npt			Forged-ASTM A105	-						

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:45:11 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR


## Piping Class D 900

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Reducing Insert	3/4 1/2	1_1/2 1	MSS SP-79	PE x SW-F	6000#		Forged-ASTM A105	-	Type 1					
45° Elbow Long Radius	2	10	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
45° Elbow Long Radius	12	16	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-SMLS	Gr. WPHY-52						
45° Elbow Long Radius	18	36	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
90° Elbow Long Radius	2	10	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
90° Elbow Long Radius	12	16	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-SMLS	Gr. WPHY-52						
90° Elbow Long Radius	18	36	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Tee	2	10	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee	12	16	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-SMLS	Gr. WPHY-52						
Tee	18	36	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Tee Barred	16	36	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-SMLS	Gr. WPHY-52					10011	
Tee Reducing	3 2	10 8	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Tee Reducing	12 6	16 14	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-SMLS	Gr. WPHY-52						
Tee Reducing	18 8	36 30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Tee Barred Reducing	16 8	36 30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52					10103	
Cap	2	10	ASME B16.9	BW			Wrought-ASTM A234-	Gr. WPB						
Cap	12	16	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-SMLS	Gr. WPHY-52						
Cap	18	36	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:45:11 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR

## Piping Class D 900


Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Reducer Concentric	3 2	10 8	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
Reducer Concentric	12 6	16 14	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-SMLS	Gr. WPHY-52						
Reducer Concentric	18 10	36 30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Reducer Eccentric	3 2	10 8	ASME B16.9	BW			Wrought- ASTM A234-	Gr. WPB						
Reducer Eccentric	12 6	16 14	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-SMLS	Gr. WPHY-52						
Reducer Eccentric	18 10	36 30	MSS SP-75	BW			Wrought-MSS SP-75-Welded	Gr. WPHY-52						
Sockolet	2 1/2	10 1_1/2	MSS SP-97	SW-F	6000#		Forged-ASTM A105	-						
Sockolet	12 1/2	30 1_1/2	MSS SP-97	SW-F	6000#		Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Weldolet	6 2	10 3	MSS SP-97	BW			Forged-ASTM A105	-						
Weldolet	12 2	30 3	MSS SP-97	BW			Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange SW	1/2	1_1/2	ASME B16.5	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Welding Neck	2	10	ASME B16.5	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Welding Neck	12	24	ASME B16.5	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Welding Neck	30	36	MSS SP-44	ASME B16.47A	900 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Blind	1/2	10	ASME B16.5	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-						
Flange Blind	12	24	ASME B16.5	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						
Flange Blind	30	36	MSS SP-44	ASME B16.47A	900 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A694	Gr. F52 [360]						

 TECHINT	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019				
	1/10/2019 7:45:11 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001							
	PETROPERU	Puesta en valor Oleoducto Norperuano	Size:	In	Thk:	Sch. m	Temp:	°C	Pres:	BAR	Corr:

## Piping Class D 900

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Spectacle Blinds	1/2	12	ASME B16.48	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]						
Spacers & Blinds	14	24	ASME B16.48	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Plate-ASTM A516	Gr. 70 [485]						
Orifice Flange W.N.	2	10	ASME B16.36	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Forged-ASTM A105	-		Tap Hole 1/2" SW Connection				
Valve Ball R.B. Floating SW	1/2	1_1/2	API 608	SW-F		WOG/CW P:2220 Psig	Forged-ASTM A105	-		Lever				
Valve Ball R.B. Floating FLG	2	4	API 6D	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Lever - Long Pattern				
Valve Ball R.B. Trunnion FLG	6	8	API 6D	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Gear Op - Long Pattern				
Valve Check Swing BW	2	30	ASME B16.34	BW	900 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Single Plate			10025	
Valve Check Swing FLG	2	24	ASME B16.34	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Single Plate			1	
Valve Gate SW	1/2	1_1/2	API 602	SW-F	1500 LB		Forged-ASTM A105	-		Handwheel				
Valve Gate BW	2	4	API 600	BW	900 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Handwheel			10025	
Valve Gate BW	6	24	API 600	BW	900 LB		Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Gear Op.			10025	
Valve Gate FLG	2	6	API 600	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Handwheel			1	
Valve Gate FLG	8	24	API 600	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Gear Op.			1	
Valve Gate FLG	30	30	API 600	ASME B16.47A	900 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Gear Op.			1	
Valve Globe Plug Disc FLG	2	4	API 623	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Cast C.S. - ASTM A216	Gr. WCB (UNS J03002)		Handwheel				
Dielectric Sets	1/2	24	Manuf.s STD	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	Phenolic Resin	Sealing Nitrile		Thk 1/8" (3.2 mm)			10083	
Dielectric Sets	30	30	Manuf.s STD	ASME B16.47A	900 LB	RF 125-250 Ra	Phenolic Resin	Sealing Nitrile		Thk 1/8" (3.2 mm)			10083	
Spiral Wound Gasket	1/2	24	ASME B16.20	ASME B16.5	900 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring		Thk 1/8" (3.2 mm)				

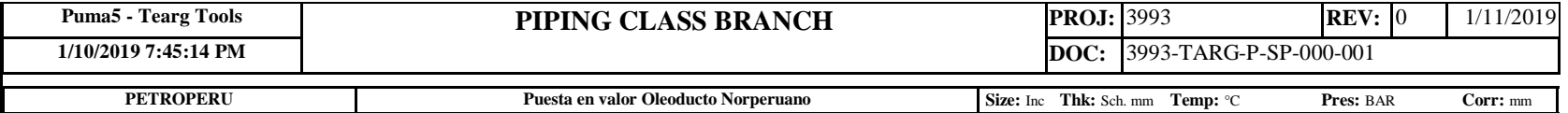


	Puma5 - Tearg Tools	PIPING CLASS DETAIL	PROJ:	3993	REV:	0	1/11/2019		
	1/10/2019 7:45:11 PM		DOC:	3993-TARG-P-SP-000-001					
	PETROPERU		Puesta en valor Oleoducto Norperuano		Size: In	Thk: Sch. m	Temp: °C	Pres: BAR	Corr: mm

## Piping Class D 900

Object	From From	To (M) To (R)	Standard of design	End	Rating	Finish	Construction	Material	Other req.	Notes	Alt. Thk.	Data Sheet	Pos.	Mod
Spiral Wound Gasket	30	36	ASME B16.20	ASME B16.47A	900 LB	RF 125-250 Ra	304/Non Asbestos	304SS External & Inner Ring	Thk 1/8" (3.2 mm)					
Joint for ASME B16.47A	30	36	ASME B16.47-A	ASME B16.47A	900 LB	RF 125-250 Ra								
Reinforced Pad 90°	12	36		Filled Welding			ASTM A106	Gr. B						
	4	14												




Object	Standard of design	Material	Constructive characteristic	Tag	Default	Mod
Stud Bolt + 2 Heavy Hex Nuts	ASME B18.2.1/B18.2.2/B1.1 UNC<=1"& 8UN>1" C1.2A/2B	Bolt/Nut ASTM A193 / A194 - Gr. B7 / Gr. 2H			x	




Chgd

Branch	
S	Sockolet
T1	Tee Small
T2	Tee Reducing Small
TR	Tee Reducing
TS	Tee
W	Weldolet
Z2	Reinforced Pad (For Branch)


## **ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS PRINCIPALES**

1	PARA DISEÑO	10/01/19	AEV	AEV	SBA	FON
0	PARA DISEÑO	02/01/19	AEV	AEV	SBA	FON
B	PARA APROBACIÓN	23/11/18	AEV	AEV	SBA	FON
A	PARA APROBACIÓN	18/10/18	AEV	AEV	SBA	FON
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJÓ	EJEC.	REVISÓ	APROBÓ
		<b>PETROPERÚ</b> <b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>				
		<b>TECHINT INGENIERÍA &amp; CONSTRUCCIÓN</b>  GENERAL BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO ESPECIFICACIÓN TÉCNICA				
<p>Toda la información contenida en este documento es confidencial y es propiedad de Techint, y la copia o reproducción total o parcial está prohibida sin autorización previa.</p>			PETROPERÚ N°: OLE-M-100E-001			
			ESC.: S/E	TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001		

	<p style="text-align: center;">GENERAL BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001 PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1 Pag 2 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>OBJETO.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ALCANCE DEL SUMINISTRO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>EXCLUSIONES .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL.....</b>	<b>5</b>
4.1	DEFINICIONES.....	5
4.2	IDIOMAS.....	5
4.3	UNIDADES .....	5
4.4	CONDICIONES DE SITIO .....	6
<b>5</b>	<b>ESPECIFICACIONES, ESTÁNDARES Y CÓDIGOS APLICABLES .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>REQUERIMIENTOS TÉCNICOS .....</b>	<b>7</b>
6.1	GENERAL .....	7
6.2	BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO .....	7
6.3	ACCIONADORES.....	9
6.4	REDUCTOR DE VELOCIDAD/ TRANSMISIÓN DE MÚLTIPLE REDUCCIÓN DE VELOCIDADES CON EMBRAGUE HIDRÁULICO .....	12
6.5	SISTEMA DE CONTROL.....	12
6.6	ACCESORIOS .....	15
6.7	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE, PINTURA Y RECUBRIMIENTOS PROTECTORES .....	17
6.8	NIVEL DE RUIDO.....	17
<b>7</b>	<b>DOCUMENTACIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>INSPECCIÓN Y ENSAYOS .....</b>	<b>18</b>
8.1	ENSAYOS EN DEPENDENCIAS DEL FABRICANTE .....	18
8.2	ENSAYOS DURANTE LA FABRICACIÓN .....	18

	<p style="text-align: center;">GENERAL BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001 PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1 Pag 3 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

## 1 OBJETO

La presente especificación describe los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación, suministro, inspección, ensayos, documentación técnica, embalaje y asistencia técnica durante el montaje de las **Bombas principales de Transferencia de Petróleo**, a ser instaladas en las Estaciones de Bombeo # 1, # 5, # 6, # 7, # 8, # 9, Andoas, Morona, Bayóvar y Lote 67, que forman parte del Proyecto Puesta en Valor del ONP (OLEODUCTO NORPERUANO), ubicado en el norte del territorio Peruano.

Cada unidad de bombeo deberá ser suministrada completa, con todos sus componentes y accesorios ensamblados, montada en una base metálica única (patín), ensayada en fábrica y lista para ser instaladas (por terceros) en las estaciones de bombeo para servicios de pre-comisionado.

Nota: En caso de que fuera ventajoso, cada unidad puede ser entregada por módulos con un grado máximo de montaje. Cada módulo debe estar provisto de una placa base metálica, diseñada para su montaje en obra.

Las unidades se instalarán bajo tinglado (no calefaccionado), en un área eléctrica clasificada como Clase 1, Div. 2, Grupo D, T3, según NEC NFPA 70 (API-RP 500).

En condiciones normales de funcionamiento, todas las unidades deben poder operarse de forma remota; ningún operador estará presente, por lo tanto se debe considerar el servicio desatendido.

No habrá disponibilidad de agua de enfriamiento para las unidades. Los enfriadores se diseñarán considerando una temperatura externa del aire de 40 °C.


Todos los equipos y materiales suministrados bajo esta especificación deberán ser nuevos y, sin uso.

## 2 ALCANCE DEL SUMINISTRO

El alcance del suministro de cada unidad de bombeo incluirá:


- Bomba de desplazamiento positivo (tipo rotativa, horizontal, de dos tornillos), con sistema de sellado mecánico para ambos extremos del eje; diseñada conforme el estándar del fabricante basada en la norma API 676 Última edición.
- Accionador (Motor eléctrico o Motor de Combustión) conforme al párrafo 6.3.
- Acoplamientos flexibles con protección anti chispa.
- Reductor de velocidad / transmisión de múltiple reducción de velocidades con embrague hidráulico (según corresponda),
- Sistema de lubricación para bomba y reductor.
- Sistema de precalentamiento para motor, reductor de velocidad y bomba
- Panel de Control local (montado dentro del patín) diseñado de acuerdo con el ítem 6.5.1 (ver arquitectura del sistema), con instrumentos locales, todo el cableado eléctrico dentro del panel y todas las señales y el cableado necesarios para comunicarse con el Sistema de control de la estación (a ser suministrados por terceros). El panel deberá estar dimensionado para operar en el área eléctrica especificada.
- Base metálica única (patín), con ocales de elevación y puesta a tierra.
- Montaje y alineación de motor, reductor y bomba dentro del patín.



	<p style="text-align: center;">GENERAL BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001 PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1 Pag 4 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

- Paquetizado completo de la unidad: incluyendo tuberías e inter-conexionado eléctrico y de instrumentación de componentes y auxiliares, cajas de conexiones y selladores.  
Nota: Todas las conexiones externas desde / hasta el patín o la placa base se ubicarán en el borde del patín con bridas o cajas de conexiones adecuadas, según corresponda.
- Preparación de la superficie y sistema de pintura.
- Sistema de acondicionamiento de combustible (diesel / crudo) de los motores (módulo paquetizado).
- Inspección y ensayos conforme solicitado en las Hojas de Datos.
- Placas de identificación en acero inoxidable para bomba, sistema de sellado, motor y reductor.
- Prueba funcional y comportamiento mecánico de la unidad completa en las instalaciones del vendedor (Factory Acceptance Test).
- Primera carga de lubricantes y cualquier otro fluido requerido para la puesta en marcha y primeras 100 horas de operación.
- Asistencia Técnica para el Montaje, Precomisionado, Comisionado y Puesta en Marcha.
- Curso de capacitación para operadores y supervisores en idioma español.
- Supervisión técnica durante la ejecución de la prueba de desempeño en el sitio.
- Documentación de Ingeniería, de Inspección y Ensayos de acuerdo a lo solicitado en la Requisición de Materiales
- Libro de datos finales (Data Book) conteniendo todos los documentos certificados, informes de inspección y pruebas, certificaciones de materiales, manuales de instalación , puesta en marcha, operación y mantenimiento, y toda otra documentación técnica emitida durante el desarrollo del proyecto.
- Asistencia a reuniones técnicas durante la etapa de ingeniería del comprador.
- Repuestos recomendados Precomisionado, Comisionado y Puesta en Marcha.
- Lista de Repuestos recomendados con precios unitarios para dos (02) años de operación y mantenimiento, incluyendo los consumibles.
- Lista de Repuestos Capitales (Aquellos componentes principales que tienen costo elevado y plazo de entrega largo, por lo que de fallar, pueden ocasionar que el equipo permanezca fuera de operación por un largo período de tiempo. Ejemplo: Rotor) con precios. El contratista evaluará su adquisición mediante un contrato independiente,
- Conjunto de herramientas especiales (si se aplica).

El suministro debe incluir cualquier elemento que no esté detallado en la presente especificación, pero que sea necesario para lograr la operación y el rendimiento adecuados de la unidad de bombeo.

	<p style="text-align: center;">GENERAL</p> <p style="text-align: center;">BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO</p> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001</p> <p>PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1</p> <p>Pag 5 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

### 3 EXCLUSIONES

Los siguientes ítems excluidos del alcance de esta Especificación de Materiales serán suministrados por terceros, sin embargo, el PROVEEDOR deberá proporcionar toda la información necesaria de manera oportuna para realizar éstos trabajos:

- Válvula de alivio de descarga de la bomba,
- MCC,
- Variadores de velocidad (VDF) para las unidades accionadas por motor eléctrico,
- Diseño civil,
- Fundaciones de concreto (bases de concreto),
- Pernos de anclajes,
- Red de puesta a tierra,

### 4 INFORMACIÓN GENERAL

#### 4.1 DEFINICIONES

Proveedor: Oferente que resulte adjudicado.

Comprador / Contratista: PETROPERU o quien este designe.

#### 4.2 IDIOMAS


El lenguaje contractual para los documentos debe ser Español.

Los Manuales de Instalación, Operación y Mantenimiento deberán ser en idioma Español.

#### 4.3 UNIDADES

Se utilizará el sistema internacional de unidades SI, excepto por:

- Diámetros de Cañerías en Pulgadas (pl)
- Viscosidad Dinámica en Centipoise (cp)
- Viscosidad Cinemática en Centistoke (cs)
- Temperatura en Grados Celcius (°C)
- Caudal Líquido en Miles de Barriles por Día (MBPD)
- Capacidad de Ducto Miles de Barriles por Día (MBPD)
- Potencia de Bombas en Caballo de Fuerza (HP)
- Presión en Kilos por Centímetro Cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>)
- Densidad expresada como Gravedad Específica (densidad a T °C/densidad del agua a 15°C)

	<p style="text-align: center;">GENERAL BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001 PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1 Pag 6 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

#### 4.4 CONDICIONES DE SITIO


Las condiciones del sitio de cada estación de bombeo se encuentran detalladas a continuación.

	EB1	EB5	EB6	EB7	EB8	EB9	Andoas	Morona	Lote 67	Bayovar
Elevación [msnm]	122	278	300	453	818	1169	215	163	260	130
Coordenadas	04°42'49.2"S 74°55'19.3"W	04°38'57.5"S 77°30'16.5"W	N: 9,441,069.00 E: 138,086.41	05°40'14.9"S 78°38'10.5"W	06°02'02.8"S 79°01'50.7"W	05°49'09.3"S 79°22'36.7"W	76°27'31.8"W 02°48'16.9"S	03°58'59.5"S 77°13'40.1"W	N: 9,800,774.74 E: 446,760.78	03°58'59.4"S 77°13'40.1"W
Temperatura [°C]										
Máx	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Media	36	32	35	35	38	30	40	40	40	38
Min	28	22	22	25	28	19	21	21	21	15
Diseño	40									
Velocidad Máxima del Viento [KM/H]	100	100	100	120	100	120	100	100	100	140
Condiciones de Sismo	Deberán verificarse las condiciones sísmicas del sitio									
Precipitación promedio anual [mm]	1500	2500	1125	1113	784	250	1500	1500	1500	75
Humedad Relativa	prom: 80%	prom: 80%	prom: 80%	prom: 55%	prom: 68%	max: 80% min: 55%	prom: 80%	prom: 80%	prom: 80%	max: 100% min: 25,9%
<b>NOTA:</b> Datos relevados de los Manuales de Operación y Mantenimiento. Esta información es referencial y deberá ser verificada durante la ingeniería básica.										

## 5 ESPECIFICACIONES, ESTÁNDARES Y CÓDIGOS APLICABLES

La última edición de las siguientes normas será aplicable:

- API - American Petroleum Institute:
  - Standard 676, Last Edition - Positive Displacement Pump-Rotary including the list of exceptions submitted with the corresponding Quotations.
  - Standard 682, Last Edition – Shaft Sealing Systems For Centrifugal and Rotary Pumps,
- ASTM – American Society for Testing and Materials
- DIN u otros estándares reconocidos pueden ser utilizados, pero agregando la equivalencia de ASTM.
- ANSI – American National Standards Institute
- AGMA – American Gears Manufacturer Association
- ISO - International Standards Organization

	<p style="text-align: center;">GENERAL</p> <p style="text-align: center;">BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO</p> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001</p> <p>PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1</p> <p>Pag 7 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

- ISO 3046 – Reciprocating Internal Combustion Engines
- IEEE Std 112 - Test Procedures for Poly-Phase Induction Motors and Generators
- IEEE Std 114 - Test Procedures for Single-Phase Induction Motors
- NEMA MG1 - Motors and Generators.
- UL 674 - Electric Motors and Generators for Use in Division I Hazardous (Classified) Locations
- UL1836 - Electric Motors and generator for use in class I, Div. 2
- NFPA 70 - The National Electrical Code.

Nota: El cumplimiento de estos estándares y especificaciones es obligatorio, pero esto no exime al proveedor de su responsabilidad de diseño, construcción, mano de obra y materiales adecuados para cumplir con las condiciones especificadas.

## 6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

### 6.1 GENERAL

Los equipos deben cumplir con las condiciones de diseño y operación especificadas en las Hojas de datos y con las características de diseño y construcción requeridas en esta Especificación.

Los equipos y sus auxiliares deberán estar diseñados y contruidos para una vida útil mínima de 20 años (excluyendo el normal mantenimiento) y por lo menos para 3 años de operación ininterrumpido (De acuerdo al criterio de diseño del estándar API 676). El período de garantía para el material y la mano de obra de la Unidad será de 24 meses después de la fecha de envío o 12 meses después de la puesta en marcha de la Planta, lo que ocurra primero.

Las bombas deben ser suministradas por proveedores calificados y con experiencia en la fabricación de las unidades requeridas. El proveedor tendrá la responsabilidad total de la unidad (bombas, motores eléctricos, sistemas auxiliares, etc.) para los términos comerciales, diseño, construcción, prueba, integridad y garantía.


El proveedor deberá tener en cuenta en su diseño los requisitos para las condiciones climáticas locales, según lo indicado en el párrafo 4.4.

### 6.2 BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

Las bombas deben estar diseñadas para transportar petróleo y derivados de petróleo por tuberías en media o alta presión. El proveedor debe acreditar referencias de los modelos ofertados operando en condiciones similares.

Deberán ser de tipo horizontal de doble tornillo, de doble extremo con engranajes de sincronización. El diseño deberá ser conforme el estándar del fabricante basada en el estándar API 676. Si bien los equipos estarán diseñados para los puntos de diseño con viscosidades elevadas (para los cuales el proveedor garantizará la performance), al ser de doble tornillo, las bombas también podrán operar, eventualmente, con viscosidades bajas.

Los datos del fluido a bombear, punto de operación y otros parámetros de diseño se indican en las Hojas de Datos correspondientes.

	<p style="text-align: center;">GENERAL BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001 PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1 Pag 8 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

### 6.2.1 Componentes a Presión

El cuerpo de las bombas deben estar diseñado para operar sin sistema de refrigeración (no está previsto un sistema de agua de enfriamiento en las estaciones). Cuando no se pueda alcanzar este criterio, el proveedor deberá enviar una propuesta al contratista para aprobación.

La carcasa debe estar diseñada para permitir, como mínimo, una presión de prueba hidrostática igual a 1.5 veces la presión de descarga máxima admisible, que no debe ser inferior a la presión de ajuste de la válvula de alivio más el 10%.

Las carcasas deberán tener un sobre espesor por corrosión mínimo de 3mm.

El oferente debe informar en su descripción técnica la dureza del interior de la carcasa (o revestimiento) y la dureza de la superficie exterior de los tornillos.

Las conexiones bridadas de succión deben ser adecuadas para la máxima presión de descarga permitida y la temperatura de bombeo. Las bridas de succión y descarga tendrán el mismo rating.

Las conexiones de Succión y Descarga deberán tener bridas según ANSI B-16.5.

Las conexiones de drenaje y venteo para carcasa y sellos deberán ser como mínimo, ½" NPT.

Todos los venteos y drenajes deberán tener válvula de bloqueo individual y estar ruteados mediante colectores, hasta los Tie-Ins (uno para cada servicio) a borde de skid.

Las conexiones bridadas que estén ubicadas a los lados de la carcasa deberán ser integrales a la misma.

### 6.2.2 Elementos Rotantes

Los rotores deben ser del tipo de doble tornillo, de doble extremo con engranajes de sincronización. Deberán tener cojinete separado y cámara de engranajes, para que no haya contacto entre los rotores y la carcasa.

Se prefieren los tornillos, que son integrales con el eje y totalmente mecanizados.

De preferencia, se aceptarán bombas de doble succión, conforme figura 7 del estándar API 676.

Los cojinetes y los engranajes de distribución deben lubricarse independientemente del fluido bombeado.

Los engranajes de sincronismo deben ser rectos o doblemente helicoidales.

### 6.2.3 Sellos Mecánicos

Los sellos mecánicos deben ser simples, de tipo balanceados.


Las placas de sellado y sus accesorios de montaje (manguito, etc.) deben fabricarse en acero inoxidable 316 austenítico.

El plan de lavado / sellado del sello debe ser recomendado por el vendedor y aprobado por el Comprador, teniendo en cuenta que el fluido de lavado será el mismo fluido bombeado.

Los sellos deberán tener identificadas claramente, las conexiones de fluido de lavado, venteo y drenaje.

Diseños de sellos integrados al cuerpo de la bomba no están permitidos.

Los sellos deben ser del tipo de cartucho.

	<p style="text-align: center;">GENERAL</p> <p style="text-align: center;">BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO</p> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001</p> <p>PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1</p> <p>Pag 9 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

Se deben proporcionar sellos mecánicos en ambos extremos de ambos ejes para sellar el fluido bombeado contra la atmósfera.

Las caras externas del sello deben tener sello auxiliar flotante de carbono (throttle bushing), y un sistema de detección de fugas de sellos.

#### 6.2.4 Lubricación y Cojinetes

Los rodamientos antifricción deben ser métricos y cumplir con las dimensiones recomendadas de ISO apropiadas. Los rodamientos antifricción tendrán una vida nominal mínima L-10 de 45,000 horas con operación continua en condiciones nominales, o 30,000 horas con cargas radiales y axiales máximas y velocidad nominal. Los rodamientos antifricción se seleccionarán de acuerdo con la ecuación ISO L10.

Solo se utilizarán rodamientos fabricados por un proveedor de renombre.

Los rodamientos deben lubricarse con aceite de hidrocarburo. El tipo de lubricación debe ser independiente para cada extremo de la bomba. Si no es posible la lubricación con aceite, se aceptan cojinetes lubricados con grasa previa autorización del Comprador.

Los rotores con dos rodamientos en cada eje son preferibles a los que tienen tres rodamientos.

No deberá requerirse agua de refrigeración para las cajas de cojinetes.

Se aplicarán sellos de labio con un área endurecida del eje para sellar los alojamientos de los rodamientos.

Se debe incluir un engrasador visible de nivel constante en cada caja de cojinetes.

El diseño debe asegurar una lubricación adecuada y continua de los cojinetes y engranajes.

#### 6.2.5 Materiales

Se requieren carcasas de acero. La fundición gris o nodular no está permitida para la carcasa u otras piezas que contengan presión.

### 6.3 ACCIONADORES

Las bombas de la estaciones cabecera #1, Andoas, Estación de repetición Morona y Lote 67, serán accionadas por Motores de combustión (diesel como base, con opción dual: Diesel / Petróleo Crudo). Sin embargo, estas bombas deben ser aptas para, en un futuro, ser accionadas por motor eléctrico y variador de frecuencia.

Las Bombas de las Estaciones #5, #6, #7, #8, #9 y Bayóvar serán accionadas por Motores Eléctricos.


#### 6.3.1 Motores Eléctricos Principales

Los motores eléctricos deben ser asíncronos (inducción), tipo Jaula de Ardilla, diseñados para operar con variador de frecuencia (VFD), según estándar NEMA, TEFC, con protección IPW 55, aptos para área clasificada eléctrica mencionada y la Hoja de datos.

Deberán ser aptos para aislación clase F para elevación de temperatura clase B (80 C).

El motor deberá tener una potencia nominal de al menos 15% por encima de la potencia requerida para cualquier condición de operación;



	<p style="text-align: center;">GENERAL</p> <p style="text-align: center;">BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO</p> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001</p> <p>PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1</p> <p>Pag 10 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

El motor incluirá todo el equipo e instrumentación necesarios para mantenerla en condiciones adecuadas para el arranque y la entrada en servicio inmediatos.

La construcción del motor debe ser B3 para las bombas de doble tornillo o B5 para motores de bombas de un solo tornillo.

La tensión de alimentación deberá ser:

- 3 x 480V / 60Hz para motores de potencia entre ¼ y 150HP,
- 3 x 4160 / 60Hz para motores de potencia > 150HP

En cada estación deberá haber dos bombas accionadas por variador de frecuencia (VFD) desconectables. Una será operativa y permitirá regular la presión del ducto y la otra será de reserva. Las demás bombas que se incluyan deberán contar con arrancador suave (Soft Start). Tanto el VFD como el arrancador quedan fuera del alcance del proveedor.

Los motores eléctricos deben ser adecuados para el arranque estrella-triángulo (se deben suministrar seis terminales para este sistema de arranque).

Deberán incluirse resistencias calefactoras en motores eléctricos (480 V, 60 Hz) cuya potencia sea igual o superior a 10 HP.

Los motores cuya potencia sea mayor a 50 HP deberán contar con Termistores RTD (3 por fase) del devanado.

Deberán suministrarse cajas de terminales separadas para alimentación eléctrica e instrumentación. Las cajas de terminales deben tener la misma protección mencionada para motores e instrumentación.

El Oferente suministrará con la oferta la curva de torque/velocidad del motor superpuesta a la curva de torque/ velocidad de la bomba según lo indicado en la requisición de materiales.


### **6.3.2 Motores principales de combustión interna (Diesel con opción a Dual Diesel/Crudo)**

El motor de combustión debe ser diseñado, construido y probado de acuerdo con la norma ISO 3046, esta especificación técnica y la hoja de datos.

Como diseño base, el motor deberá operar con combustible diesel #2. Se deberá estudiar durante la ingeniería básica, si es conveniente que operen con Crudo durante el período estacionario. En ese caso se deberán considerar potencias mayores para los motores debido a la pérdida de rendimiento y la necesidad de unidades de acondicionamiento de crudo. Éste último ítem deberá incluirse en el alcance del proveedor de las bombas. La unidad de acondicionamiento deberá ser suministrada completa y ensayada, lista para su instalación en obra para servicio de pre-comisionado / comisionado. Cada unidad acondicionadora deberá ser seleccionada para alimentar a una unidad de bombeo.

El motor de combustión debe ser de cuatro tiempos, turboalimentado con inyección electrónica, de encendido por compresión, con camisa enfriada por agua y colectores de escape y turbocompresor con camisa de agua.

El motor deberá ser seleccionado para cubrir todo el rango de caudal especificado en las hojas de datos de las bombas. De no poder lograrse a través de un acople directo o de un reductor de velocidad, se deberá incluir una transmisión de múltiple reducción de velocidades con embrague hidráulico; de preferencia la transmisión deberá estar montada y acoplada sobre la base metálica única de la unidad de bombeo.

	<p style="text-align: center;">GENERAL BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001 PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1 Pag 11 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

La potencia nominal en el sitio del motor (derrateada) no debe ser inferior al 110% de la demanda más alta requerida por la bomba, incluida la tolerancia de prueba en el punto nominal, teniendo en cuenta todas las pérdidas, es decir, la reducción de la temperatura, la pérdida de admisión de aire, la pérdida de escape, las bombas auxiliares, ventilador, etc.

El oferente deberá informar la potencia disponible para las condiciones ambientales y elevación del sitio correspondiente (derrateo).

El motor debe estar equipado con un dispositivo de barrido manual (flywheel cranking Barring), para facilitar el lento avance del motor para fines de mantenimiento o alineación.

El motor incluirá todo el equipo necesario (bombas, tuberías, calentadores eléctricos, etc.) para mantenerlo en condiciones adecuadas para el arranque y carga inmediatos.

El motor deberá contar con el sistema de admisión de aire completo con los filtros correspondientes.

El sistema de escape deberá incluir silenciador de acero inoxidable con aislación de protección personal y sombrero.

El arranque será eléctrico, debiéndose suministrar baterías selladas, libres de mantenimiento, de Ni-Cd y 24V.

Deberá incluir como mínimo, la siguiente instrumentación:

- Transmisor de Vibración
- RTD para Aceite,
- RTD para Refrigerante,
- Termocupla de Gases de Escape,
- Switch de bajo nivel de aceite,
- Switch de bajo nivel de refrigerante,
- Caudalímetro de Combustible,
- Válvula de Shutoff,
- Baja presión del combustible
- Falla de baterías, del cargador, del sistema de inyección

El motor contará con un completo sistema de refrigeración que incluirá camisas de refrigeración, camisas, válvulas de escape, aceite lubricante, aire de carga, turbocompresor, etc.


El sistema de refrigeración del motor debe ser un circuito cerrado e incluir una bomba de circulación accionada por el motor y al menos una bomba auxiliar accionada por un motor eléctrico.

El agua de refrigeración se enfriará en un conjunto de radiador con un ventilador, que será adecuado para el medio ambiente tropical y el núcleo se sumergirá en la soldadura para evitar la corrosión.

Las condiciones ambientales se indican en las Hojas de datos correspondientes.

Si los ventiladores son impulsados por un motor eléctrico, separados del motor, se les proporcionará un equipo de monitoreo de vibración para enviar una señal de alarma al panel de control local.

El sistema de enfriamiento debe contar con una válvula termostática para alcanzar rápidamente la mejor temperatura de funcionamiento del motor.

	<p style="text-align: center;">GENERAL BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001 PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1 Pag 12 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

### **6.3.2.1 Control de velocidad**

El regulador de velocidad del motor deberá ser de tipo electrónico.

El Panel de Control Local recibirá una señal proveniente del sistema SCADA que actuará sobre el regulador de velocidad ajustando la rotación del motor para obtener el caudal de bombeo requerido.

El gobernador deberá estar equipado con un control de exceso de velocidad para detener el motor en caso de un incremento del 10% sobre la velocidad nominal máxima. El suministro de combustible y aire se detendrá en este caso. El control de exceso de velocidad debe tener un reinicio manual.

La velocidad de la bomba debe variar desde la capacidad nominal máxima hasta el mínimo permitido para cumplir con los requisitos operativos que demande el sistema, con una, dos o incluso la cantidad de bombas instaladas (sin la unidad de reserva)

La velocidad mínima será la que corresponda al flujo mínimo de la bomba indicado en la Hoja de datos de la bomba. El vendedor deberá indicar en su propuesta cuál es la velocidad mínima a la cual la unidad puede operar mientras mantiene la presión de succión y descarga de la bomba.

### **6.3.3 Motores Auxiliares Eléctricos**

Los motores auxiliares, en caso de haberlos, deberán cumplir con las mismas especificaciones de los motores principales eléctricos detalladas en el párrafo 6.3.1, con las siguientes características particulares:

- Podrán tener arranque directo (DOL). El arrancador queda fuera del alcance del proveedor, será suministrado por el Comprador.
- En caso de potencias < ¼ HP, la tensión de alimentación será 1 X 120V / 60Hz,

## **6.4 REDUCTOR DE VELOCIDAD/ TRANSMISIÓN DE MÚLTIPLE REDUCCIÓN DE VELOCIDADES CON EMBRAGUE HIDRÁULICO**

Si el rango operativo del motor con un reductor no permitiese cubrir todos los puntos operativos de la bomba requeridos, será necesario incluir una transmisión con múltiples relaciones provista de un embrague hidráulico. El cambio de relación de transmisión deberá ser accionada por el sistema de control de la bomba en función de las rpm requeridas según el caudal demandado. No se acepta transmisión que permita la inversión de giro.


## **6.5 SISTEMA DE CONTROL**

El proveedor proporcionará un panel de control local, basado en PLC, que contendrá toda la lógica para monitorear el estado de la unidad, además de proporcionar las alarmas y los apagados según lo programado.

El requisito de inicio de la unidad, así como la velocidad de la unidad (como una función del flujo) se enviará desde el Panel de Control de la Estación al Panel de Control Local para continuar con la operación.

Este panel se vinculará al Panel de Control de la Estación, que controla el funcionamiento de la Estación de bombeo.

El panel permitirá tres formas diferentes de operación:

	<p style="text-align: center;">GENERAL</p> <p style="text-align: center;">BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO</p> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001</p> <p>PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1</p> <p>Pag 13 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

- Manual-local: la unidad se maneja manualmente desde el panel de control local paso a paso; la lógica no realiza ninguna operación automática, pero las alarmas y el apagado funcionan de manera normal.
- Local-Automático: la lógica de trabajo es operativa, pero se controla desde el Panel de control local; Las alarmas y paradas están en funcionamiento normal.
- Automático remoto: igual que la operación Local-Automático, pero controlado desde el panel de control de la estación.

La arquitectura del sistema de control de cada unidad de bombeo está descrita en el ítem 6.5.1.


El control de capacidad del transporte de crudo será por medio de un sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) que estará centralizado remotamente de las estaciones de bombeo.

El sistema de control de cada estación (PLC Station), recibirá señales provenientes del sistema SCADA, ajustando el caudal a bombear a través de la comunicación con el Panel de Control de cada unidad de bombeo y Tablero de media tensión (conforme caso).

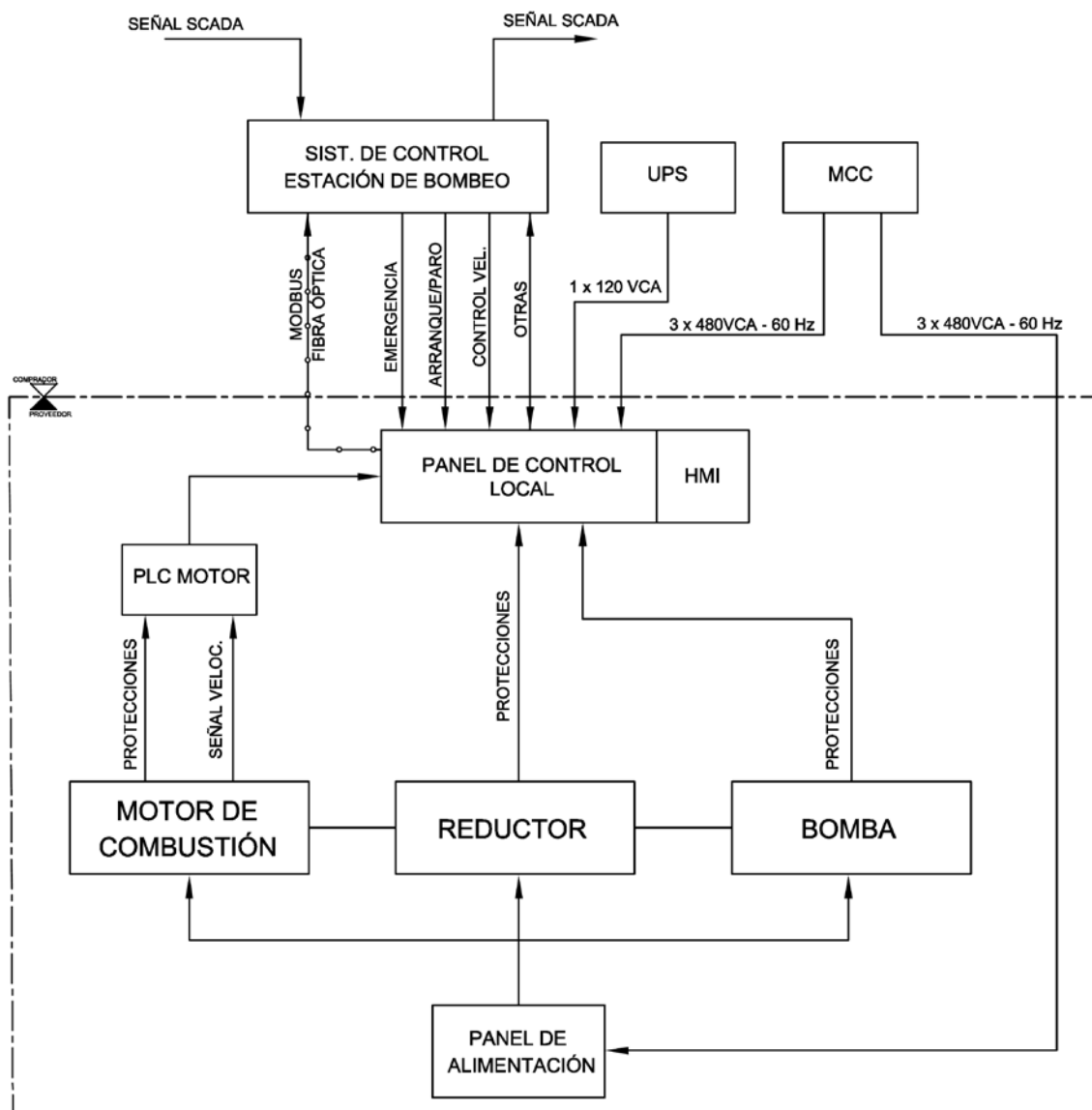
Las protecciones intrínsecas de cada unidad de bombeo las comandará el Panel de Control de cada unidad de bombeo con su programador lógico programable, el cual será autónomo, debiendo estar conectado con el panel de control de la estación.

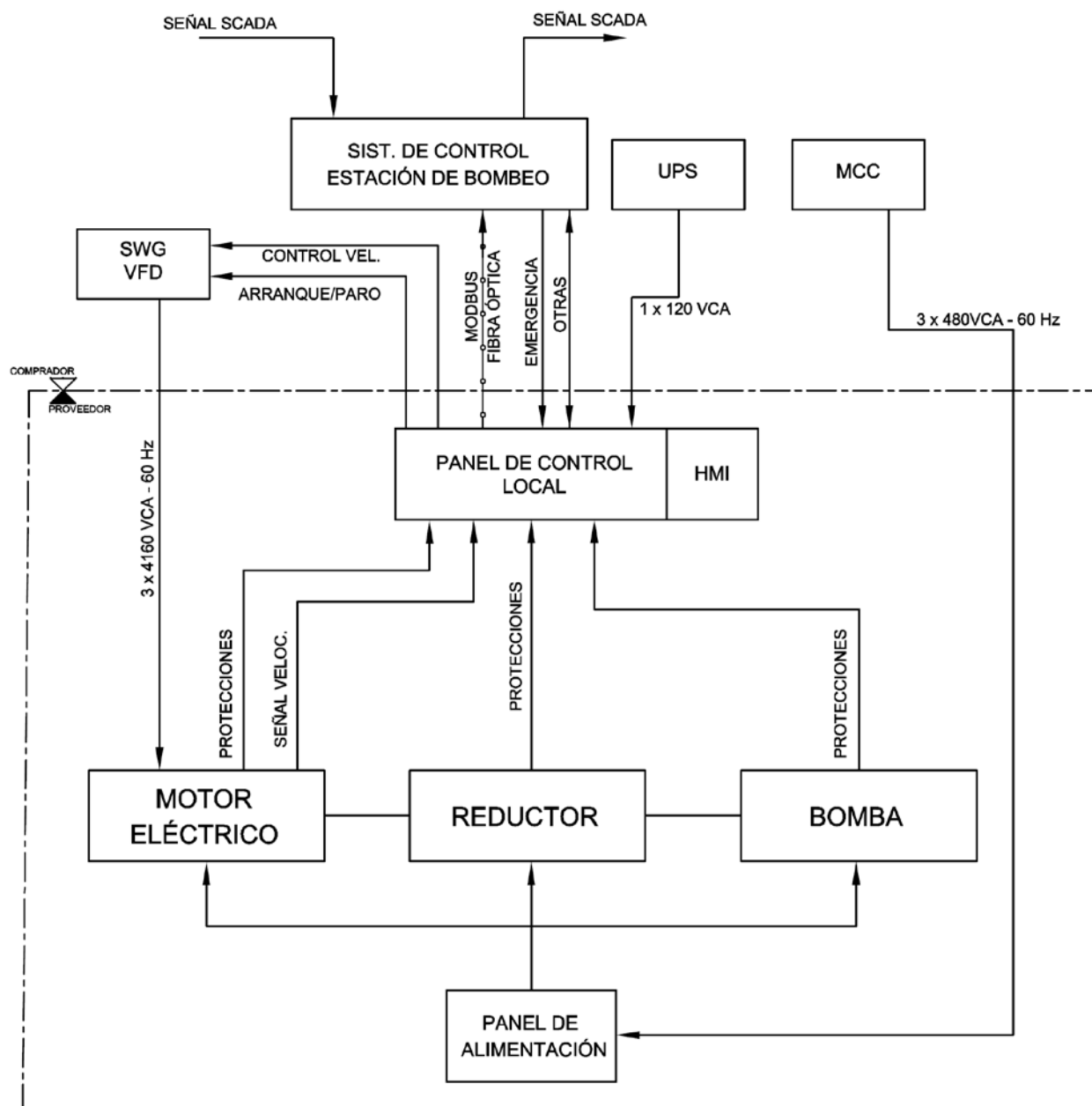
Todos los estados de operación / funcionamiento de la unidad de bombeo, serán replicados en el Sistema de Control de la Estación a través de fibra óptica utilizando protocolo Modbus.

La unidad incluirá una estación local de operación HMI (Human Machine Interface).

	<p>GENERAL</p> <p>BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO</p> <p>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°:</p> <p>3993-TARG-M-SP-000-001</p> <p>PETROPERU N°:</p> <p>OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1</p> <p>Pag</p> <p>14 of 19</p>
OLEODUCTO NORPERUANO			

### 6.5.1 Arquitectura del sistema de control.





## 6.6 ACCESORIOS


### 6.6.1 Acoplamiento y Protección

El Proveedor de las bombas debe suministrar e instalar los acoplamientos y las protecciones.

Los acoplamientos deben ser de tipo pack de discos no lubricado con espaciador de longitud suficiente para permitir una desalineación en paralelo de 0,59 mm, la desalineación de arranque en frío, la extracción de los cubos de acoplamiento o la extracción del sello mecánico.

La protección de acoplamiento deben ser removible, de material anti-chispas y debe cubrir todas las piezas giratorias hasta una distancia de 10 mm desde cualquier estructura estática.



	<p style="text-align: center;">GENERAL BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001 PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1 Pag 16 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

En caso de haber reductor, el tipo de acoplamiento será el mismo en ambos ejes. El tamaño será el adecuado para cada lado.

#### 6.6.2 Skid (o Placa Base)

El diseño del skid (o placa de base) deberá considerar las limitaciones de tamaño y peso para transporte indicadas en la Requisición de Materiales.

El skid deberá permitir el transporte y el montaje de todo el equipo (bomba, reductor/transmisor, motor y panel de control) como una unidad completa.

Todos los componentes deberán estar asegurados mediante bulones al skid.

El skid deberá contar con orejas de izaje correctamente ubicadas para el izaje desde un único punto. Si una percha de izaje es requerida, deberá ser suministrada por el proveedor.

Toda la cañería y el cableado deben ser ruteados hasta borde de skid, con sus correspondientes bridas o cajas de conexiones (según corresponda). La conexión del motor se realiza directamente a su caja de terminales.

El skid deberá estar cubierto por una placa lisa.

Todas las superficies horizontales deberán estar cubiertas con pintura antideslizante.

El skid deberán contar con platea de drenaje (Drip Pan) que contenga los drenajes de la bomba, el acople y el redactor (en caso de haberlo). La platea deberá tener pendiente y una conexión de drenaje bridada de 2" y válvula de bloqueo a borde de skid.

Se deberá montar el motor en el skid y realizarse una verificación de alineación inicial en las instalaciones del proveedor antes de su despacho.

Las conexiones de las utilidades, venteos, drenajes, instrumentos, etc. deben ubicarse en el skid de la bomba de tal manera que faciliten la desconexión y/o el desmontaje para el mantenimiento.

El skid debe tener una rigidez inherente adecuada sin necesidad de grouting.

Se deben prever bulones de anclaje adecuados para la base de hormigón, a realizar por otros. El Proveedor debe recomendar el tamaño, el tipo y la ubicación de los bulones que debe proporcionar el CONTRATISTA. Se deben proporcionar pads para facilitar el montaje del equipo en la base sobre los pernos.


El skid deberá contar con al menos dos orejas de puesta a tierra soldadas, ubicadas en esquinas diagonalmente opuestas. Deberá tener agujeros roscados con tornillos y arandelas ensamblados.

#### 6.6.3 Instrumentación

El proveedor deberá suministrar todo instrumento necesario para el funcionamiento confiable de la unidad. Cada instrumento deberá estar identificado con placas de acero inoxidable.

#### 6.6.4 Cañerías y Accesorios

Todas las cañerías y accesorios para el ruteo de todas las conexiones a borde de skid deberán ser de acuerdo al estándar ANSI B 36.1 y a la Clase de Cañerías 3993-TARG-P-SP-000-001.

	<p style="text-align: center;">GENERAL BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001 PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1 Pag 17 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

## 6.7 PREPARACIÓN DE SUPERFICIE, PINTURA Y RECUBRIMIENTOS PROTECTORES

El fabricante deberá presentar para aprobación un procedimiento detallado de preparación de superficie y pintura.

El procedimiento de recubrimiento completo deberá tener en cuenta las condiciones ambientales existentes en la ubicación donde se instalarán las unidades.

Los mínimos requisitos de los esquemas de pintura serán definidos durante la Ingeniería Básica.

El Proveedor no estará habilitado a aplicar ningún esquema de pintura sin la previa aprobación del Contratista.

## 6.8 NIVEL DE RUIDO

La unidad completa (bomba, reductor, si aplica, y motor) se diseñará para producir un nivel de ruido no superior a 85 dbA a un metro de distancia desde cualquier punto de la superficie del equipo, para cualquier condición operativa.


## 7 DOCUMENTACIÓN

El proveedor deberá suministrar la documentación especificada en la Requisición de Materiales.

Como mínimo deberá incluir la siguiente información:

- Lista de instalaciones de equipos similares según lo propuesto, indicando las personas con las cuales contactar para obtener referencias una lista de las utilidades requeridas, indicando el total instalado, el factor de utilización y los requisitos reales. La lista debe detallar por separado los requisitos para cada tipo de corriente, voltaje, presión, etc,
- Un plano de disposición general (preliminar) que indique las dimensiones principales, el peso de la unidad completa, los componentes principales y el peso del componente más pesado para mantenimiento,
- Además de las curvas de rendimiento de la bomba, una curva que muestre el par disponible frente a la velocidad del motor eléctrico (de 0 a la velocidad nominal). En el mismo gráfico se incluirán las curvas de par de la bomba considerando que la presión diferencial de la bomba será la presión nominal. Las curvas deben mostrarse para la viscosidad nominal y máxima del petróleo crudo, tal como se indica en la Hoja de datos de la bomba. Estos deberán ser valores garantizados para asegurar un arranque correcto de la unidad completa en cualquier condición,
- Programa preliminar de fabricación y montaje. Se dividirá en dos partes: la primera parte desde la fecha de inicio hasta la entrega en F.O.B. condición, incluyendo un plan detallado de ingeniería, compras, fabricación y prueba; la segunda parte comprenderá desde la llegada hasta el sitio hasta la aprobación final de la prueba, incluida la instalación, el precomisionado, la puesta en marcha, la puesta en marcha y las pruebas,
- Programa de mantenimiento detallando las actividades de mantenimiento requeridas que se realizarán a intervalos de tiempo definidos,
- Lista con los primeros fluidos de llenado para la puesta en marcha de las unidades,
- Plan de Inspección y Pruebas, con todas las actividades de inspección / prueba previstas por el Proveedor y los proveedores secundarios,

El proveedor debe indicar si hay algún representante en Perú que almacene repuestos para el equipo suministrado y que pueda proporcionar asistencia técnica inmediata si es necesario,

	<p style="text-align: center;">GENERAL</p> <p style="text-align: center;">BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO</p> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001</p> <p>PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1</p> <p>Pag 18 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

Al final del proyecto, el proveedor deberá suministrar los planos y documentos "conforme a obra" que incorporen todos los cambios que puedan producirse después de la aprobación de la documentación de ingeniería.

## 8 INSPECCIÓN Y ENSAYOS

El Proveedor será responsable de las pruebas de todos los componentes (fabricados por él o por sus Sub-Proveedores).

El Comprador no tendrá restricciones para observar las pruebas o para inspeccionar los componentes durante la fabricación. Antes de que se emita la Orden de compra, estas actividades serán coordinadas entre el Proveedor y el Comprador.

### 8.1 ENSAYOS EN DEPENDENCIAS DEL FABRICANTE

Las bombas deben ensayarse de acuerdo con los requisitos de las Hojas de Datos, incluida la prueba de performance y la prueba NPSH de acuerdo al estándar API 676. El ensayo debe ser presenciado por el cliente o su representante.

Para el ensayo de performance, la bomba se conectará a un circuito cerrado utilizando petróleo crudo, aceite lubricante o agua como fluido de bombeo. Si se usa aceite, la viscosidad del fluido de prueba debe ser lo más cercana posible a la viscosidad indicada en la Hoja de datos. El proveedor deberá informar para aprobación, los factores de corrección según el fluido utilizado. Se proveerá enfriamiento para mantener constante la viscosidad.

Los parámetros operativos completos de la bomba y el motor se medirán durante esta prueba.

El Accionador deberá ser ensayado y calibrado conforme procedimiento estándar del fabricante, en sus dependencias. Se deberán entregar los certificados correspondientes.

El reductor/transmisión de velocidad deberá ser ensayado en dependencias del fabricante, conforme el procedimiento estándar del fabricante basado en el estándar API-613.

Se deberá realizar una prueba de aceptación (FAT) de cada unidad completa (bomba, reductor/transmisión, motor, auxiliares, etc) para verificar el comportamiento mecánico, utilizando petróleo crudo, aceite lubricante o agua para el circuito cerrado de la bomba. El tiempo de funcionamiento deberá acordarse entre las partes.


El ensayo FAT deberá ser presenciado en las dependencias del vendedor. El vendedor deberá describir el procedimiento, indicando la disponibilidad de las utilidades necesarias.

El procedimiento del ensayo deberá ser aprobado por el Cliente o su representante.

El vendedor deberá realizar análisis de vibración lateral y torsional; las velocidades críticas deben estar separadas al menos en un 20% de cualquier velocidad de operación de mínimo a máximo.

### 8.2 ENSAYOS DURANTE LA FABRICACIÓN

La aprobación del Comprador no perjudicará el derecho del Comprador a rechazar el equipo si no se desempeña satisfactoriamente en servicio, como fuera demostrado durante el comisionado, y los ensayos de garantía.

	<p style="text-align: center;">GENERAL</p> <p style="text-align: center;">BOMBAS PRINCIPALES DE TRANSFERENCIA DE PETRÓLEO</p> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p>	<p>TECHINT N°: 3993-TARG-M-SP-000-001</p> <p>PETROPERU N°: OLE-M-100E-001</p>	<p>Rev. 1</p> <p>Pag 19 of 19</p>
<b>OLEODUCTO NORPERUANO</b>			

El Proveedor deberá enviar al Comprador al menos el programa de fabricación de cada componente, indicando las fechas de inicio y finalización de la fabricación dentro del período global establecido en el Programa de trabajo general después de la recepción la Orden de Compra.

Antes de la fabricación, el Proveedor deberá presentar una cronograma de ensayos e inspecciones que describa la inspección y/o las pruebas que se realizarán. El Comprador o su representante tendrán el derecho de visitar las instalaciones de fabricación para cualquier inspección en proceso y/o inspección de taller final y pruebas atestiguadas.

El Comprador devolverá una copia de este programa de inspección propuesto en las que se indicarán las etapas de inspección para las cuales se requiere notificación. La notificación de la prueba se realizará por la vía acordada y se enviará al Comprador al menos 1 mes antes de la prueba prevista.

El fabricante, proveedor o agencia independiente, según corresponda, deberá certificar el resultado de todos los ensayos.

En los procedimientos, se deberá informar:

- Detalles de las instalaciones y el equipamiento utilizado en los ensayos,
- Normas y Estándares,
- Metodología utilizada cuando no corresponda estrictamente al estándar,
- Tolerancias del método,
- Sistema de Unidades de Medición,

El Proveedor deberá entregar al Comprador una copia de los procedimientos de ensayo correspondientes y los informes resultantes, antes de despachar los equipos.

El Comprador o quien éste designe se reserva el derecho a tener acceso o requerir una copia de los procedimientos, informes y registros de Ensayos No Destructivos, Tratamientos y control de calidad dimensional de cada materia prima o pieza terminada o semiacabada cuando se considere una Necesidad debido a los requisitos de inspección. El Proveedor deberá conservar la documentación durante el tiempo de vida útil de la instalación.


---

FIN DEL DOCUMENTO

**SIMULACIONES HIDRÁULICAS POR ACTUALIZAR**

0	EMISIÓN PARA DISEÑO	19/12/18		COG	COG	FON
C	EMISIÓN PARA APROBACIÓN	14/11/18		COG	COG	FON
B	EMISIÓN PARA APROBACIÓN	22/10/18		COG	COG	FON
A	EMISIÓN PARA INFORMACIÓN	01/10/18		COG	COG	FON
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	EJEC.	REV.	APROB.
<p align="center"><b>PETROPERÚ</b> <b>PUESTA EN VALOR ONP</b></p>						
		<p align="center">TECHINT INGENIERÍA y CONSTRUCCIÓN</p>				
		<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p> <p align="center"><b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b></p>				
<p>PETROPERÚ-TECHINT SE RESERVAN LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACION ESCRITA.</p>			<p align="center"><b>3993-TARG-R-CA-000-001</b></p>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>ESC.: S/E</div> <div>JOB:</div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0</div> </div> <div>REVISIÓN</div> </div> </div>	



	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-001 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.2 de 12
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

## 1. INTRODUCCIÓN

La etapa de modernización incluye las modificaciones necesarias para el pleno cumplimiento de la legislación vigente, las reparaciones requeridas para restablecer la máxima presión operativa del ducto original y las reformas que permitan asegurar el transporte de los caudales firmes previstos para el período 2020-2039.

## 2. OBJETIVO

El presente estudio analiza la capacidad de transporte del oleoducto actual, una vez restituido a la máxima presión operativa del diseño original y propone las reformas para garantizar el transporte de los caudales firmes estimados para el período 2020-2039.

## 3. BASES DE DISEÑO

### 3.1. Características del crudo

Para el crudo a inyectar en Andoas se considera como condición de diseño una densidad de 18,2°API, con una viscosidad de 700 cSt a 25°C para las áreas 67, 192 y para los otros lotes de su zona de influencia, incluyendo el lote 86 (SOE).

Para el crudo de Geopark a inyectar en Morona, 32,9°API y 9,31 cSt a 25°C.

Para el crudo a inyectar en el Tramo I, se adopta una densidad de 23,3°API y una viscosidad a 25°C entre 400 y 1000 cSt, con un máximo excepcional de 1200 cSt, salvo para el corte proveniente del área 67 (18,2 °API y 700 cSt).

### 3.2. Caudal operativo

Para el Ramal Norte(ORN) se considera una capacidad de transporte mínima requerida desde Andoas de 44 MBPD proveniente de las áreas 67 (Perenco: 30 MBPD) y 192 (Frontera: 14 MBPD), más 10 MBPD del área 64 (Geopark) a inyectarse en Morona. La previsión de caudal del lote 67 incluye alrededor de 15% de nafta como diluyente, pero se adopta como crudo pesado para tener un margen de seguridad en el cálculo de diluyente requerido.

El aporte del área 67 no puede realizarse por barcazas y requiere dos nuevos ductos entre Andoas y el área 67: uno para llevar diluyente (en principio, el crudo liviano de Geopark) y otro para descargar la mezcla.

Para el Tramo I se espera una necesidad de transporte promedio de 5 MBPD, y se verifica el máximo caudal transportable por “batches” para las distintas viscosidades posibles.


El Tramo II debería transportar un promedio mínimo de 59 MBPD.

Se incluye la alternativa de recibir 30 MBPD adicionales del área 86 (SOE) a inyectar desde Andoas.

### 3.3. Perfil del oleoducto

Para el ORN se utiliza la información de progresivas y elevaciones recogida por BJ mediante el pasaje de scrapers en 2000, junto con la información disponible de material (API 5L X52) y espesores.

Para el Tramo I, la información actualizada del estudio de “Instalación de motobomba tipo tornillo en Estación N° 1” realizado por Petroperú y la información del pasaje de scrapers disponible para el Tramo II.

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-001  <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.3 de 12
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

## 4. CÁLCULO ESTACIONARIO

Se aplica la fórmula de Bernoulli para estimar la variación de presión a lo largo del ducto debida a la fricción y a los cambios de nivel. El factor de fricción se estima mediante Hagen-Poiseuille ( $f = 64/Re$ ) dado que se opera en régimen laminar.

En ORN, dado que el tendido es aéreo en prácticamente toda su longitud, el crudo alcanza rápidamente la temperatura del ambiente, aunque se inyecte a una temperatura superior. Se estima para el cálculo una temperatura de 25°C y se analiza el cuello de botella para la temperatura mínima esperada de 21°C.

### 4.1. Interconexión con Área 67

- Envío de diluyente

Para convertir 30 MBPD de crudo Piraña a 700 cSt se estima necesario el agregado de 10 MBPD de Geopark más 2,6 MBPD de nafta de 0,83 cSt @25°C y sp. gr. 0,7468 (llevada en barcas hasta Morona; también existe la posibilidad de hacer llegar nafta a la estación E5 y bombearla hasta Morona por el ducto existente de 16"). La mezcla de 10 MBPD de Geopark más 2,6 MBPD de nafta se envía a Andoas por el ducto existente de 16" y desde Andoas al área 67 por un ducto nuevo de 12" y 172,3 km.

	Vol	sp.gr.	t1 °C	nu1 cSt	t2 °C	nu2 cSt
Geopark	10	0,8607	25,00	9,31	40,00	6,17
Nafta	2,6	0,7468	25,00	0,83	40,00	0,71
20,6%N+79,4%G	12,6	0,8372	21,02	5,30	46,67	3,00

	Vol	sp.gr.	t1 °C	nu1 cSt	t2 °C	nu2 cSt
Piraña	30	0,9705	25,00	19856	37,78	6701
20,6%N+79,4%G	12,6	0,8372	21,02	5,3	46,67	3
70,4%P+23,5%G+6,1%N	42,6	0,9311	25,00	685,20	29,94	500,00


TRAMO	OD	VISC,	CAUDAL	p 1	p 2
-	in	cSt	MBPD	kgf/cm2	kgf/cm2
Morona-Andoas	16	5,4	12,6	20	13,4
Andoas-67	12	5,4	12,6	13,4	2,7

BOMBAS PRINCIPALES (CENTRÍFUGAS)												
Nombre	visc. a 25°C	nivel	n° oper.	n° res.	Q @ ref	p succ.	p desc.	p dif.	H	efic.	P hidr.	P eje
-	cSt	m s.n.m.	-	-	bpd	kgf/cm2	kgf/cm2	kgf/cm2	m	-	kW	kW
Nafta	0,83	163	1	1	2600	0,0	20,5	20,5	278	0,48	9,6	20
Geopark	9,3	163	1	1	10000	0,0	20,5	20,5	240	0,61	37	61
Notas:	caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas)											
	eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)											

Se considera que las bombas en el pontón de recepción de barcas pueden descargar simultáneamente la nafta y el corte de Geopark hasta el lote 67 según las tablas anteriores, o bien se pueden usar tanques y bombas intermedias.

- Descarga de la mezcla de 700 cSt

Los 42,6 MBPD de mezcla se descargan en Andoas a través de un ducto de 172,3 km con 22" OD, 0,250" WT, API 5L X70, enterrado, y temperatura de diseño de 50°C.

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-001 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.4 de 12
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

Progresivas km		D ext. in	Espesor in	SMYS psi	Long. km	Masa t	Volumen m3
0,000	172,300	22	0,250	70300	172,3	14891	40357

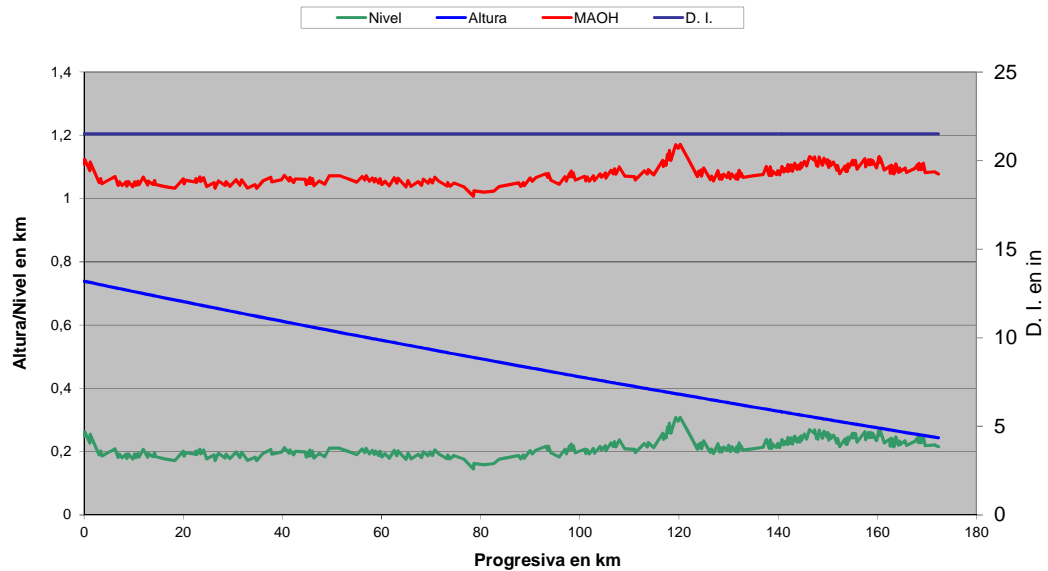
TRAMO	OD in	VISC, cSt	CAUDAL MBPD	p 1 kgf/cm2	p 2 kgf/cm2
67-Andoas	22	700	42,6	45	2,6


Con bombas de tornillo, succionando de un tanque más elevado:

BOMBAS PRINCIPALES													
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW	
Lote 67	700,0	260	2	1	42600	0,5	45,3	44,8	478	0,66	347	528	
Notas:	caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas)												
	eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)												

El diseño de las dos interconexiones entre Área 67 y Andoas permite cubrir los caudales medios (ver memoria 3993-TARG-R-CA-000-101).

**ORN - 700 cSt @ 25°C - Perenco 22" - 42,6 MBPD**



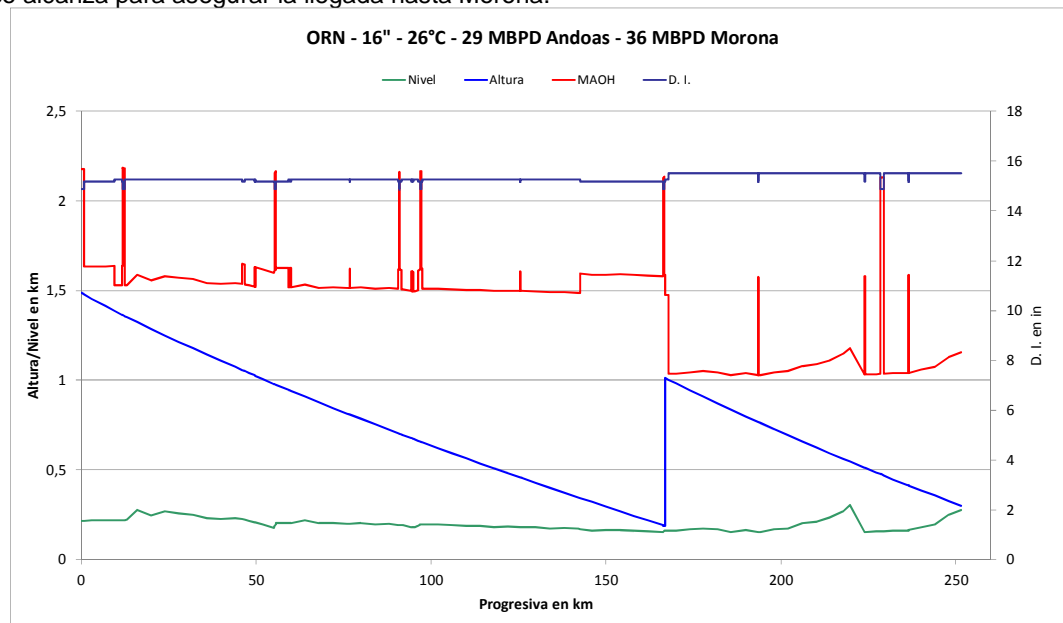
	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-001 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.5 de 12
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

#### 4.2. Ramal Norte

Para crudo de 700 cSt @ 25°C, descargando a 120 kg/cm<sup>2</sup> en Andoas y a 80 kgf/cm<sup>2</sup> en Morona, con una presión de llegada entre 2 y 3 kgf/cm<sup>2</sup>, se estiman los siguientes caudales máximos a través del caño existente de 16" en función de la temperatura ambiente, que durante la noche varía normalmente entre 21 y 26°C y durante el día alcanza hasta un máximo de 34°C:

TRAMO	TEMPERATURA	CAUDAL
-	°C	MBPD
Andoas-Morona	21	19,3
Andoas-Morona	26	29
Andoas-Morona	34	52,5
Morona-E5	21	23,9
Morona-E5	26	36
Morona-E5	34	66


Se observa que no es posible garantizar el caudal firme de 44 MBPD que se espera inyectar en Andoas. Con una estación intermedia, el caudal se incrementaría aproximadamente en 41%, de donde resulta que tampoco alcanza para asegurar la llegada hasta Morona.



Una solución posible sería instalar hornos en Andoas y Morona y proveer aislación térmica al tramo entre Andoas y E5. La aislación de tramos aéreos queda expuesta a vandalismo, de modo que sería necesario enterrar la cañería para asegurar la aislación provista por una tapada de 0,8 m.

Otra solución es un caño nuevo de 22" OD, 0,281" WT, API 5L X70 (p diseño = 90,9 kgf/cm<sup>2</sup>) enterrado entre Andoas y Morona y otro caño nuevo de 20" OD, 0,250" WT, API 5L X70 (p diseño = 88,96 kgf/cm<sup>2</sup>) enterrado entre Morona y E5:

Progresivas km		D ext. in	Espesor in	SMYS psi	Long. km	Masa t	Volumen m3
0,000	166,886	22	0,281	70300	166,8855	16188	38864
166,886	251,577	20	0,250	70300	84,6913	6646	16318
				Total:	251,5768	22834	55182

 <b>TECHINT</b> Ingeniería y Construcción	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-001 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.6 de 12
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

Esta alternativa permite transportar un caudal máximo de 84 MBPD sin necesidad de calentamiento (la temperatura del suelo se estima en 25°C), o sea que deja un margen de 27,4 MBPD para absorber adicionales provenientes del SOE o de productores locales.

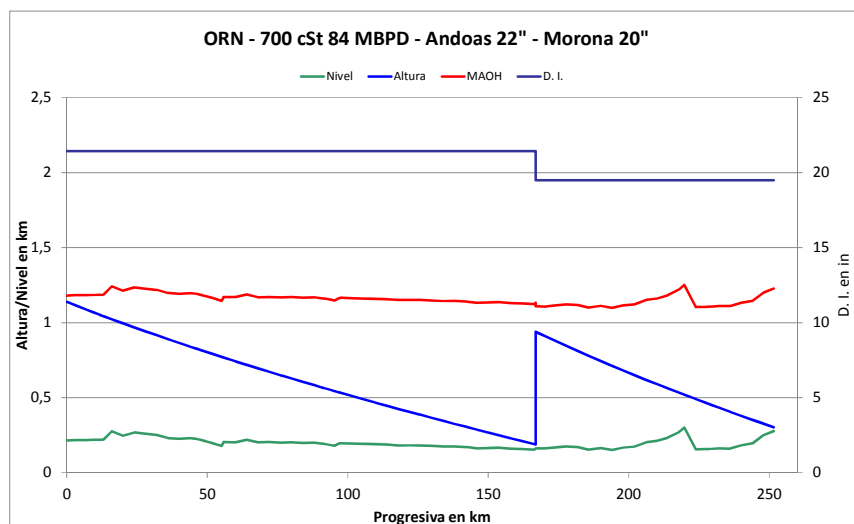
TRAMO	OD	VISC,	CAUDAL	p 1	p 2
-	in	cSt	MBPD	kgf/cm2	kgf/cm2
Andoas-Morona	22	700	84	87	2,3
Morona-E5	20	700	84	73	2,4

BOMBAS PRINCIPALES												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
Andoas	700,0	215	3	1	84000	1,5	85,6	84,1	915	0,78	1754	2237
Morona	700,0	163	3	1	84000	1,8	71,9	70,0	762	0,76	1461	1930
Notas:	caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas)											
	eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)											

Las motobombas de tornillo existentes pueden utilizarse como reserva y adquirir bombas nuevas a medida que aumenta el caudal.


Se necesitan bombas centrífugas reforzadoras para evitar cavitación por la presencia de nafta.

BOMBAS REFORZADORAS (CENTRÍFUGAS)												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
Andoas	700,0	215	3	1	84000	-0,2	2,0	2,2	24	0,342	46	134



Aunque esta alternativa cubre las previsiones del escenario realista, se genera un cuello de botella para los caudales del escenario medio, según se detalla en 3993-TARG-R-CA-000-101.

Se analiza, en consecuencia, la alternativa de instalar caño de 24" desde Andoas hasta E5.

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-001 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.7 de 12
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

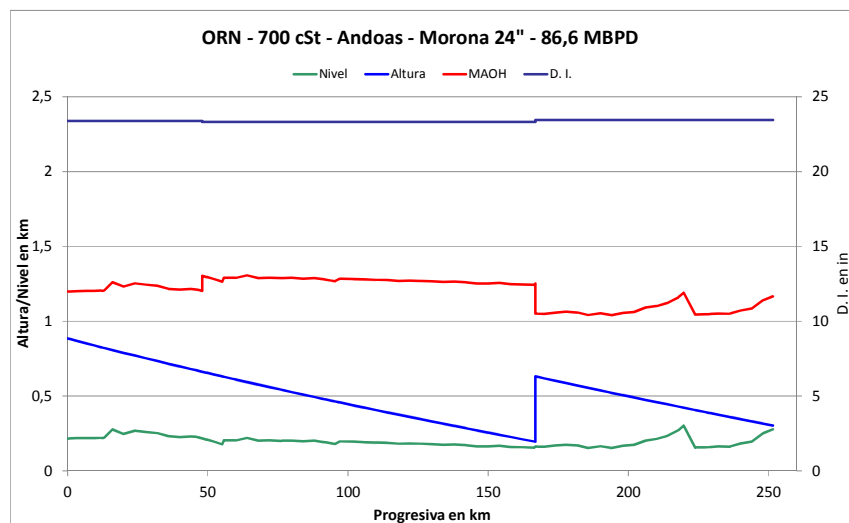
Progresivas		D ext.	Espesor	SMYS	Long.	Masa	Volumen
km		in	in	psi	km	t	m3
0,000	48,009	24	0,312	70300	48,009	5639	13293
48,009	166,886	24	0,344	70300	118,876	15375	32735
166,886	251,577	24	0,281	70300	84,691	8972	23574
				Total:	251,577	29986	69602

Al caudal del escenario realista (30+14+10+2,6=56,6 MBPD) se le podrían sumar los 30 MBPD del SOE, resultando las variables operativas siguientes:

TRAMO	OD	VISC,	CAUDAL	p 1	p 2
-	in	cSt	MBPD	kgf/cm2	kgf/cm2
Andoas-Morona	24	700	86,6	63	3
Morona-E5	24	700	86,6	44	2,4

BOMBAS PRINCIPALES												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andoas	700	215	3	1	86600	1,50	63,30	61,80	658,9	0,74	972	1314
Morona	700	163	3	1	86600	2,49	44,30	41,81	445,8	0,66	658	1004
Notas:	caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas)											
	eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)											

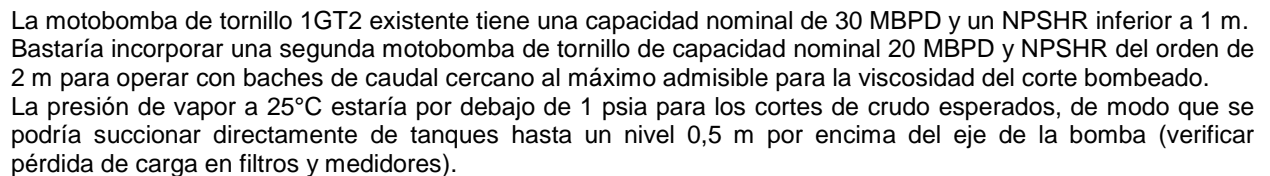
BOMBAS REFORZADORAS (CENTRÍFUGAS)												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andoas	700	215	3	1	86600	-0,2	2,0	2,2	23	0,346	35	100






Una vez restablecida la presión de diseño original de 54,8 kgf/cm<sup>2</sup>, la capacidad del ducto descargando a 54 kgf/cm<sup>2</sup> con presión de llegada entre 2 y 3 kgf/cm<sup>2</sup> es función de la viscosidad de la mezcla. Suponiendo una temperatura de la pared externa de 25°C resultan las máximas capacidades siguientes:

Dado que el caudal esperado es del orden de 5 MBPD, queda amplio margen para incrementos adicionales.

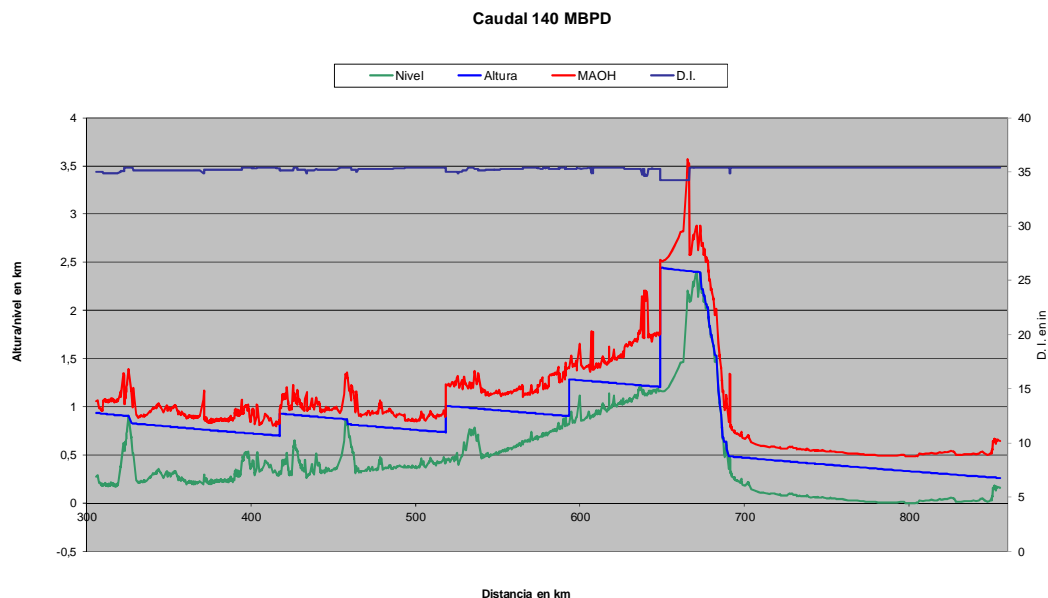


BOMBAS PRINCIPALES												
Nombre	viscos. cSt	nivel m s.n.m.	nº oper. -	nº res. -	Q @ bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
EB1	400	122	1	1	20000	-0,1	32,3	32,4	357	0,70	118	168
	700		1	1	20000	-0,1	46,3	46,4	495	0,66	169	257
	1000		1	1	18200	-0,1	54,3	54,4	600	0,75	180	239
	1200		1	1	14800	-0,1	54,5	54,6	602	0,70	147	209
Nota:	eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)											

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-001 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.9 de 12
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

#### 4.4. Tramo II

El Tramo II, reparado para restablecer las presiones de diseño originales, verifica una capacidad de transporte de 140 MBPD para crudo de 700 cSt a 25°C, de modo que deja un amplio margen de seguridad para los caudales esperados en la etapa de caudales realistas (incluso con el aporte del SOE), siendo necesario simplemente proveer las bombas adecuadas.



La presión de descarga en E5 está definida para cada caudal y viscosidad por el punto alto a 905,9 m s.n.m. situado a 19,49 km de la estación, aguas abajo del cual se deja que el crudo vaporice.


Hay que verificar que la presión en el punto bajo al final del primer tramo de 0,5" de espesor (a 3,69 km de la estación y 179,6 m s.n.m. no supere la presión de diseño de 73,1 kgf/cm<sup>2</sup>.

Por ejemplo, para un caudal máximo de 140 MBPD con crudo de 700 cSt, descargando a 61,8 kgf/cm<sup>2</sup> se tiene una presión de 70,5 kgf/cm<sup>2</sup> en el punto bajo y presión atmosférica en el punto alto. Para 1200 cSt, resultarían 72,25 kgf/cm<sup>2</sup> en el punto bajo, o sea muy cerca del límite admisible.

El Tramo E5-E6 no fue diseñado para mantener el crudo sin vaporizar aguas abajo del punto alto. Basta, sin embargo, con dejar un margen suficiente entre la altura piezométrica operativa y la MAOH (como muestra la figura) para cubrir los transitorios en caso de bloqueo. Las bombas de tornillo en E6 deberían poder operar manteniendo una presión de succión del orden de 38 kgf/cm<sup>2</sup> (con una presión de diseño de 50 kgf/cm<sup>2</sup> en la succión) para minimizar el consumo de potencia de bombeo.

Las mismas consideraciones valen para el Tramo E6-E7. Con 52,3 kgf/cm<sup>2</sup> en la descarga, se pasa el punto alto a 871,4 m s.n.m. con vaporización aguas abajo. En la llegada a E7, las bombas de tornillo controlarían una presión en el orden de 27 kgf/cm<sup>2</sup> (con una presión de diseño de 40 kgf/cm<sup>2</sup> en la succión).

El Tramo E7-E8 opera por encima de la presión de vapor, con la presión de llegada a E8 controlada por las bombas de tornillo alrededor de 8,1 kgf/cm<sup>2</sup>, a fin de pasar el punto alto a 890 m s.n.m. con una presión de 1,6 kgf/cm<sup>2</sup>.

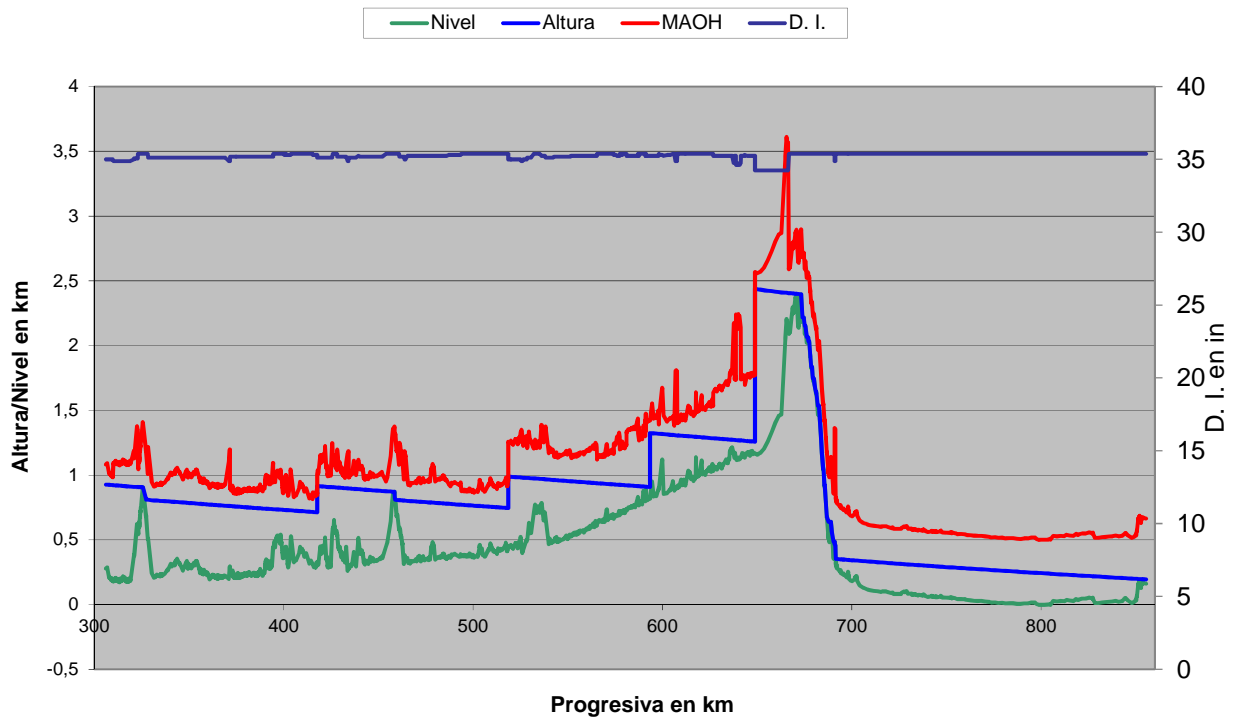
	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-001 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.10 de 12
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

El Tramo E8-E9 es similar al anterior, con las bombas de tornillo controlando la presión de llegada a E9 alrededor de 4,2 kgf/cm<sup>2</sup>, a fin de pasar el punto alto a 1215 m s.n.m. con presión superior a 1,5 kgf/cm<sup>2</sup>.

El Tramo E9-Bayóvar no está diseñado para mantenerse por encima de la presión de vapor. Aguas abajo del punto alto a 2396 m s.n.m. se permite la vaporización, por lo menos hasta alcanzar el nivel de 487 m s.n.m., mediante válvulas de control en la llegada a Bayóvar que mantengan una presión alrededor de 9,5 kgf/cm<sup>2</sup> aguas arriba. Otra opción es dejar libre la entrada a Bayovar, permitiendo vaporización en el punto alto a 181,77 m s.n.m. ubicado 3,4 km antes de la llegada.


A fin de optimizar el suministro eléctrico conviene operar en forma continua con el caudal medio a transportar. Para las estimaciones realistas, el caudal máximo se había estimado en 59 MBPD y, si se opera por baches, el mayor requerimiento se tendría para 1200 cSt.

#### Caudal 59 MBPD, 1200 cSt



Se prevé operar bombas de tornillo con motor eléctrico, para un caudal unitario del orden de 30 MBPD. En cada estación 2 motores tendrían variador de frecuencia (desconectable después del arranque) y uno, arrancador suave. Una bomba operaría con velocidad variable para poder controlar la presión de llegada a la estación. Otra funcionaría con velocidad fija y la tercera se mantendría de reserva.

Las variables operativas serían las siguientes:


	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-001  <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> <b>Pág.11</b> <b>de 12</b>
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

Estación	Viscos.	p1	p2
-	cSt	kgf/cm2	kgf/cm2
E5	1200	59	37,5
E5	1000	58,7	37,5
E5	700	60,1	37,5
E5	400	57,6	37,5
E6	1200	55,9	26,5
E6	1000	55,2	26,5
E6	700	54,3	26,5
E6	400	53,1	26,5
E7	1200	48,7	8,1
E7	1000	47,4	8,1
E7	700	46,8	8,1
E7	400	43,7	8,1
E8	1200	46	8,1
E8	1000	45	8,1
E8	700	44,7	8,1
E8	400	42	8,1
E9	1200	116	3
E9	1000	115,3	3
E9	700	118	3
E9	400	113	3

BOMBAS PRINCIPALES													
Nombre	viscos.	nivel	n° oper.	n° res.	Q @ ref	p succ.	p desc.	p dif.	H	efic.	P hidr.	P eje	P electr.
-	cSt	m s.n.m.	-	-	bpd	kgf/cm2	kgf/cm2	kgf/cm2	m	-	kW	kW	kW
EB5	1200	278	2	1	59000	1,5	59,7	58,2	642	0,71	624	879	951
EB5	1000	278	2	1	59000	1,5	59,2	57,7	636	0,77	618	805	871
EB5	700	278	2	1	59000	1,5	60,6	59,1	630	0,81	633	784	848
EB5	400	278	2	1	59000	1,5	58,3	56,8	626	0,89	609	684	741
EB6	1200	300	2	1	59000	37,0	56,6	19,6	216	0,40	210	524	578
EB6	1000	300	2	1	59000	37,0	55,7	18,6	205	0,53	199	379	418
EB6	700	300	2	1	59000	37,0	54,8	17,8	189	0,43	190	443	489
EB6	400	300	2	1	59000	36,9	53,8	16,9	186	0,61	181	294	325
EB7	1200	453	2	1	59000	26,0	49,4	23,4	257	0,45	250	556	611
EB7	1000	453	2	1	59000	26,0	47,9	21,9	241	0,57	234	413	454
EB7	700	453	2	1	59000	26,0	47,3	21,2	226	0,50	227	456	502
EB7	400	453	2	1	59000	26,0	44,4	18,4	202	0,63	196	314	346
EB8	1200	818	2	1	59000	7,7	46,7	39,0	430	0,61	418	685	746
EB8	1000	818	2	1	59000	7,7	45,5	37,9	417	0,69	405	587	639
EB8	700	818	2	1	59000	7,6	45,2	37,6	400	0,70	402	579	631
EB8	400	818	2	1	59000	7,7	42,7	35,0	386	0,71	375	527	574
EB9	1200	1169	2	1	59000	7,6	116,7	109,2	1201	0,78	1167	1496	1605
EB9	1000	1169	2	1	59000	7,6	115,8	108,2	1190	0,85	1156	1361	1460
EB9	700	1169	2	1	59000	7,7	118,5	110,9	1179	0,89	1185	1332	1428
EB9	400	1169	2	1	59000	7,7	113,8	106,1	1167	0,89	1135	1275	1368
Notas: caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas) eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)													

En E5 se necesitan bombas reforzadoras centrífugas para alimentar desde tanques a las bombas principales:

BOMBAS REFORZADORAS (CENTRÍFUGAS)													
Nombre	viscos.	nivel	n° oper.	n° res.	Q @ ref	p succ.	p desc.	p dif.	H	efic.	P hidr.	P eje	P electr.
-	cSt	m s.n.m.	-	-	bpd	kgf/cm2	kgf/cm2	kgf/cm2	m	-	kW	kW	kW
EB5	1200	278	2	1	59000	0,2	2,0	2,2	24	0,277	24	85	97
EB5	1000	278	2	1	59000	0,2	2,0	2,2	24	0,300	24	78	90
EB5	700	278	2	1	59000	0,2	2,0	2,2	24	0,347	24	68	78
EB5	400	278	2	1	59000	0,2	2,0	2,2	23	0,347	24	68	78

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO MODERNIZACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-001 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.12 de 12
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

Se deberá analizar en cada caso qué bombas existentes conviene mantener como reserva.

El ajuste final del caudal realista se estima ahora en 61,6 MBPD. Dado que las caídas de presión por fricción en régimen laminar son proporcionales al caudal, deben incrementarse en 4,4%. Como la altura de bombeo está fijada mayoritariamente por las diferencias de elevación, resulta una corrección menor en las tablas anteriores.

## 5. CONCLUSIONES

El caudal de la etapa actual de 12 MBPD del Área 192 en Andoas, más 10 MBPD del Área 64 en Morona se transportan holgadamente con el ORN existente.

La corriente de 30 MBPD del área 67 obliga a la instalación de un ducto de 12" desde Andoas para llevar el diluyente requerido y de otro ducto de 22" para transportar la mezcla de 700 cSt hasta Andoas. Además los ductos existentes de 16" entre Andos y E5 deben dedicarse al aporte de diluyente.

Los nuevos caños de 22" de Andoas a Morona y de 20" entre Morona y E5 permiten un caudal máximo de 84 MBPD a 700 cSt. O sea que dejan un margen de 27,4 MBPD para un adicional desde el SOE o productores locales.

La alternativa de usar caño nuevo de 24" entre Andoas y E5 elimina el cuello de botella para el escenario medio más el aporte del SOE.

Los tramos I y II. una vez reparados, no tienen limitación para transportar los caudales previstos en la estimación realista.

Para la etapa actual de 8 MBPD en el Tramo I (3 MBPD del área 67 + 3 MBPD de Iquitos + 2 MBPD del área 95), tampoco hay limitaciones, aun con 1200 cSt.

Los 30 MBPD en el Tramo II (22 MBPD de ORN + 8 MBPD de Tramo I) se absorben en baches de 90 MBPD con los equipos existentes.

Para los caudales realistas se prevé la instalación de bombas de tornillo con motor eléctrico en E5 a E9.

En E1 se mantiene la motobomba existente de 30 MBPD y se agrega una nueva de 20 MBPD.

En E1 y E5 se instalan nuevas bombas centrífugas reforzadoras de poca altura para evitar cavitación y disminuir el consumo debido a baja eficiencia.

0	EMISIÓN PARA DISEÑO	19/12/18		COG	COG	FON
B	EMISIÓN PARA APROBACIÓN	14/11/18		COG	COG	FON
A	EMISIÓN PARA APROBACIÓN	02/11/18		COG	COG	FON
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	EJEC.	REV.	APROB.
<b>PETROPERÚ</b> <b>PUESTA EN VALOR ONP</b>						
		<b>TECHINT INGENIERÍA y CONSTRUCCIÓN</b>				
		MEMORIA DE CÁLCULO  <b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>				
PETROPERÚ-TECHINT SE RESERVAN LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACION ESCRITA.			<b>3993-TARG-R-CA-000-101</b>		<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%;"></div> 0 </div> REVISIÓN	
			ESC.: S/E			



	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.2 de 16
PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP			

## 1. INTRODUCCIÓN

La etapa de ampliación, además de las modificaciones necesarias para el pleno cumplimiento de la legislación vigente y de las reparaciones requeridas para restablecer la máxima presión operativa del ducto original, incluye las reformas que permitan asegurar el transporte de los caudales medios previstos para el período 2020-2039 y la conexión por ductos del área 64 con Morona, la de Bayóvar con la refinería de Talara, y la capacidad de las interconexiones entre el área 67 y Andoas ya previstas en la etapa anterior.

## 2. OBJETIVO

El presente estudio analiza las alternativas para alcanzar los caudales medios estimados para el período 2020-2039 y las ampliaciones que permitan conectar por ductos el área 64 con Morona para el máximo caudal previsto desde Geopark, y la terminal de Bayóvar con la refinería de Talara. Se analiza también la mezcla requerida para el área 67 con crudo del área 64 y la capacidad de los dos ductos ya previstos entre el área 67 y Andoas.

## 3. BASES DE DISEÑO

### 3.1. Características del crudo

Para el crudo a inyectar en Andoas se considera como condición de diseño una densidad de 18,2°API, con una viscosidad de 700 cSt a 25°C.

Para el crudo proveniente del área 64 se adopta una densidad de 32,9°API y una viscosidad de 9,31 cSt a 25°C.

Para el crudo a inyectar en el Tramo I, se adopta una densidad de 23,3°API y una viscosidad a 25°C entre 400 y 1000 cSt, con un máximo excepcional de 1200 cSt.

### 3.2. Caudal operativo

Para el Ramal Norte(ORN) se considera una capacidad de transporte desde Andoas de 42 MBPD proveniente del área 67 (Perenco) y de 15 MBPD del área 192 (Frontera). Del área 64 (Geopark) se espera un crecimiento de la producción hasta 29 MBPD, de donde resulta un total de 86 MBPD para ORN. Si se concreta el aporte de 30 MBPD con 700 cSt @ 25°C desde el área 86 (SOE), ORN deberá transportar 116 MBPD.

Se aclara que la previsión de 42 MBPD del área 67 incluía aproximadamente 15% de nafta, pero se la considera como de crudo pesado para tener un margen de seguridad en el cálculo de diluyente requerido para lograr 700 cSt en la mezcla.

Para el Tramo I se espera una necesidad de transporte promedio de 9 MBPD: 3 MBPD de la refinería de Iquitos y 6 MBPD del área 95.

El Tramo II se debe verificar, por lo tanto, para transportar un promedio de 95 MBPD (o de 125 MBPD si se une el SOE).

Estos caudales resultan del informe de Hidroconsulting, basado sobre el Libro de Reservas de DGH.

## 4. CÁLCULO ESTACIONARIO

Se aplica la fórmula de Bernoulli para estimar la variación de presión a lo largo del ducto debida a la fricción y a los cambios de nivel. El factor de fricción se estima mediante Hagen-Poiseuille ( $f = 64/Re$ ) dado que se opera en régimen laminar.

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101  <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.3 de 16
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

Para las cañerías enterradas se adopta una temperatura media del terreno de 25°C a la profundidad del eje de la cañería, salvo en el área montañosa del Tramo II, donde por las altas elevaciones se esperan temperaturas menores.

#### 4.1. Ramal Norte

El crudo pesado del área 67 actualmente se mezcla con nafta proveniente de Pucallpa para lograr 700 cSt a 25°C. Utilizando datos disponibles del crudo Piraña y del crudo Geopark a utilizar como diluyente, se estiman las siguientes propiedades para la mezcla requerida en el escenario medio (42 MBPD de Piraña + 22 MBPD de Geopark):

	Vol	sp.gr.	t1 °C	nu1 cSt	t2 °C	nu2 cSt
Geopark	22	0,8607	25,00	9,31	40,00	6,17
Piraña	42	0,9705	25,00	19856	37,78	6701
65,6%P+34,4%G	64	0,9328	19,47	1000,00	25,00	684,20

El crudo proveniente del área 192 (Frontera) es una mezcla de crudo pesado con cortes de “topping” (no se dispone de las propiedades de los componentes). Basta una muy pequeña proporción de Geopark para tener una reducción sustancial de la viscosidad:

	Vol	sp.gr.	t1 °C	nu1 cSt	t2 °C	nu2 cSt
Geopark	1	0,8607	25,00	9,31	40,00	6,17
Frontera	15	0,9465	40,00	245,9	98,89	17,76
F+G	16	0,9411	25,00	480,10	52,50	85,80

Es decir que contando con 29 MBPD de Geopark, los 42 MBPD de Perenco pesado se llevan a 684 cSt a 25°C con 22 MBPD de Geopark. Los 7 MBPD restantes pueden reducir la viscosidad de los 15 MBPD de Frontera a la misma viscosidad de 684 cSt y reemplazar por lo menos parte del corte de “topping”.

Es de señalar que el área 192 hoy entrega 12 MBPD a 700 cSt mezclando con corte de “topping” y que espera llegar a 15 MBPD sin necesidad de usar Geopark como diluyente. Por lo tanto, la producción de Geopark podría caer a 22 MBPD sin afectar la entrega en Andoas de una mezcla de 700 cSt. Si disminuyera aún más, habría que aportar nafta desde Morona (o E5). Por ejemplo, para 14 MBPD de Geopark, se necesitarían 3,64 MBPD de nafta y para aporte nulo de Geopark, aproximadamente 9,94 MBPD de nafta.

	Vol	sp.gr.	t1 °C	nu1 cSt	t2 °C	nu2 cSt
Piraña	42	0,9705	25,00	19856	37,78	6701
Nafta	9,935	0,7468	25,00	0,83	40,00	0,71
80,9%P+19,1%N	51,935	0,9277	25,00	700,00	36,39	350,00

En resumen, el máximo caudal a recibir en Andoas sería de 42+15+29=86 MBPD con una viscosidad inferior a 684 cSt a 25°C.

Tal como se propuso para modernización, se consideran las alternativas siguientes.

- Caño nuevo de 24” enterrado desde Andoas hasta E5:

Progresivas		D ext.	Espesor	SMYS	Long.	Masa	Volumen
km		in	in	psi	km	t	m3
0,000	48,009	24	0,312	70300	48,009	5639	13293
48,009	166,886	24	0,344	70300	118,876	15375	32735
166,886	251,577	24	0,281	70300	84,691	8972	23574
				Total:	251,577	29986	69602

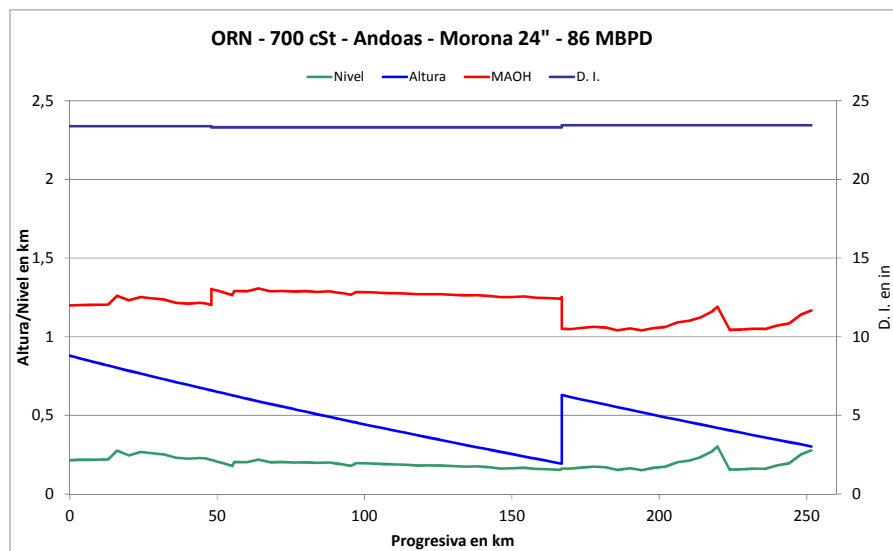
	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101  <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> <b>Pág.4</b> <b>de 16</b>
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

Las variables operativas serían las siguientes, calculando con 700 cSt:

TRAMO	VISC,	CAUDAL	p 1	p 2
-	cSt	MBPD	kgf/cm2	kgf/cm2
Andoas-Morona	700	86	62,5	2,9
Morona-E5	700	86	43,8	2,4

BOMBAS PRINCIPALES												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
Andoas	700	215	3	1	86000	1,50	62,80	61,30	653,6	0,74	957	1294
Morona	700	163	3	1	86000	2,46	44,10	41,64	444,0	0,66	650	993
Notas:	caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas) eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)											

BOMBAS REFORZADORAS (CENTRÍFUGAS)												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
Andoas	700	215	3	1	86000	-0,2	2,0	2,2	23	0,346	34	99



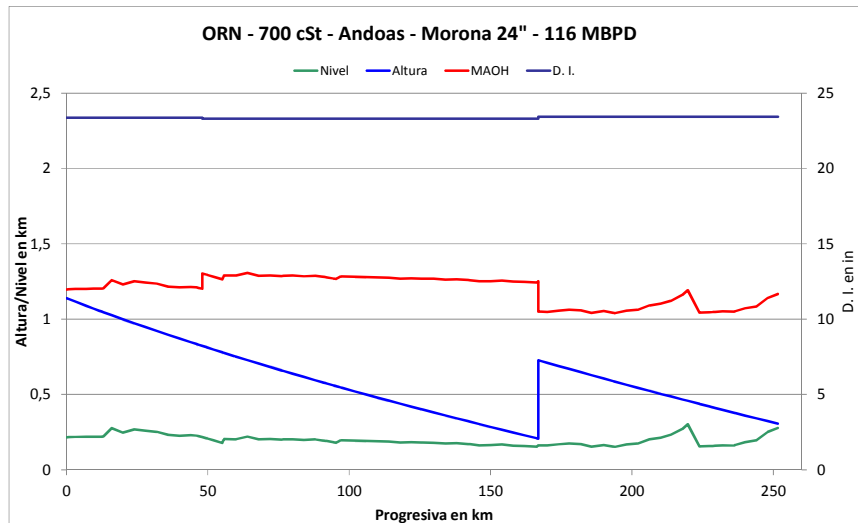
Si se agregara el aporte de 30 MBPD del SOE, resultaría:

TRAMO	VISC,	CAUDAL	p 1	p 2
-	cSt	MBPD	kgf/cm2	kgf/cm2
Andoas-Morona	700	116	87	4,1
Morona-E5	700	116	53	2,7

BOMBAS PRINCIPALES												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
Andoas	700	215	4	1	116000	1,5	87,3	85,8	915	0,79	1808	2294
Morona	700	163	4	1	116000	3,6	53,3	49,7	529	0,69	1046	1527
Notas:	caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas) eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)											

BOMBAS REFORZADORAS (CENTRÍFUGAS)												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
Andoas	700	215	4	1	116000	-0,2	2,0	2,2	23	0,351	46	132

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.5 de 16
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			



- Caño nuevo de 22" OD, 0,281" WT, API 5L X70 (p diseño = 90,9 kgf/cm<sup>2</sup>) enterrado entre Andoas y Morona y otro caño nuevo de 20" OD, 0,250" WT, API 5L X70 (p diseño = 88,96 kgf/cm<sup>2</sup>) enterrado entre Morona y E5 (t diseño = 50°C).

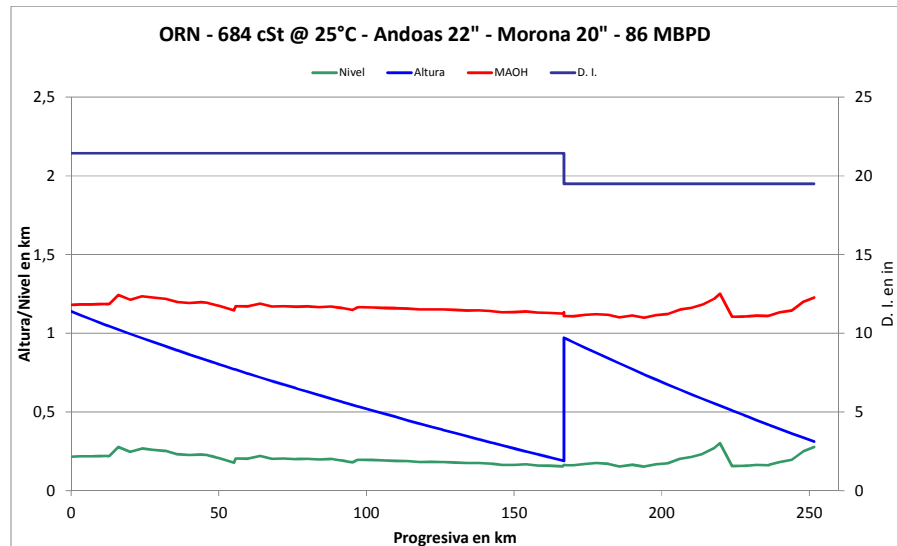
D ext. inch	Espesor inch	SMYS psi	Long. km	Masa t	Volumen m3
22	0,281	70300	166,886	16188	38864
20	0,250	70300	84,691	6646	16318
Total:			251,577	22834	55182

Se verifica la operación de ORN con 86 MBPD de 684 cSt a 25°C desde Andoas a E5:

TRAMO	VISC, cSt	CAUDAL MBPD	p 1 kgf/cm2	p 2 kgf/cm2
-	-	-	-	-
Andoas-Morona	684	86	87	2,4
Morona-E5	684	86	76	3,2

BOMBAS PRINCIPALES													
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. %	P hidr. kW	P eje kW	P electr. kW
-	684	215	3	1	86000	1,5	87,5	86,0	917	0,72	1343	1873	2006
Andoas	684	163	3	1	86000	1,9	76,5	74,6	796	0,70	1166	1678	1801
Notas: caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas) eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)													
BOMBAS REFORZADORAS (CENTRIFUGAS)													
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. %	P hidr. kW	P eje kW	P electr. kW
-	684	215	3	1	86000	-0,2	2,0	2,2	23	0,346	34	99	114

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.6 de 16
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			




- Aporte de 30 MBPD desde el SOE

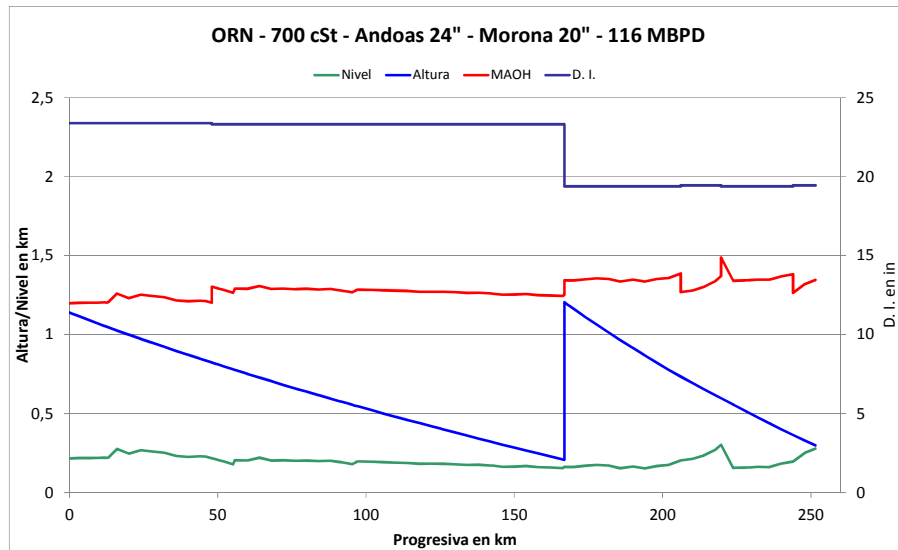
El tramo Andoas-Morona ya está en su máxima capacidad con los 86 MBPD a 684 cSt. Para adicionar el crudo del SOE se requiere reemplazar el caño de 22" por uno de 24" entre Andoas y Morona y reforzar el caño de 20" entre Morona y E5:

Progresivas km		D ext. in	Espesor in	SMYS psi	Long. km	Masa t	Volumen m3
0,000	48,009	24	0,312	70300	48,009	5639	13293
48,009	166,886	24	0,344	70300	118,876	15375	32735
166,886	206,151	20	0,312	70300	39,266	3834	7470
206,151	219,713	20	0,281	70300	13,562	1194	2596
219,713	244,023	20	0,312	70300	24,309	2373	4624
244,023	251,577	20	0,281	70300	7,554	665	1446
				Total:	251,577	29081	62165

TRAMO	VISC, cSt	CAUDAL MBPD	p 1 kgf/cm2	p 2 kgf/cm2
-				
Andoas-Morona	700	116	87	4,1
Morona-E5	700	116	98	1,95

BOMBAS PRINCIPALES												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
-												
Andoas	700	215	4	1	116000	1,5	87,3	85,8	915	0,79	1808	2294
Morona	700	163	4	1	116000	3,6	98,3	94,7	1009	0,81	1994	2477
Notas:	caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas) eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)											
BOMBAS REFORZADORAS (CENTRÍFUGAS)												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
-												
Andoas	700	215	4	1	116000	-0,2	2,0	2,2	23	0,351	46	132

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.7 de 16
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			



Nota: El informe de Mustang de 2008 basaba la rentabilidad de un ducto de 550 km para aportar diluyente desde Bayóvar a E5 y hacerlo llegar hasta Andoas por el caño existente de 16" sobre un pronóstico de 150 MBPD a inyectar en Andoas. Las expectativas actualizadas son de 57 MBPD. La viscosidad de la mezcla con las características del crudo pesado en 2008 se estimaba en 310 cSt; hoy, con una proporción de nafta de Manaos similar a la proyectada por Mustang, se obtiene una viscosidad de 700 cSt. Bajo estas condiciones no se puede justificar una inversión de la magnitud propuesta por Mustang. No obstante, el caño de 16" va a estar disponible para transferir diluyente desde E5, y si en un futuro más lejano la producción de crudo pesado alcanza los niveles previstos por Mustang se podrá volver a considerar la alternativa.

Es de señalar que la posibilidad de calentar el crudo, considerada inviable por Mustang, se refería al caño de 16" instalado por encima del terreno. La objeción no aplica a caño nuevo enterrado. El oleoducto de crudo pesado (OCP) en Ecuador (485 km con diámetros de 24" a 36") está diseñado para inyectar a 75°C un crudo de 1130 cSt a 25°C y opera satisfactoriamente desde 2003. Cruza terrenos anegadizos, donde se aplicó cobertura de hormigón.



 <b>TECHINT</b> Ingeniería y Construcción	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.8 de 16
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

#### 4.2. Tramo I

El Tramo I tiene una presión de diseño original de 54,8 kgf/cm<sup>2</sup>. La capacidad del ducto descargando a 54 kgf/cm<sup>2</sup> con presión de llegada entre 2 y 3 kgf/cm<sup>2</sup> es función de la viscosidad de la mezcla. Suponiendo una temperatura de la pared externa de 25°C resultan las máximas capacidades siguientes:

TRAMO	VISC. @ 25°C	CAUDAL
-	cSt	MBPD
I	400	47
I	700	25
I	1000	18,2
I	1200	14,8

La motobomba de tornillo 1GT2 existente tiene una capacidad nominal de 30 MBPD y un NPSHR inferior a 1 m. Bastaría incorporar una segunda motobomba de tornillo de capacidad nominal 20 MBPD y NPSHR del orden de 2 m para operar con baches de caudal cercano al máximo admisible para la viscosidad del corte bombeado. La presión de vapor a 25°C de los cortes de crudo esperados estaría por debajo de 1 psia, de modo que se podría succionar directamente de tanques hasta un nivel 0,5 m por encima del eje de la bomba (verificar pérdida de carga en filtros y medidores).

BOMBAS PRINCIPALES												
Nombre	viscos. cSt	nivel m s.n.m.	nº oper. -	nº res. -	Q @ ref	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hídric. kW	P eje kW
-	400	122	1	1	20000	-0,1	32,3	32,4	357	0,70	118	168
E1	700		1	1	20000	-0,1	46,3	46,4	495	0,66	169	257
	1000		1	1	18200	-0,1	54,3	54,4	600	0,75	180	239
	1200		1	1	14800	-0,1	54,5	54,6	602	0,70	147	209
	Nota: eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)											

#### 4.3. Tramo II

El Tramo II se verificó para el transporte de 96 MBPD para “batches” de 400, 700, 1000 y 1200 cSt. La condición más exigida por presiones y potencias es la de 1200 cSt. La modificación a 95 MBPD no introduce variantes significativas.

Las variables operativas serían las siguientes:

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101  <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.9 de 16
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

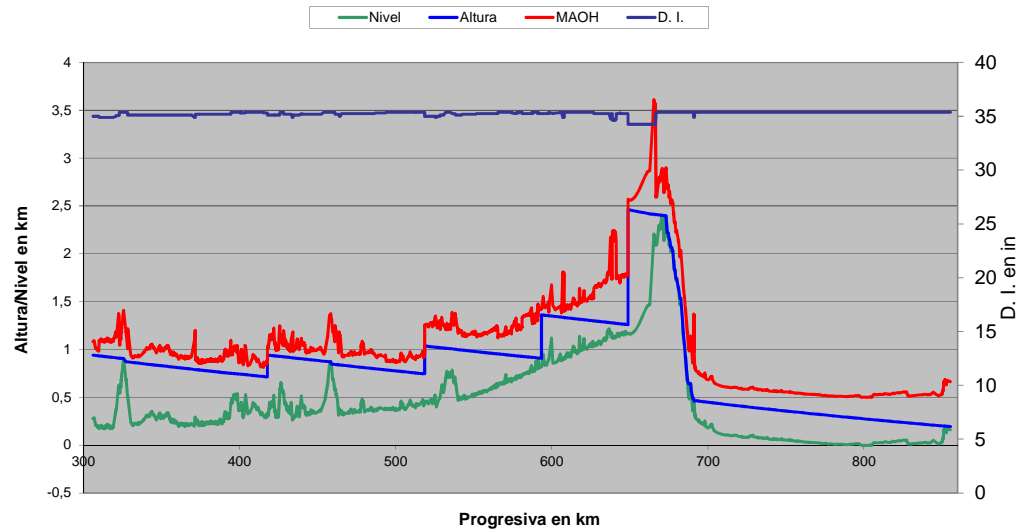
Estación	Viscos.	p1	p2
-	cSt	kgf/cm2	kgf/cm2
E5	1200	60,3	37,5
E5	1000	59,7	37,5
E5	700	60,9	37,5
E5	400	58	37,5
E6	1200	58,3	26,5
E6	1000	57,2	26,5
E6	700	55,8	26,5
E6	400	53,9	26,5
E7	1200	53,1	8,1
E7	1000	50,9	8,1
E7	700	49,4	8,1
E7	400	45,1	8,1
E8	1200	49,4	8,1
E8	1000	47,7	8,1
E8	700	46,7	8,1
E8	400	43	8,1
E9	1200	118,1	3
E9	1000	115,3	3
E9	700	119,3	3
E9	400	113,7	3

BOMBAS PRINCIPALES													
Nombre	viscos.	nivel	n° oper.	n° res.	Q @ ref	p succ.	p desc.	p dif.	H	efic.	P hidr.	P eje	P eléct.
-	cSt	m s.n.m.	-	-	bpd	kgf/cm2	kgf/cm2	kgf/cm2	m	-	kW	kW	kW
E5	1200	278	3	1	96000	1,5	61,0	59,5	656	0,72	1038	1444	1552
E5	1000	278	3	1	96000	1,5	60,4	58,9	650	0,77	1028	1333	1433
E5	700	278	3	1	96000	1,5	61,4	59,9	638	0,74	1044	1417	1522
E5	400	278	3	1	96000	1,5	58,7	57,2	631	0,77	998	1291	1388
E6	1200	300	3	1	96000	37,0	59,0	22,0	242	0,53	382	722	787
E6	1000	300	3	1	96000	37,0	57,9	20,8	229	0,56	363	654	714
E6	700	300	3	1	96000	37,0	56,2	19,2	205	0,50	335	675	738
E6	400	300	3	1	96000	37,0	54,6	17,6	194	0,55	307	553	606
E7	1200	453	3	1	96000	26,0	53,8	27,8	306	0,58	484	830	901
E7	1000	453	3	1	96000	26,0	51,6	25,6	282	0,61	446	734	799
E7	700	453	3	1	96000	26,0	49,9	23,9	254	0,53	416	780	850
E7	400	453	3	1	96000	26,0	45,8	19,7	217	0,57	344	599	654
E8	1200	818	3	1	96000	7,6	50,1	42,5	468	0,66	740	1115	1204
E8	1000	818	3	1	96000	7,6	48,4	40,8	449	0,71	711	1007	1087
E8	700	818	3	1	96000	7,6	47,2	39,6	422	0,65	690	1056	1141
E8	400	818	3	1	96000	7,6	43,7	36,1	398	0,71	629	887	960
E9	1200	1169	3	1	96000	7,7	118,8	111,1	1223	0,79	1934	2439	2601
E9	1000	1169	3	1	96000	7,6	117,6	110,0	1211	0,85	1916	2248	2398
E9	700	1169	3	1	96000	7,6	119,7	112,1	1193	0,84	1951	2325	2479
E9	400	1169	3	1	96000	7,6	114,4	106,8	1175	0,86	1859	2169	2314
Notas: caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas)													
eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)													

BOMBAS REFORZADORAS (CENTRÍFUGAS)													
Nombre	viscos.	nivel	n° oper.	n° res.	Q @ ref	p succ.	p desc.	p dif.	H	efic.	P hidr.	P eje	P eléct.
-	cSt	m s.n.m.	-	-	bpd	kgf/cm2	kgf/cm2	kgf/cm2	m	-	kW	kW	kW
E5	1200	278	3	1	96000	-0,2	2,0	2,2	24	0,287	38	134	153
E5	1000	278	3	1	96000	-0,2	2,0	2,2	24	0,310	38	124	142
E5	700	278	3	1	96000	-0,2	2,0	2,2	23	0,357	38	107	123
E5	400	278	3	1	96000	-0,2	2,0	2,2	24	0,427	38	90	103

## PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP

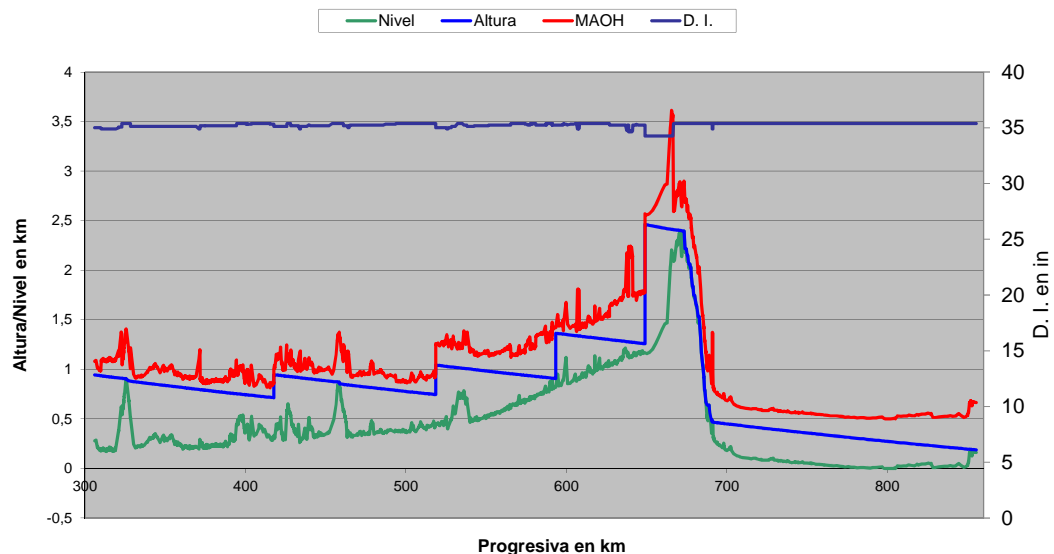
### Tramo II - 1200 cSt - 96 MBPD



Si se agregaran los 30 MBPD del SOE, el caudal a transportar sería de 125 MBD. Se verifican las condiciones con una viscosidad desfavorable de 1000 cSt a 25°C:

BOMBAS PRINCIPALES													
Nombre	progresiva	nivel	n° oper.	n° res.	Q @ ref	p succ.	p desc.	p dif.	H	efic.	P hidr.	P eje	P electr.
-	km	m s.n.m.	-	-	bpd	kgf/cm2	kgf/cm2	kgf/cm2	m	-	kW	kW	kW
E5	306,1	278	4	1	125000	1,5	61,3	59,8	659	0,77	1358	1754	1878
E6	417,8	300	4	1	125000	37,0	59,4	22,3	246	0,57	507	884	960
E7	518,5	453	4	1	125000	26,0	54,3	28,3	312	0,63	642	1020	1103
E8	593,4	818	4	1	125000	7,6	50,4	42,8	471	0,71	971	1360	1463
E9	648,9	1169	4	1	125000	7,6	118,8	111,3	1225	0,85	2523	2957	3145
Notas: caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas)													
eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)													

### Tramo II - 1000 cSt - 125 MBPD



	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101  <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.11 de 16
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

#### 4.4. Conclusiones sobre los ductos ORN, Tramo I y Tramo II

Para ORN hay que optar entre las alternativas:

- Caudal máximo 116 MBPD de 700 cSt con 24”:

Progresivas km		D ext. in	Espesor in	SMYS psi	Long. km	Masa t	Volumen m3
0,000	48,009	24	0,312	70300	48,009	5639	13293
48,009	166,886	24	0,344	70300	118,876	15375	32735
166,886	251,577	24	0,281	70300	84,691	8972	23574
				Total:	251,577	29986	69602

- Caudal máximo 116 MBPD de 700 cSt con 24” y 20”:

Progresivas km		D ext. in	Espesor in	SMYS psi	Long. km	Masa t	Volumen m3
0,000	48,009	24	0,312	70300	48,009	5639	13293
48,009	166,886	24	0,344	70300	118,876	15375	32735
166,886	206,151	20	0,312	70300	39,266	3834	7470
206,151	219,713	20	0,281	70300	13,562	1194	2596
219,713	244,023	20	0,312	70300	24,309	2373	4624
244,023	251,577	20	0,281	70300	7,554	665	1446
				Total:	251,577	29081	62165

- Caudal máximo 86 MBPD de 684 cSt con 22” y 20”:

D ext. inch	Espesor inch	SMYS psi	Long. km	Masa t	Volumen m3
22	0,281	70300	166,886	16188	38864
20	0,250	70300	84,691	6646	16318
		Total:	251,577	22834	55182

La tercera alternativa requiere el menor tonelaje de acero, pero no permite incorporar el aporte del SOE.

La segunda requiere 6247 t de acero adicionales, admite el aporte del SOE y disminuye el costo operativo.

La primera requiere 7152 t de acero más que la tercera (905 t más que la segunda), pero admite el aporte del SOE y da el menor costo operativo.

El Tramo I requiere solamente las reparaciones para restituir la presión de diseño original y cubre con holgura el caudal medio esperado de 9 MBPD.

El Tramo II cubre el caudal de 125 MBPD (aun con 1000 cSt), de modo que puede incorporar los 30 MBPD de un aporte del SOE a los 95 MBPD previstos para la producción local. Varía solamente el número de bombas de tornillo con motor eléctrico en operación.

Dado que se opera en régimen laminar, la energía perdida por fricción por barril transportado permanece prácticamente constante al variar el caudal.

Las bombas de tornillo aumentan su eficiencia a mayor diferencia de presión, de modo que se obtiene un beneficio operando a mayor caudal.

Por lo tanto, en Andoas, Morona y E1 se recomienda mantener motores de combustión interna, que tienen capacidad intrínseca de regular la velocidad, y no tienen efectos adversos si se operan a distintos caudales y

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.12 de 16
PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP			

potencias dentro del rango admisible (por ejemplo, en E1 permiten operar al caudal máximo admisible para la viscosidad del corte transportado).

En el Tramo II, al recibir la potencia requerida desde la red, conviene operar con caudal continuo lo más cercano posible a la capacidad media de transporte requerida a fin de optimizar el uso de la red.

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.13 de 16
PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP			

## 5. OLEODUCTOS DE INTERCONEXIÓN

### 5.1. De Lote 67 a Andoas

La traza preliminar seleccionada tiene una longitud de 172,3 km.  
El caudal a transportar es de 42 MBPD de crudo pesado + 22 MBPD de crudo de Geopark, con 684cSt a 25°C.  
Para cubrir esta condición se adopta un caño de 22" OD, 0,250" WT, API 5L X70, enterrado, con temperatura de diseño de 50°C.

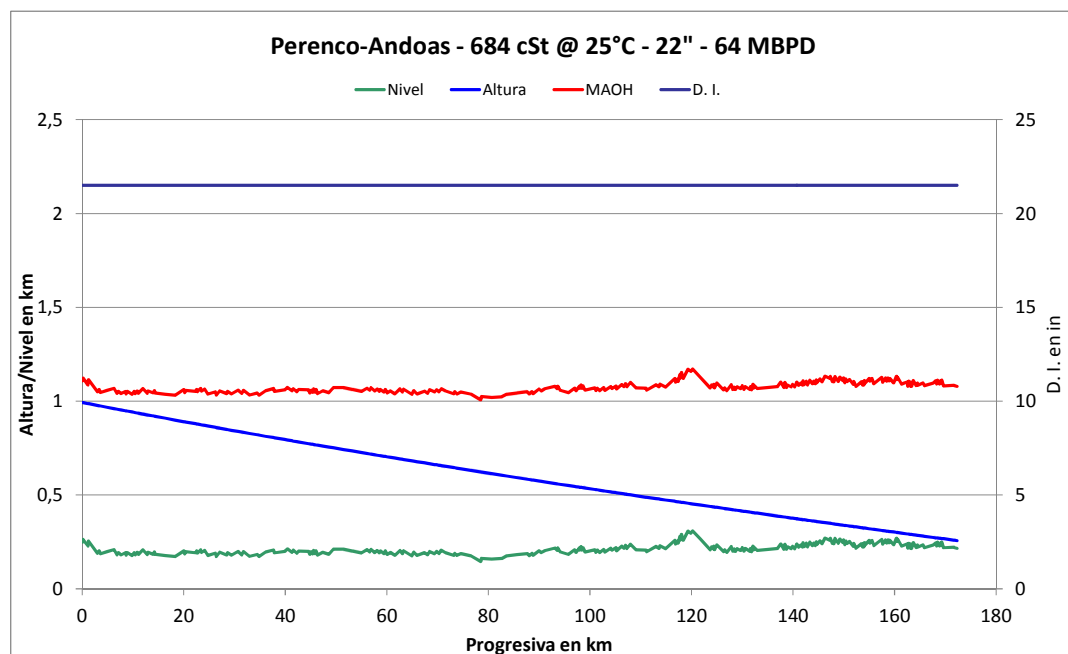
D ext. inch	Espesor inch	SMYS psi	Long. km	Masa t	Volumen m3
22	0,250	70300	172,3	14891	40357,06
		Total:	172,3	14891	40357,06

Resultan las siguientes variables operativas:

CAUDAL MBPD	VISC, cSt	T1. °C	p 1 kgf/cm2	p 2 kgf/cm2
64	684	25	69	3,9

Con bombas de tornillo, succionando de un tanque más elevado:

BOMBAS PRINCIPALES												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW
Lote 67	684	260	2	1	64000	0,5	69,3	68,8	734	0,75	800	1061
Notas:	caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas)											
	eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)											





	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.14 de 16
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

## 5.2. Lote 64–Morona y Andoas–Lote 67

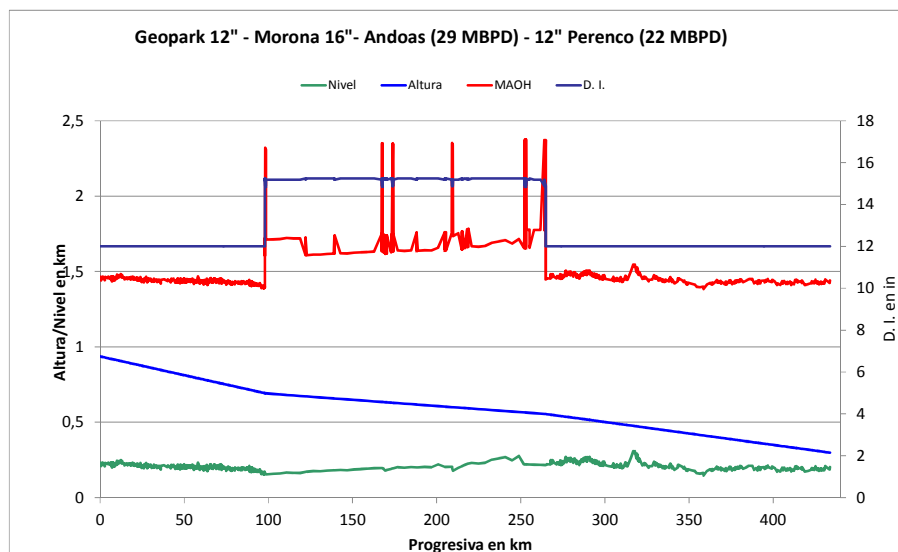
La traza preliminar seleccionada para transportar 29 MBPD desde el Lote 64 hasta Morona tiene una longitud de 98 km y se instalaría un caño enterrado de diámetro 12" Std (12,75" OD, 0,375"WT), API 5L Gr.B.

D ext.	Espesor	SMYS	Long.	Masa	Volumen
inch	inch	psi	km	t	m3
12,75	0,375	35500	97,97	7226	7149
		Total:	97,97	7226	7149

Este ducto se conectará con el de 16" existente entre Morona y Andoas y con el de 12", ya construido en la etapa anterior entre Andoas y el Área 67.

Con esta instalación se podría bombear el crudo directamente desde el Lote 64 al Lote 67 con las siguientes variables operativas:

Lote 64-Andoas	p Lote 64	p Morona	p Andoas	Andoas-Lote 67	p Lote 67
MBPD	kgf/cm2	kgf/cm2	kgf/cm2	MBPD	kgf/cm2
29	62	45,4	29	22	2,8



Se prevé el uso de bombas centrífugas reforzadoras y principales con motores de combustión interna:

<b>BOMBAS PRINCIPALES (CENTRÍFUGAS)</b>												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. %	P hidr. kW	P eje kW
Lote 64	9,3	163	1	1	29000	1,5	62,3	60,8	713	0,72	321	445
Notas: caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas) eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)												
<b>BOMBAS REFORZADORAS (CENTRÍFUGAS)</b>												
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. %	P hidr. kW	P eje kW
Lote 64	9,3	163	1	1	29000	0,2	2,8	2,6	30	0,695	14	20

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101  <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.15 de 16
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			

Se puede optar también por tanques y bombas intermedias en Morona y Andoas, con las presiones antes tabuladas.

### 5.3. Bayóvar – Refinería Talara

La traza preliminar seleccionada entre la Terminal de Bayóvar y la Refinería Talara tiene una longitud de 192 km.

Para transportar 65 MBPD con viscosidad de hasta 1000 cSt a 25°C, se adopta caño de 24" OD, con espesores de pared entre 0,312" y 0,375":

D ext. inch	Espesor inch	SMYS psi	Long. km	Masa t	Volumen m3
24	0,375	70300	57,10782	8041	15642,24
24	0,344	70300	131,1876	16968	36125,12
24	0,312	70300	3,418913	402	946,642
		Total:	191,7144	25410	52713,99

Las variables operativas serían las siguientes:

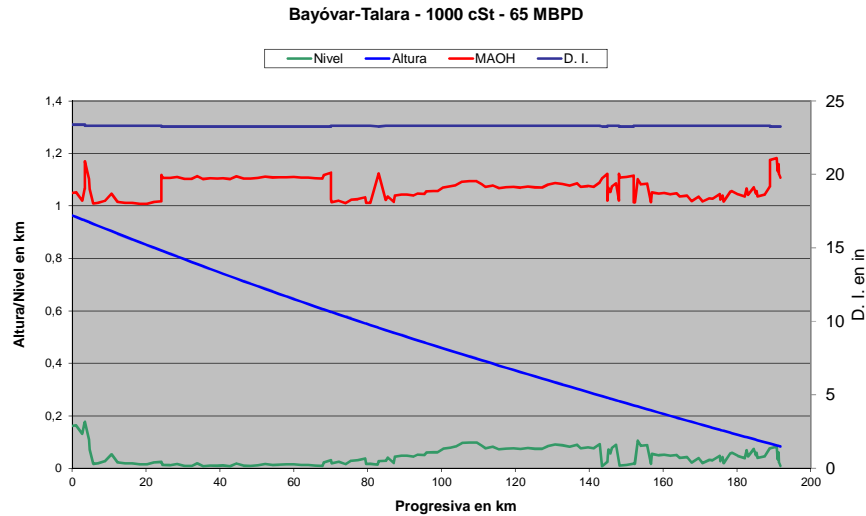
Tramo	Caudal MBPD	Visc. cSt	p1 kgf/cm2	p2 kgf/cm2
-	-	-	-	-
Bayóvar-Talara	65	1000	73	6,7
		700	50	7,6

Se puede elegir entre controlar la presión de llegada a Talara para evitar formación de vapores en el punto alto 1 km aguas arriba de la llegada o dejar flujo libre en ese tramo final.

Se usarían bombas principales de tornillo, con bombas reforzadoras centrífugas:

BOMBAS PRINCIPALES													
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW	P electr. kW
Bayóvar	1000	160,7	2	1	65000	1,5	73,3	71,8	792	0,80	848	1059	1141
	700	160,7	2	1	65000	1,5	50,3	48,8	520	0,68	576	848	919
Notas: caudales y potencias totales (a dividir por el número de bombas)													
eficiencia estimada (a confirmar por proveedor)													
BOMBAS REFORZADORAS (CENTRÍFUGAS)													
Nombre	visc. a 25°C cSt	nivel m s.n.m.	n° oper.	n° res.	Q @ ref bpd	p succ. kgf/cm2	p desc. kgf/cm2	p dif. kgf/cm2	H m	efic. -	P hidr. kW	P eje kW	P electr. kW
Bayóvar	1000	160,7	2	1	65000	-0,2	2,0	2,2	24	0,314	26	83	95
	700	160,7	2	1	65000	-0,2	2,0	2,2	23	0,361	26	72	82

	<b>CÁLCULO HIDRÁULICO AMPLIACIÓN</b>	<b>TECHINT N°:</b> 3993-TARG-R-CA-000-101 <b>CLIENTE N°:</b>	<b>Rev. 0</b> Pág.16 de 16
<b>PETROPERÚ – Puesta en Valor ONP</b>			





#### 5.4. Conclusiones sobre las extensiones

Para cada extensión debe hacerse el análisis de Capex más Opex para compararlo con la alternativa de no contar con oleoducto de interconexión y verificar el tiempo requerido para recuperar la inversión inicial.

- El ducto de 12" entre el Lote 64 y Morona debe compararse con el transporte por barcazas.
- El ducto de 24" entre Bayóvar y la Refinería Talara debe compararse con el costo de transporte por buques.

Los ductos de interconexión entre Andoas y el Lote 67 se consideran indispensables, dado que no se puede contar con continuidad en el transporte por barcazas.

   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>				<b>Página</b> 1 de 23	
					<b>Revisión</b>	
	No. Cliente: -		No. 00		Fecha 2019-02-21	
		No. SNC-Lavalin: 15529-6001-62RA-I-0001				

<b>CLIENTE</b>	:	PETRÓLEOS DEL PERÚ – PETROPERÚ S.A.
<b>PROYECTO</b>	:	SERVICIO DE CONSULTORÍA Y SUPERVISIÓN ESPECIALIZADA PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE MANTENIMIENTO DEL OLEODUCTO NOR PERUANO



	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
<b>PREPARADO POR:</b>	 RAFAEL A. SOLANO MAGDANIEL Analista de Integridad	<u>21-FEB-2019</u>
<b>REVISADO POR:</b>	 ROSA CHANGANO CHUMPITAZ Analista de Calidad	<u>21-FEB-2019</u>
<b>APROBADO POR:</b>	 TIRSO JESÚS GARRIDO SALAVERRIA Residente del Proyecto	<u>21-FEB-2019</u>

### ÍNDICE DE EMISIÓN / REVISIÓN

Código Emisión	Revisión					Detalle de Revisión
	Nº.	Por	Rev.	Aprob.	Fecha	
PI	PB	RS	RC	JA	2018-10-12	Para comentarios del Cliente.
FI	00	RS	RC	TG	2019-02-21	Emisión Final.

Códigos de emisión:



CI = Para Revisión Interna y Comentarios, RV = Para Revisión del Cliente, PI = Para Información, FI = Para Emisión Final, FQ = Para Cotización

   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		<b>Página</b> 2 de 23	
			<b>Revisión</b>	
	<b>No. Cliente:</b>	-	<b>No.</b>	<b>Fecha</b>
	<b>No. SNC-Lavalin:</b>	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1.0 OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.0 ALCANCE.....</b>	<b>3</b>
<b>3.0 DEFINICIONES.....</b>	<b>3</b>
<b>4.0 DOCUMENTOS A CONSULTAR.....</b>	<b>4</b>
<b>5.0 RESPONSABILIDADES.....</b>	<b>4</b>
<b>6.0 RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>7.0 DESARROLLO .....</b>	<b>5</b>
7.1 Condiciones generales .....	17
7.2 Condiciones específicas .....	17
7.3 Escenarios generados .....	19
<b>8.0 CONCLUSIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>9.0 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>10.0 ANEXOS .....</b>	<b>22</b>



  	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		Página 3 de 23	
			Revisión	
	No. Cliente:	-	No.	Fecha
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

## 1.0 OBJETIVO

Indicar las actividades desarrolladas para la implementación del software Synergi Pipeline Simulator SPSS acondicionado a la geometría, tipo de fluido y configuración general del Oleoducto Nor Peruano.

## 2.0 ALCANCE

El presente informe indica las actividades desarrolladas para dar cumplimiento lo establecido en el adicional número dos, en particular a lo relacionado con la implementación del software SPSS, es aplicable por tanto para el ORN, TRAMO 1 y TRAMO 2, del sistema, sus fluidos y condiciones de operación.

Este informe corresponde al adicional No 02 **Implementación de Software Synergi Pipeline Simulator (SPS)** como complemento al *Estudio Fitness For Service* para realizar modelamientos hidráulicos considerando las diferentes variables del Oleoducto Nor Peruano. OTT No 4100006184 "Servicio de Consultoría y Supervisión especializada para el aseguramiento de la calidad del mantenimiento del ONP. Partida 1. *Informe de las actividades de la Implementación del Synergi Pipeline Simulator Software (SPSS) en el ORN y ONP (Tramo I y Tramo II).*

## 3.0 DEFINICIONES

SPS: Synergi Pipeline Simulator

Model Builder: Entorno de edición de los modelos de simulación, geometría y parámetros de frontera del SPS

Trans: Entorno de simulación dinámica del SPS.

Viewport: Entorno de simulación dinámica y creación de reportes del SPS.

INPREP: Archivo de simulación con la configuración propiamente dicha (geometría y parámetros) utilizado por el Model Builder.

INTRAN: Archivo de simulación dinámica con las exigencias de fluido y condiciones frontera utilizado por el Trans



ARK: Archivo de estado previo guardado generado desde Trans.

SVWX: Archivo de entorno utilizado por Viewport

TRANSFER LINES: Son, para el simulador, tuberías con longitud y capacidad suficiente para albergar un escenario transitorio, generalmente reservado para tuberías de gran longitud en la que los fenómenos dinámicos requieran ser evaluados, poseen todos los parámetros geométricos y mecánicos requeridos y son por defecto el tipo de elemento utilizado como TUBERÍA por parte del SPS.

HEADERS: Son, para el simulador, tuberías de corta longitud sin capacidad para albergar un escenario transitorio, corresponde a tuberías que interconectan elementos, secciones menores de tuberías en estaciones de bombeo, fragmentos cortos y/o cruces de río, por regla general las TRANSFER LINES y los HEADERS pueden mantener una relación de distancia de 1500:1 de modo que tuberías más cortas que esa proporción serán necesariamente HEADERS.



  	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		Página 4 de 23	
			Revisión	
	No. Cliente:	-	No.	Fecha
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

#### 4.0 DOCUMENTOS A CONSULTAR

SPS: Synergi Pipeline Simulator 10.4.0 Online Help disponible en PDF.

#### 5.0 RESPONSABILIDADES

Los Ingenieros Químicos, Mecánicos de Petroperú con experiencia en Pipeline y de Instrumentación, recolectan y analizan la información disponible para ser introducida en el Model Builder y construir el modelo base para hacer las simulaciones correspondientes y elaborar el presente informe.

El Analista de Integridad del Consorcio SNC-Lavalin es responsable de la elaboración del presente informe.

El Analista de Calidad del Consorcio SNC-Lavalin es responsable de la revisión del presente informe.

El Residente del Consorcio SNC-Lavalin es responsable de la aprobación del presente informe.

#### 6.0 RESUMEN EJECUTIVO

Mediante la utilización del Model Buidier se han "construido" modelos computacionales que representan al sistema correspondiente al ramal Norte, Tramo 1 y Tramo 2, en dichos modelos se han incluido los segmentos de tubería, válvulas, estaciones de bombeo, fluidos (diferentes clases de crudos) y otros aspectos de la geometría del Oleoducto norperuano, en cada uno de los sectores indicados.



Con la utilización de los parámetros asociados a los límites máximos y las características de los diferentes crudos (aplicables al **cada subsistema particular**) se ha generado una simulación dinámica para emular las condiciones reales o hipotéticas a que pudieran estar sometidos los diferentes segmentos.

De manera conjunta con Petroperú, se han seleccionado los siguientes escenarios para su simulación utilizando la herramienta SPSS:

- Escenario uno: Ramal norte a condición de máximo flujo.
- Escenario dos: Ramal norte a condiciones de presión restringida.
- Escenario tres: Tramo uno condición de máximo flujo
- Escenario cuatro: Tramo uno, condiciones de presión restringida.
- Escenario cinco: Tramo uno, condiciones adecuadas para la corrida de raspadores ILI.
- Escenarios seis: Tramo dos, condiciones de máximo flujo.
- Escenarios siete: Tramo dos, condiciones de presión restringida.
- Escenario ocho: Tramo dos, condiciones adecuada para la corrida raspadores ILI.

Adicionalmente, con la información relacionada a las características de los diferentes productos (crudos) se realizó el ajuste del sistema para obtener parámetros de desempeño similares a los que obtendría el Oleoducto.



   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>						<b>Página</b> 5 de 23	
							<b>Revisión</b>	
	No. Cliente:	-					No.	Fecha
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001					00	2019-02-21

## 7.0 DESARROLLO

El primer aspecto desarrollado para la construcción de cada y de los escenarios consistió en solicitar a Petroperú la información específica de la geometría y parámetros de operación de cada uno de los Oleoductos.

Esta condición fue denominada secuencia, la cual contiene básicamente válvulas, tubería, crudos, estaciones de bombeo, estaciones de entrada y estaciones de salida según correspondan a los elementos de la realidad constructiva.

**Secuencia:** es una hoja de cálculo en la cual se determinan los diferentes componentes del sistema y su ubicación relativa a fin de facilitar la construcción del modelo y verificar que los diferentes componentes "construidos" en el Model Builder correspondan funcionalmente a la secuencia instalada en campo.

**Ilustración No 1. Construcción del Modelo**

Válvula	TUBO	D	ANSI	D. Nominal	Desde	Hasta	LONGITUD	Espesor mm	NOTAS
B_ORN_001		16		16	0	0	0,00	24,39	Andoas, válvula de compuerta
	T_ORN_01	16		16	0,000	821,770	821,77	16,53	
	T_ORN_02	16		16	821,770	11632,640	10810,87	10,31	
B_ORN_002		16		16	11632,64	11632,64	0,00	25,2	válvula de compuerta
	T_ORN_03	16		16	11632,640	12287,130	654,49	14,27	
B_ORN_003		16		16	12287,13	12287,13	0,00	14,27	válvula de compuerta
	T_ORN_04	16		16	12287,130	54524,510	42237,38	9,53	
B_ORN_004		16		16	54524,51	54524,51	0,00	24,83	válvula de compuerta
	T_ORN_05	16		16	54524,510	54784,592	260,08	10,31	
	T_ORN_06	16		16	54784,592	55019,740	235,15	14,27	
	T_ORN_07	16		16	55019,740	55175,380	155,64	10,31	
B_ORN_005		16		16	55175,38	55175,38	0,00	10,31	válvula de compuerta
	T_ORN_08	16		16	55175,380	76053,935	20878,56	10,31	
	T_ORN_09	16		16	76053,935	90141,108	14087,17	9,53	
	T_ORN_10	16		16	90141,108	96026,030	5884,92	10,31	
B_ORN_006		16		16	96026,03	96026,03	0,00	14,27	válvula de compuerta
	T_ORN_11	16		16	96026,030	96605,000	578,97	14,27	
B_ORN_007		16		16	96605	96605	0,00	14,27	válvula de compuerta
	T_ORN_12	16		16	96605,000	96620,460	15,46	10,31	
B_ORN_008		16		16	96620,46	96620,46	0,00	14,27	válvula de compuerta
	T_ORN_13	16		16	96620,460	124617,606	27997,15	9,53	
	T_ORN_14	16		16	124617,606	165407,040	40789,43	11,13	
B_ORN_009		16		16	165407,04	165407,04	0,00	14,27	válvula de compuerta
	T_ORN_15	16		16	165407,040	165940,750	533,71	14,27	
B_ORN_010		16		16	165940,75	165940,75	0,00	14,27	Morona, válvula de compuerta
BC_ORN_EM		16		16			0,00	14,27	
	T_ORN_16	16		16			10,00	14,27	
B_ORN_011		16		16	0,23	0,23	0,00	22,69	Morona, válvula de compuerta
	T_ORN_17	16		16	0,230	26371,287	26371,06	6,35	
	T_ORN_18	16		16	26371,287	26479,908	108,62	10,31	
	T_ORN_19	16		16	26479,908	56748,418	30268,51	6,35	
	T_ORN_20	16		16	56748,418	56864,602	116,18	10,31	
	T_ORN_21	16		16	56864,602	60100,590	3235,99	6,35	
B_ORN_012		16		16	60100,59	60100,59	0,00	14,27	válvula de compuerta
	T_ORN_22	16		16	60100,590	61301,360	1200,77	14,27	
B_ORN_013		16		16	61301,36	61301,36	0,00	10,31	válvula de compuerta
	T_ORN_23	16		16	61301,360	69221,741	7920,38	6,35	
	T_ORN_24	16		16	69221,741	69374,735	152,99	10,31	
	T_ORN_25	16		16	69374,735	84310,880	14936,15	6,35	
B_ORN_014		16		16	84310,88	84310,88	0,00	6,35	Pumpstation 5, válvula de compuerta



Fuente: El Autor

COPIA IMPRESA NO CONTROLADA

©SNC-Lavalin Perú (2017). Todos los derechos reservados







   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		Página 6 de 23	
			Revisión	
	No. Cliente:	-	No.	Fecha
No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21	

**Ilustración No 2. Construcción de Modelo**

Válvula	TUBO	ID	ANSI	D. Nominal	Desde	Hasta	LONGITUD	Espesor mm	NOTAS
B_T1_001				16	25,07	25,07	0	12,7	
	T_T1_01			16	25,07	39418,093	39393,023	6,4	
	T_T1_02			16	39418,093	39697,053	278,96	12,7	
	T_T1_03			16	39697,053	54111,926	14414,873	6,4	
	T_T1_04			16	54111,926	54354,479	242,553	12,7	
	T_T1_05			16	54354,479	59224,983	4870,504	6,4	
	T_T1_06			16	59224,983	59531,811	306,828	12,7	
	T_T1_07			16	59531,811	75544,29	16012,479	6,4	
B_T1_002				16	75544,29	75544,29	0	6,4	
	T_T1_08			16	75544,29	90559,277	15014,987	6,4	
	T_T1_09			16	90559,277	90886,742	327,465	12,7	
	T_T1_10			16	90886,742	115801,373	24914,631	6,4	
	T_T1_11			16	115801,373	115957,006	155,633	12,7	
	T_T1_12			16	115957,006	151364,085	35407,079	6,4	
	T_T1_13			16	151364,085	151594,094	230,009	12,7	
	T_T1_14			16	151594,094	154759,628	3165,534	6,4	
	T_T1_15			16	154759,628	155002,096	242,468	12,7	
	T_T1_16			16	155002,096	159816,62	4814,524	6,4	
B_T1_003				16	159816,62	159816,62	0	12,7	
	T_T1_17			16	159816,62	176383,394	16566,774	6,4	
	T_T1_18			16	176383,394	176933,705	550,311	12,7	
	T_T1_19			16	176933,705	222418,875	45485,17	6,4	
	T_T1_20			16	222418,875	222671,008	252,133	12,7	
	T_T1_21			16	222671,008	235763,314	13092,306	6,4	
	T_T1_22			16	235763,314	236074,875	311,561	12,7	
	T_T1_23			16	236074,875	240231,821	4156,946	6,4	
B_T1_004				16	240231,821	240231,821	0	12,7	
	T_T1_24			16	240231,821	254947,867	14716,046	6,4	
	T_T1_25			16	254947,867	255395,145	447,278	12,7	
	T_T1_26			16	255395,145	285104,931	29709,786	6,4	
	T_T1_27			16	285104,931	285201,806	96,875	12,7	
B_T1_005				16	285201,806	285201,806	0	12,7	
	T_T1_28			16	285201,806	286137,243	935,437	12,7	
B_T1_006				16	286137,243	286137,243	0	12,7	
	T_T1_29			16	286137,243	286314,207	176,964	12,7	
	T_T1_30			16	286314,207	306073,92	19759,713	6,4	
B_T1_007				16	306073,92	306073,92	0	12,7	

Fuente: El Autor



  	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		<b>Página</b> 7 de 23	
			<b>Revisión</b>	
	No. Cliente:	-		<b>No.</b>
No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001		00	2019-02-21

**Ilustración No 3. Construcción de Modelo**

Válvula	TUBO	AN	D. Nomin	Desde	Hasta	LONGIT	Espesor m	NOTAS	UP	DN	
B_T2_01		36	900	36	306138,72	306138,72	0,00	Trampa de Envío Estacion 5	N_T2_001	N_T2_002	
	T_T2_01			36	306138,72	320631,05	14,492,33	14,3		N_T2_002	N_T2_003
	T_T2_02			36	320631,05	326039,13	5,408,08	11,1		N_T2_003	N_T2_004
	T_T2_03			36	326039,13	326501,74	462,61	7,9		N_T2_004	N_T2_005
	T_T2_04			36	326501,74	326946,05	444,30	14,3		N_T2_005	N_T2_006
	T_T2_05			36	326946,05	340419,44	13,473,39	10,3		N_T2_006	N_T2_007
B_T2_02				36	340419,44	340419,44	0,00	Km 340		N_T2_007	N_T2_008
	T_T2_06			36	340419,44	370588,11	30,168,67	11,1		N_T2_008	N_T2_009
	T_T2_07			36	370588,11	370858,84	270,73	14,3		N_T2_009	N_T2_010
B_T2_03				36	370858,84	370858,84	0,00	Derecha del rio Nieva		N_T2_010	N_T2_011
	T_T2_08			36	370858,84	371586,04	727,20	26		N_T2_011	N_T2_012
B_T2_04				36	371586,04	371586,04	0,00	A la izquierda del rio Nieva		N_T2_012	N_T2_013
	T_T2_09			36	371586,04	399925,50	28,339,46	10,3		N_T2_013	N_T2_014
	T_T2_10			36	399925,50	400291,40	365,89	12,7		N_T2_014	N_T2_015
	T_T2_11			36	400291,40	417750,19	17,458,79	8,7		N_T2_015	N_T2_016
B_T2_05				36	417750,19	417750,19	0,00	Estacion 6 #1		N_T2_016	N_T2_017
BC_T2_E06				36	417750,19	417750,19				N_T2_017	N_T2_018
	T_T2_12			36	417750,19	417796,69	46,50	14,3		N_T2_018	N_T2_019
B_T2_06				36	417796,69	417796,69	0,00	Estacion 6 #2		N_T2_019	N_T2_020
	T_T2_13			36	417796,69	426875,36	9,078,67	11,1		N_T2_020	N_T2_021
	T_T2_14			36	426875,36	429686,89	2,811,53	7,9		N_T2_021	N_T2_022
	T_T2_15			36	429686,89	433201,33	3,514,43	11,1		N_T2_022	N_T2_023
	T_T2_16			36	433201,33	433515,89	314,57	14,3		N_T2_023	N_T2_024
B_T2_07				36	433515,89	433515,89	0,00	Derecha del rio Chiriaco		N_T2_024	N_T2_025

Fuente: El Autor

**Nodos:** Ubicados con una secuencia específica, estos son en efecto los puntos de interconexión entre los diferentes elementos señalados en la "secuencia" descrita en el párrafo anterior, su objetivo es distribuir en el Model Builder los componentes, procurando una presentación adecuada y esquemáticamente aproximada a la realidad, los nodos son entidades netamente constructivas y en el "mundo real" no tienen una equivalencia consistente, pues pueden ser un cabezal de tubería, una soldadura, una brida, etc. En la cual dos o más componentes converjan.





# INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)

Página

8 de 23

Revisión

No. Cliente:

No. SNC-Lavalin:

15529-6001-62RA-I-0001

No.

Fecha

00

2019-02-21

Ilustración No 4. Nodos

N_QUIITOS	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_QUIITOS2	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_LORETO	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_LORETO2	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_MAYNA2	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_MAYNAS	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_001	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_002	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_003	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_004	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_005	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_006	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_007	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_008	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_009	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_010	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_011	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_012	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_013	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_014	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>
N_ORN_015	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	28.00	B/D	7.03	0.00	<none>

Fuente: El Autor

Ilustración No 5. Nodos

NAME	SPT	SNQ	PMIN	PMAX	QMIN	QMAX	T+	ELEV	FLOWUNITS	PRATE	GRATE	STATION
N_QUIITOS	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_QUIITOS2	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_LORETO	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_LORETO2	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_MAYNA2	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_MAYNAS	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_PIRANA	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_PIRANA2	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_RPS	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_RPS_ILI	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_001	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_002	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_003	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_004	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_005	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_006	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_007	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_008	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_009	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_010	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>
N_T1_011	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00		B/D	7.03	0.00	<none>

Fuente: El Autor

COPIA IMPRESA NO CONTROLADA

©SNC-Lavalin Perú (2017). Todos los derechos reservados







  <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		Página 9 de 23	
			Revisión	
	No. Cliente:	-	No.	Fecha
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

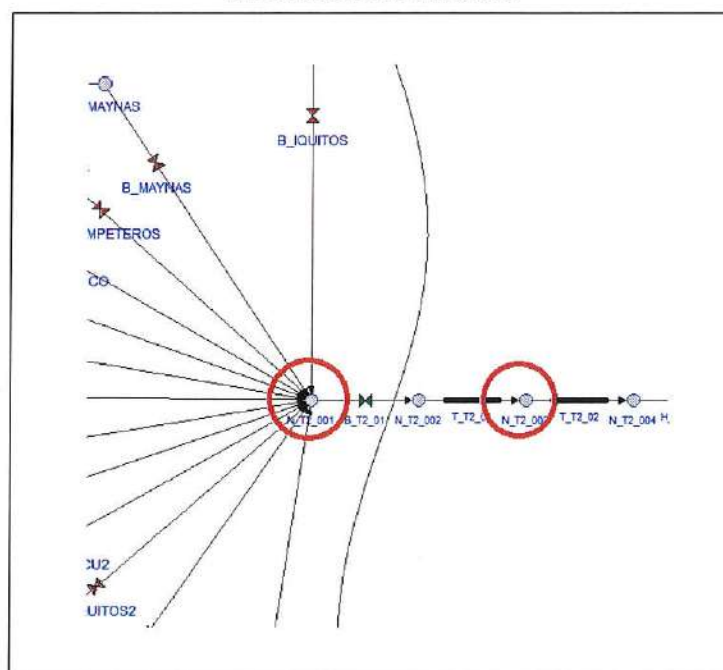
Ilustración No 6. Nodos

NAME	SPT	SNQ	PMIN	PMAX	QMIN	QMAX	T+	ELEV	FLOWUNITS	PRATE	QRATE	STATION FLUIDS	CNC	CNC1	CNC2	CNC3
N_LORETO2	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_LORETO2	E_LORETO2	
N_MAYNA2	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_MAYNA2	E_MAYNA2	
N_MAYNA3	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		E_MAYNA3	B_MAYNA3	
N_PIRANA	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_PIRANA	E_PIRANA	
N_PIRANA2	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		E_PIRANA2	B_PIRANA2	
N_RPS	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		E_RPS	B_RPS	
N_RPS_LI	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		E_RPS_LI	B_RPS_LI	
N_T2_001	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_T2_01	B_PIRANA2	B_TROMPETEROS
N_T2_002	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_T2_01	T_T2_01	
N_T2_003	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		T_T2_01	T_T2_02	
N_T2_004	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		H_T2_03	T_T2_02	
N_T2_005	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		H_T2_03	H_T2_04	
N_T2_006	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		H_T2_04	T_T2_05	
N_T2_007	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_T2_02	T_T2_05	
N_T2_008	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_T2_02	T_T2_06	
N_T2_009	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		T_T2_06	H_T2_07	
N_T2_010	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_T2_03	H_T2_07	
N_T2_011	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_T2_03	H_T2_08	
N_T2_012	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_T2_04	H_T2_08	
N_T2_013	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_T2_04	T_T2_09	
N_T2_014	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		T_T2_09	H_T2_10	
N_T2_015	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		H_T2_10	T_T2_11	
N_T2_016	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_T2_05	B_T2_05_ENTRADA	T_T2_11
N_T2_016B	Flow	0.00	-1.03	351.53	-10000000.00	10000000.00	25.00	8.00	B/D	7.03	0.00	<none>		B_T2_05_ENTRADA	EB_6GT1	EB_6GT2

Fuente: El Autor

Gráficamente, los nodos son localizados como pequeños círculos dentro del modelo, en la siguiente imagen se puede ver un fragmento del modelo construido con algunos nodos representados, para conveniencia todos los nodos han sido denominados N\_XX\_##, de modo que se identifique fácilmente que todos los componentes que inician con la letra "N" corresponden a NODOS.

Ilustración No 7. Nodos





Fuente: El Autor

COPIA IMPRESA NO CONTROLADA

©SNC-Lavalin Perú (2017). Todos los derechos reservados





  <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>			Página	
				10 de 23	
				Revisión	
No. Cliente:	-			No.	Fecha
No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001			00	2019-02-21

**Fluidos:** con la información recibida de los diferentes tipos de hidrocarburos transportados (crudos) se generó una aproximación matemática de los crudos a las condiciones de trabajo y a condiciones estándar.

**Ilustración No 8. Fluidos**

NAME	Ordering	P0	T0	D0	COLOR	U0	VTMI	CONST	VP
IQUITOS	1.00	1	15.56	932.15	BLACK	600.00	-0.027	Yes	
IQUITOS2	11.00	1	15.56	1076.05	DKBLUE	255.48	-0.027	Yes	
LORETO	6.00	1	15.56	947.76	MAGENTA	1644.00	-0.079	Yes	
LORETO2	7.00	1	15.56	940.82	YELLOW	580.32	-0.027	Yes	
MAYNA2	8.00	1	15.56	901.85	ORANGE	114.16	-0.027	Yes	
MAYNAS	2.00	1	15.56	942.70	BLUE	860.88	-0.027	Yes	
PIRANA	5.00	1	15.56	943.33	CYAN	900.00	-0.027	Yes	
PIRANA2	9.00	1	15.56	943.33	DKGREEN	900.00	-0.027	Yes	
RPS	12.00	1	15.56	927.87	PURPLE	255.48	-0.027	Yes	
RPS_ILI	13.00	1	15.56	927.87	PINK	170.60	-0.027	Yes	
TROMPETEROS	3.00	1	15.56	942.70	RED	860.88	-0.027	Yes	
YANAYACO	4.00	1	15.56	942.70	GREEN	860.88	-0.027	Yes	
YANAYACU2	10.00	1	15.56	929.70	BROWN	834.34	-0.027	Yes	

Fuente: El Autor

**Válvulas:** con la información asociada a los tipos de válvulas (Tipo, ANSI, diámetro) se construyó un modelo digital de cada una de ellas y se instalaron en virtud de la secuencia indicada en párrafos anteriores, los parámetros de desempeño de las válvulas se generaron a partir de sus especificaciones.

**Ilustración No 9. Válvulas**

NAME	FROM	TO	CRV-D	CRV-C	CVC	CVO	T	FR	HEADER	CHECK	DRA_DEG	FROM FILE	LINE	POKE/RAMP	ACCORD	YCOORD
B_IQUITOS	N_IQUITOS	N_ORN_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	0.00	No	No	100.00		1548.00	Edt	900	287
B_IQUITOS2	N_IQUITOS2	N_ORN_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	0.00	No	No	100.00		1668.00	Edt	792	222
B_LORETO	N_LORETO	N_ORN_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	1.00	No	No	100.00		1658.00	Edt	641	905
B_LORETO2	N_LORETO2	N_ORN_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	0.00	No	No	100.00		1660.00	Edt	632	548
B_MAYNA2	N_MAYNA2	N_ORN_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	0.00	No	No	100.00		1662.00	Edt	640	582
B_MAYNAS	N_MAYNAS	N_ORN_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	0.00	No	No	100.00		1650.00	Edt	756	331
B_ORN_001	N_ORN_001	N_ORN_002	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	1.00	No	No	100.00		208.00	Edt	975	550
B_ORN_002	N_ORN_002	N_ORN_003	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	1.00	No	No	100.00		211.00	Edt	1425	550
B_ORN_003	N_ORN_003	N_ORN_004	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	1.00	No	No	100.00		213.00	Edt	1725	550
B_ORN_004	N_ORN_004	N_ORN_005	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	1.00	No	No	100.00		215.00	Edt	2625	550
B_ORN_005	N_ORN_005	N_ORN_006	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	1.00	No	No	100.00		217.00	Edt	2625	550
B_ORN_006	N_ORN_006	N_ORN_007	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	1.00	No	No	100.00		219.00	Edt	3225	550
B_ORN_007	N_ORN_007	N_ORN_008	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	1.00	No	No	100.00		221.00	Edt	3525	550
B_ORN_008	N_ORN_008	N_ORN_009	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	1.00	No	No	100.00		223.00	Edt	3825	550
B_ORN_009	N_ORN_009	N_ORN_010	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	36597.00	1.00	1.00	No	No	100.00		225.00	Edt	4275	550
B_ORN_010	N_ORN_010	N_ORN_011	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	36597.00	1.00	1.00	No	No	100.00		227.00	Edt	4675	550
B_ORN_010_ENTRADA	N_ORN_010	N_ORN_011	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	36597.00	1.00	1.00	No	No	100.00		242.00	Edt	4500	450
B_ORN_011	N_ORN_011	N_ORN_012	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	36597.00	1.00	1.00	No	No	100.00		231.00	Edt	4925	550
B_ORN_011_SALIDA	N_ORN_011	N_ORN_012	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	36597.00	1.00	1.00	No	No	100.00		244.00	Edt	5100	450
B_ORN_012	N_ORN_012	N_ORN_013	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	39267.00	1.00	1.00	No	No	100.00		233.00	Edt	5825	550
B_ORN_013	N_ORN_013	N_ORN_014	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	39267.00	1.00	1.00	No	No	100.00		235.00	Edt	6225	550
B_ORN_014	N_ORN_014	N_ORN_015	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	39267.00	1.00	1.00	No	No	100.00		237.00	Edt	6825	550
B_PIRANA	N_PIRANA	N_ORN_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	0.00	No	No	100.00		1656.00	Edt	652	461
B_PIRANA2	N_PIRANA2	N_ORN_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	0.00	No	No	100.00		1664.00	Edt	651	635
B_RPS	N_RPS	N_ORN_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	0.00	No	No	100.00		1670.00	Edt	750	760
B_RPS_1	N_RPS_1	N_ORN_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	31944.00	1.00	0.00	No	No	100.00		1672.00	Edt	863	680



Fuente: El Autor

COPIA IMPRESA NO CONTROLADA

©SNC-Lavalin Perú (2017). Todos los derechos reservados





  <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULADOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>				<b>Página</b> 11 de 23	
					<b>Revisión</b>	
	<b>No. Cliente:</b> -		<b>No.</b> 00		<b>Fecha</b> 2019-02-21	
<b>No. SNC-Lavalin:</b> 15529-6001-62RA-I-0001						

**Ilustración No 10. Válvulas**

NAME	FROM	TO	CRV-O	CRV-C	CVC	CVO	T	FR	HEADER	CHECK	DRA_DEG	FROM FILE	LINE
B_QUIITOS	N_QUIITOS	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		718.00
B_QUIITOS2	N_QUIITOS2	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		738.00
B_LORETO	N_LORETO	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		728.00
B_LORETO2	N_LORETO2	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		730.00
B_MAYNA2	N_MAYNA2	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		732.00
B_MAYNAS	N_MAYNAS	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		720.00
B_PIRANA	N_PIRANA	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		726.00
B_PIRANA2	N_PIRANA2	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		734.00
B_RPS	N_RPS	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	1.00	No	No	100.00		740.00
B_RPS_ILI	N_RPS_ILI	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		742.00
B_T1_001	N_T1_001	N_T1_002	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	100.00		192.00
B_T1_002	N_T1_009	N_T1_010	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	100.00		194.00
B_T1_003	N_T1_019	N_T1_020	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	100.00		196.00
B_T1_004	N_T1_027	N_T1_028	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	100.00		198.00
B_T1_005	N_T1_032	N_T1_033	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	100.00		200.00
B_T1_006	N_T1_034	N_T1_035	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	100.00		202.00
B_T1_007	N_T1_037	N_T1_038	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	100.00		204.00
B_TROMPETEROS	N_TROMPETEROS	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		722.00
B_YANAYACO	N_YANAYACO	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		724.00
B_YANAYACU2	N_YANAYACU2	N_T1_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	80055.00	1.00	0.00	No	No	100.00		736.00

Fuente: El Autor

**Ilustración No 11. Válvulas**

NAME	FROM	TO	CRV-O	CRV-C	CVC	CVO	T	FR	HEADER	CHECK	CHECK_DP
B_QUIITOS	N_QUIITOS	N_T2_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	0.00	No	Yes	0.00
B_QUIITOS2	N_QUIITOS2	N_T2_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	0.00	No	Yes	0.00
B_LORETO	N_LORETO	N_T2_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	0.00	No	Yes	0.00
B_LORETO2	N_LORETO2	N_T2_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	0.00	No	Yes	0.00
B_MAYNA2	N_MAYNA2	N_T2_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	0.00	No	Yes	0.00
B_MAYNAS	N_MAYNAS	N_T2_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	0.00	No	Yes	0.00
B_PIRANA	N_PIRANA	N_T2_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	0.00	No	Yes	0.00
B_PIRANA2	N_PIRANA2	N_T2_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	0.00	No	Yes	0.00
B_RPS	N_RPS	N_T2_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	Yes	0.00
B_RPS_ILI	N_RPS_ILI	N_T2_001	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	0.00	No	Yes	0.00
B_T2_01	N_T2_001	N_T2_002	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_02	N_T2_007	N_T2_008	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_03	N_T2_010	N_T2_011	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_04	N_T2_012	N_T2_013	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_05	N_T2_016	N_T2_017	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_05_ENTRADA	N_T2_016	N_T2_016B	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_06	N_T2_019	N_T2_020	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_06_SALIDA	N_T2_020	N_T2_020B	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_07	N_T2_024	N_T2_025	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_08	N_T2_027	N_T2_028	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_09	N_T2_031	N_T2_032	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_10	N_T2_036	N_T2_037	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_11	N_T2_040	N_T2_041	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_12	N_T2_042	N_T2_043	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	
B_T2_12_ENTRADA	N_T2_042	N_T2_042B	Linear (built-in)	Linear (built-in)	0.00	230000.00	1.00	1.00	No	No	



Fuente:

**COPIA IMPRESA NO CONTROLADA**

©SNC-Lavalin Perú (2017). Todos los derechos reservados

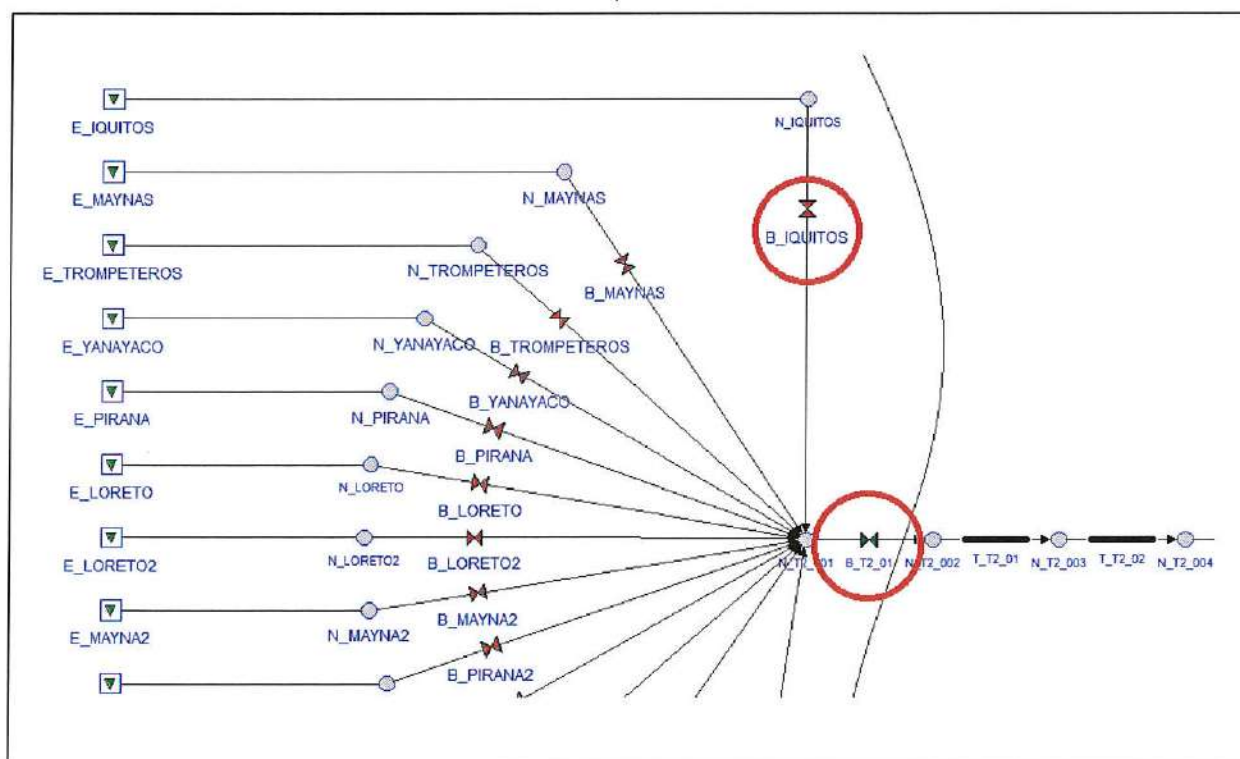




   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		<b>Página</b> 12 de 23	
			<b>Revisión</b>	
	No. Cliente:	-	<b>No.</b>	<b>Fecha</b>
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

Gráficamente, las válvulas han sido representadas de acuerdo con la simbología estándar aplicable por ISA, de manera particular, las válvulas que se encuentran en posición abierta se representan en verde y las válvulas que se encuentran en posición cerrada se representan en rojo, tal como se muestra en el siguiente fragmento de gráfico:

**Ilustración No 12. Representación de Válvulas**



Fuente:El Autor

Las válvulas se presentan identificadas con la letra inicial "B" en un esquema B\_XX\_##.

**Tubería:** se construyeron básicamente dos tipos de tuberías, TRANSFER LINES y HEADERS, con información de Longitud, Diámetro, Espesor, Rugosidad, etc. Que con información adicional del perfil de elevaciones genera una emulación virtual de las condiciones del Oleoducto real y con un comportamiento (simulado matemáticamente) comparable con los resultados del proceso real.





# INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)

Página

13 de 23

Revisión

No. Cliente:

-

No.

Fecha

No. SNC-Lavalin:

15529-6001-62RA-I-0001

00

2019-02-21

Ilustración No 13. Tubería

NAME	FROM	TO	LEN	OD	WT	T-	T+	EFF	FRICTION	RUF	K5	AMP	MODULUS	TABLE	DRAD
T_ORN_01	N_ORN_002	N_ORN_003	821.77	16.00	0.551	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_02	N_ORN_003	N_ORN_004	10810.87	16.00	0.406	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_03	N_ORN_005	N_ORN_006	654.49	16.00	0.562	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_04	N_ORN_007	N_ORN_008	42237.38	16.00	0.375	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_05	N_ORN_009	N_ORN_010	260.08	16.00	0.406	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_06	N_ORN_011	N_ORN_011	235.15	16.00	0.562	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_07	N_ORN_011	N_ORN_012	155.64	16.00	0.406	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_08	N_ORN_013	N_ORN_014	20878.55	16.00	0.400	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_09	N_ORN_014	N_ORN_015	14087.17	16.00	0.375	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_10	N_ORN_015	N_ORN_016	8884.92	16.00	0.406	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_11	N_ORN_017	N_ORN_018	578.97	16.00	0.562	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_12	N_ORN_019	N_ORN_020	15.48	16.00	0.406	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_13	N_ORN_021	N_ORN_022	27997.15	16.00	0.375	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_14	N_ORN_022	N_ORN_023	40789.43	16.00	0.438	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_15	N_ORN_024	N_ORN_025	533.71	16.00	0.562	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_16	N_ORN_027	N_ORN_028	10.00	16.00	0.562	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_16S	N_ORN_027S	N_ORN_029S	10.00	16.00	0.562	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_17	N_ORN_029	N_ORN_030	25371.06	16.00	0.25	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_18	N_ORN_030	N_ORN_031	108.82	16.00	0.406	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_19	N_ORN_031	N_ORN_032	30268.51	16.00	0.25	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_20	N_ORN_032	N_ORN_033	116.18	16.00	0.406	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_21	N_ORN_033	N_ORN_034	3235.99	16.00	0.25	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_22	N_ORN_035	N_ORN_036	1200.77	16.00	0.562	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_23	N_ORN_037	N_ORN_038	7920.38	16.00	0.25	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00
T_ORN_24	N_ORN_038	N_ORN_039	152.29	16.00	0.406	28.00	28.00	1.00	COLEBROOK	0.0018		1.00	29.00	Edt...	0.00

Fuente: El Autor

Ilustración No 14. Tubería

NAME	FROM	TO	LEN	OD	WT	T-	T+	EFF	FRICTION	RUF
T_T2_01	N_T2_002	N_T2_003	14492.33	36.00	0.563	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_02	N_T2_003	N_T2_004	5408.08	36.00	0.437	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_05	N_T2_006	N_T2_007	13473.39	36.00	0.406	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_06	N_T2_008	N_T2_009	30168.67	36.00	0.437	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_09	N_T2_013	N_T2_014	28339.46	36.00	0.406	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_11	N_T2_015	N_T2_016	17458.79	36.00	0.343	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_13	N_T2_020	N_T2_021	9078.67	36.00	0.437	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_14	N_T2_021	N_T2_022	2811.53	36.00	0.311	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_15	N_T2_022	N_T2_023	3514.43	36.00	0.437	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_19	N_T2_028	N_T2_029	19476.79	36.00	0.437	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_21	N_T2_030	N_T2_031	9637.65	36.00	0.406	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_24	N_T2_034	N_T2_035	29978.82	36.00	0.437	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_25	N_T2_035	N_T2_036	10944.35	36.00	0.311	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_28	N_T2_039	N_T2_040	1009.82	36.00	0.311	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_29	N_T2_041	N_T2_042	11148.32	36.00	0.311	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_31	N_T2_046	N_T2_047	6955.43	36.00	0.5	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_32	N_T2_048	N_T2_049	1017.00	36.00	0.5	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_33	N_T2_050	N_T2_051	5561.63	36.00	0.5	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_34	N_T2_051	N_T2_052	6164.95	36.00	0.311	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_35	N_T2_052	N_T2_053	12060.42	36.00	0.437	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_36	N_T2_054	N_T2_055	5814.39	36.00	0.437	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_37	N_T2_055	N_T2_056	37284.37	36.00	0.311	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_39	N_T2_060	N_T2_061	13509.05	36.00	0.311	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_43	N_T2_064	N_T2_065	29775.80	36.00	0.311	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_46	N_T2_067	N_T2_068	2510.77	36.00	0.689	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_47	N_T2_068	N_T2_069	7463.74	36.00	0.374	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018
T_T2_50	N_T2_074	N_T2_075	17620.79	36.00	0.874	25.00	25.00	1.00	COLEBROOK	0.0018



Fuente: El Autor

COPIA IMPRESA NO CONTROLADA

©SNC-Lavalin Perú (2017). Todos los derechos reservados

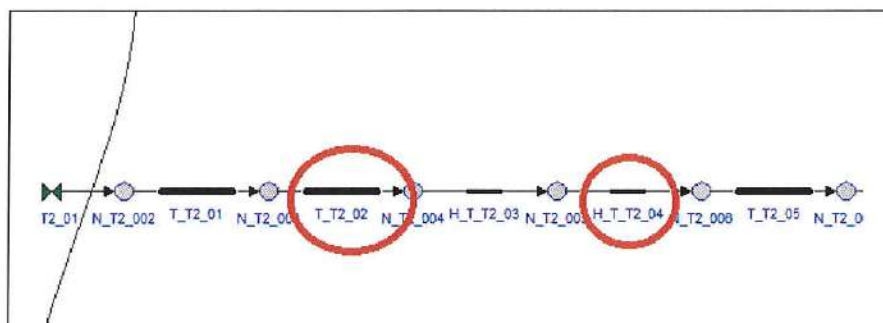




  <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>			<b>Página</b> 14 de 23	
				<b>Revisión</b>	
	No. Cliente:	-			<b>No.</b> 00
	No. SNC-Lavalin:	15529-8001-62RA-I-0001			<b>Fecha</b> 2019-02-21

Gráficamente las tuberías y los cabezales son representados por líneas rectas con un "tubo" al interior del componente, es una representación particular generada por SPS, tal como se muestra en la siguiente ilustración:

**Ilustración No 15. Tubería**



Fuente: El Autor

Por convención, las tuberías han sido representadas con la letra "T" inicial y los cabezales han sido representados con la letra "H" inicial, consistente con la nomenclatura que utiliza el SPS internamente.

**Puntos de Inyección y Entrega:** Son conceptualmente el mismo nodo de entrada/salida, sin embargo, para facilidad de simulación, se ha generado un punto de inyección por cada uno de los fluidos (crudo) que se puede manejar en el sistema, esto permitirá realizar simulaciones con mayor facilidad en lo que al manejo de baches se refiere, permitiendo que con una operación simple de apertura o cierre de válvula se pueda alternar entre diferentes productos ingresados al sistema.

Al igual que con otros componentes, una letra inicial determina el tipo de componente asociado, en este caso una estación de ingreso y para ella se ha establecido la letra "E" de manera consistente con las convenciones internas del SPS, tal como lo indica la siguiente tabla tomada del modelo:

**Ilustración No 16. Estación de Ingreso**



NAME	CNC	STYPE	SPT	SP	PMIN	PMAX
E_IQUITOS	N_IQUITOS	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_IQUITOS2	N_IQUITOS2	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_LORETO	N_LORETO	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_LORETO2	N_LORETO2	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_MAYNA2	N_MAYNA2	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_MAYNAS	N_MAYNAS	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_PIRANA	N_PIRANA	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_PIRANA2	N_PIRANA2	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_RPS	N_RPS	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_RPS_ILI	N_RPS_ILI	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_TROMPETEROS	N_TROMPETEROS	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_YANAYACO	N_YANAYACO	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
E_YANAYACU2	N_YANAYACU2	TAKE	Pressure	64.00	-1.03	351.53
ESTACION_BAYOVAR	N_T2_083	SALE	Pressure	1.80	-1.03	351.53

Fuente: El Autor

**COPIA IMPRESA NO CONTROLADA**

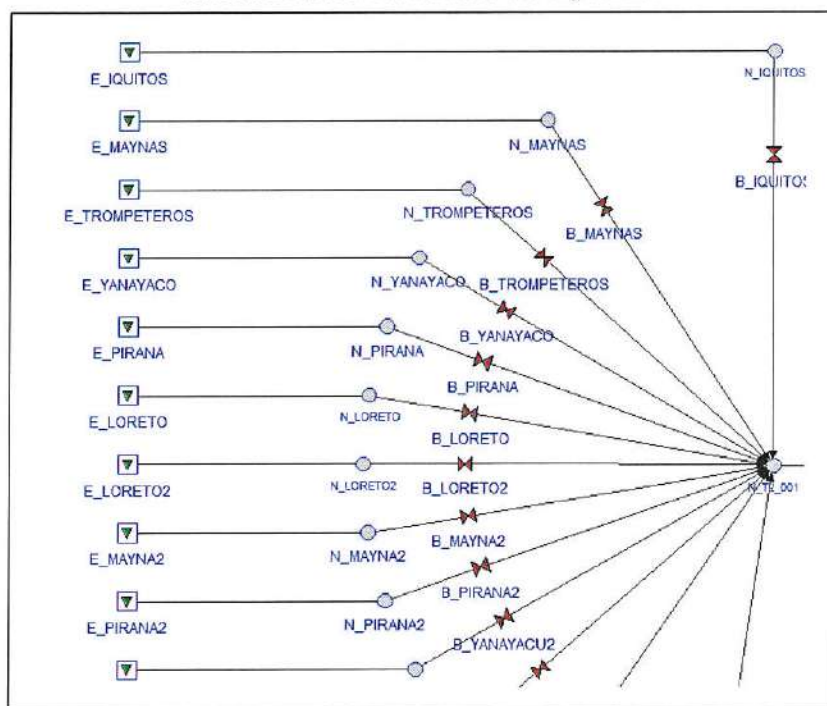
©SNC-Lavalin Perú (2017). Todos los derechos reservados



   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		<b>Página</b> 15 de 23	
			<b>Revisión</b>	
	No. Cliente:	-	No.	<b>Fecha</b>
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

Gráficamente los puntos de inyección se representan tal como se indica en la siguiente ilustración:

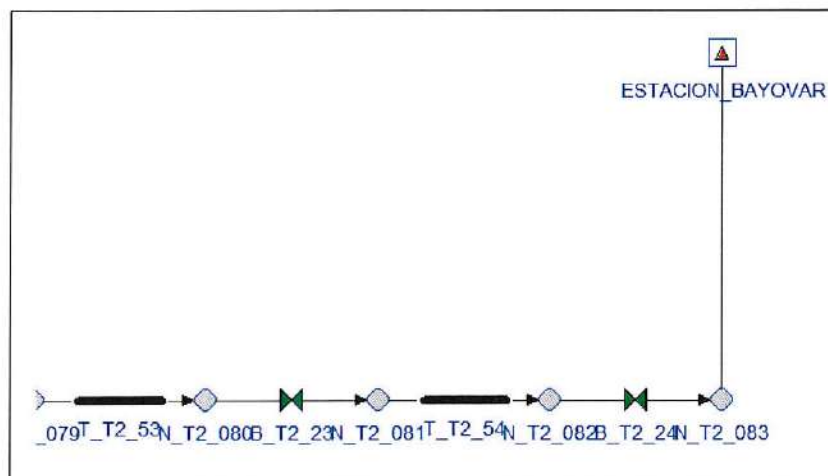
**Ilustración No 17. Puntos de Inyección**



Fuente: El Autor



De igual manera, los puntos de salida están etiquetados con la letra inicial "E" señalando que pertenecen a la misma categoría desde el punto de vista del simulador SPS, sin embargo, gráficamente luce de manera distinta como lo indica la siguiente ilustración:

**Ilustración No 18. Puntos de Salida**



Fuente: El Autor



   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		Página 16 de 23	
			Revisión	
	No. Cliente:	-	No.	Fecha
No. SNC-Lavalin:		15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

**Estaciones de Bombeo:** Corresponden a representaciones simbólicas de las estaciones de bombeo propiamente dichas y se configuran en número y capacidad según correspondan a las características mecánicas de los componentes, tal como se indica en la siguiente tabla tomada del SPS.

**Ilustración No 19.** Estaciones de Bombeo

Item	Value	Units	Description
NAME	EB_8GT1		Unique device name
FROM	N_T2_056B		Upstream connection
TO	N_T2_058B		Downstream connection
STARTING	Yes		Initial status
SPEED	3500.00	RPM	Rated pump speed
POWER	4000.00	HP	Rated driver power
INERT	1.00	MLBM-FT2	Effective moment of inertia
TORQ	160.00		Average starting torque as a percent of running torque
RPM-BP	3300.00	RPM	Pump speed at best efficiency point
HP-BP	2400.00	HP	Pump brake horsepower based on water at BEP
HD-BP	360.00	M	Pump differential head at BEP
Q-BP	120.00	MAB/D	Pump flow rate at BEP
TQ+BP		FT-LB	Pump torque at BEP flow and 0 speed
TQ-BP		FT-LB	Pump torque at BEP reverse flow and 0 speed
DH+BP		M	Differential head at BEP flow and 0 speed
DH-BP		M	Differential head at BEP reverse flow and 0 speed
STG			Number of stages
SFR	0.00		Stopping friction, percent of rated torque
H-CURVES	Select Curve		Head vs. Flow curves
Power relation	POWER		Using power or efficiency curves
P-CURVES	Select Curve		Power vs. Flow curves
SB_DP	0.00	KG/CM2	Suction block valve: pressure drop when fully open
SB_Q	0.00	B/D	Suction block valve: flow when fully open
SB_BCRV	Linear (built-in)		Suction block valve: Opening and closing curve
SB_TRT	0.00	MIN	Suction block valve: Travel time
SB_START	0.00	MIN	Suction block valve: Delay after pump is started before valve starts to open
SB_STOP	0.00	MIN	Suction block valve: Delay after pump is stopped before valve starts to close
SC_DP	0.00	KG/CM2	Suction check valve: pressure drop when fully open
SC_Q	0.00	B/D	Suction check valve: flow when fully open
DB_DP	0.00	KG/CM2	Discharge block valve: pressure drop when fully open
DB_Q	0.00	B/D	Discharge block valve: flow when fully open

Fuente: El Autor



Han sido designadas con las letras iniciales "EB" y con el nombre del componente en campo, de modo que EB\_8GT1 corresponde a la Bomba Número 1 de la Estación 8 del Tramo 2. Conservando misma codificación de colores para otros componentes, la bomba en servicio se representa en color verde y la que está fuera de línea en rojo tal como lo muestra la siguiente figura:

**COPIA IMPRESA NO CONTROLADA**

©SNC-Lavalin Perú (2017). Todos los derechos reservados





   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		<b>Página</b> 17 de 23	
			<b>Revisión</b>	
	<b>No. Cliente:</b>	-	<b>No.</b>	<b>Fecha</b>
	<b>No. SNC-Lavalin:</b>	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

**Ilustración No 20. Estación de Bombeo**



Fuente: El Autor



## 7.1 Condiciones generales

Para todos los modelos de simulación realizados, la primera etapa consiste en la simplificación de los esquemas constructivos de manera que la representación sea funcionalmente equivalente, aunque conservando el nivel de complejidad lo más bajo posible, en algunos casos esto puede incluso significar la creación de más componentes que los que se tienen en el sistema realmente, tal es el caso de los puntos de inyección, ejemplo en el cual los componentes creados superan el número de componente realmente instalados ya que si bien es posible que en campo se tenga una única válvula de ingreso al Oleoducto, en el esquema representativo se tienen múltiples válvulas una para cada uno de los productos y se configuran de manera homogénea todas sus propiedades para simular un único componente, en el otro extremo está por ejemplo los nodos de salida en los cuales se representa con un único componente lo que podría ser una salida múltiple en una estación de recibo como lo es el caso de la Estación 5 y Bayovar.

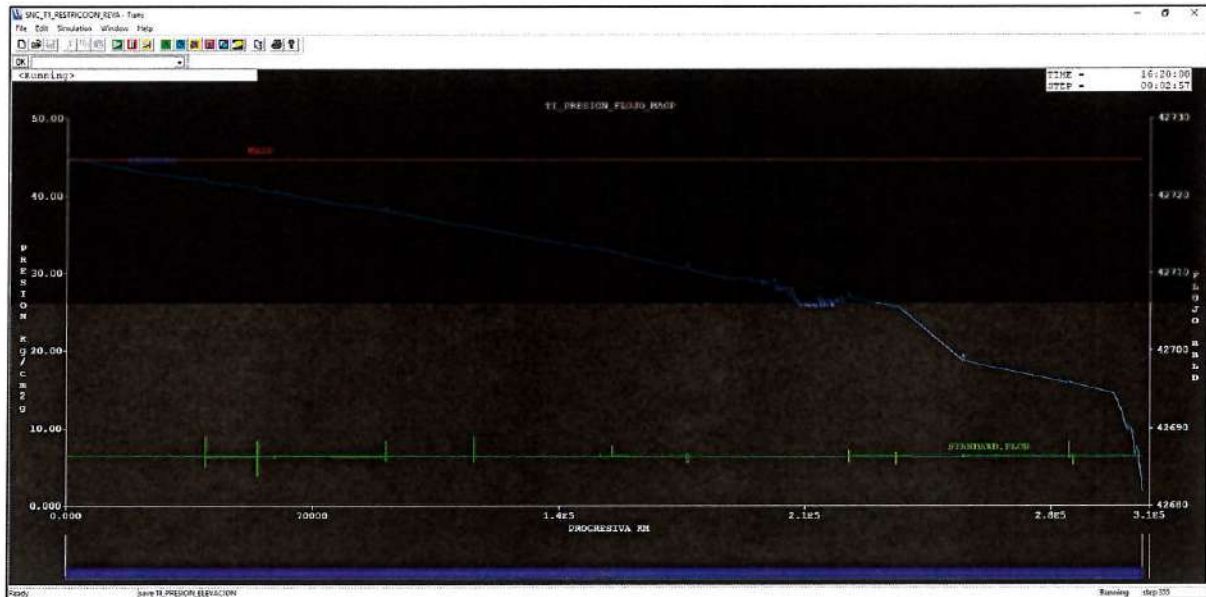
Otras aproximaciones se realizan en válvulas, tuberías, estaciones de bombeo, en las cuales matemáticamente algunas variables arrojan poco o ningún impacto en los resultados de la simulación, por lo que suele ser omitidos, tal como fragmentos cortos de tubería, cambio de diámetro en secciones cortas, etc. otra de las aproximaciones que se utiliza consiste en la creación de tuberías (secciones de Oleoductos) con un espesor promedio (promedio ponderado) de tal manera que una misma sección de tubería esté representando múltiples segmentos individuales con espesores variables.

## 7.2 Condiciones específicas

En cada uno de los escenarios simulados, se establecieron las características específicas aplicables a cada modelo de tal forma que, por ejemplo, en el caso de los escenarios asociados a restricciones de flujo por limitaciones en la presión de operación, se establecieron los cambios en las estaciones de bombeo de tal manera que en estos casos particulares la geometría del sistema es tuviese limitada por esta MAOP.

   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		<b>Página</b> 18 de 23	
			<b>Revisión</b>	
	No. Cliente:	-	No.	Fecha
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

**Ilustración No 21. Limitación por MAOP**



Fuente: El Autor



En el caso de las simulaciones asociadas a corridas de Raspadores ILI, se establecieron las rutas (trampa de envío y trampa de recibo) que deben recorrer cada uno de los raspadores, de igual manera se configuró y creó un RASPADOR específico para cada uno de los subsistemas generados entre trampas.

**Ilustración No 22. Raspador**



Fuente: El Autor



   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		<b>Página</b> 19 de 23	
			<b>Revisión</b>	
	No. Cliente:	-	No.	Fecha
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

Es importante señalar que en algunos casos alcanzar la estabilidad del sistema requirió la utilización de comandos de control (similares a los que hubiese tomado el operador de la sala de control a fin de alcanzar condiciones de flujo estable) pudiera ser por ejemplo una secuencia específica de encendido de válvulas, el aumento temporal de presión, las modificaciones de las condiciones de entrega, etc.

### 7.3 Escenarios generados



De acuerdo a lo establecido de manera conjunta con Petroperú, los escenarios a simular son:

- Escenario uno: Ramal norte a condición de máximo flujo.
- Escenario dos: Ramal norte a condiciones de presión restringida.
- Escenario tres: Tramo uno condición de máximo flujo
- Escenario cuatro: Tramo uno, condiciones de presión restringida.
- Escenario cinco: Tramo uno, condiciones adecuadas para la corrida de raspadores ILI.
- Escenarios seis: Tramo dos, condiciones de máximo flujo.
- Escenarios siete: Tramo dos, condiciones de presión restringida.
- Escenario ocho: Tramo dos, condiciones adecuada para la corrida raspadores ILI.

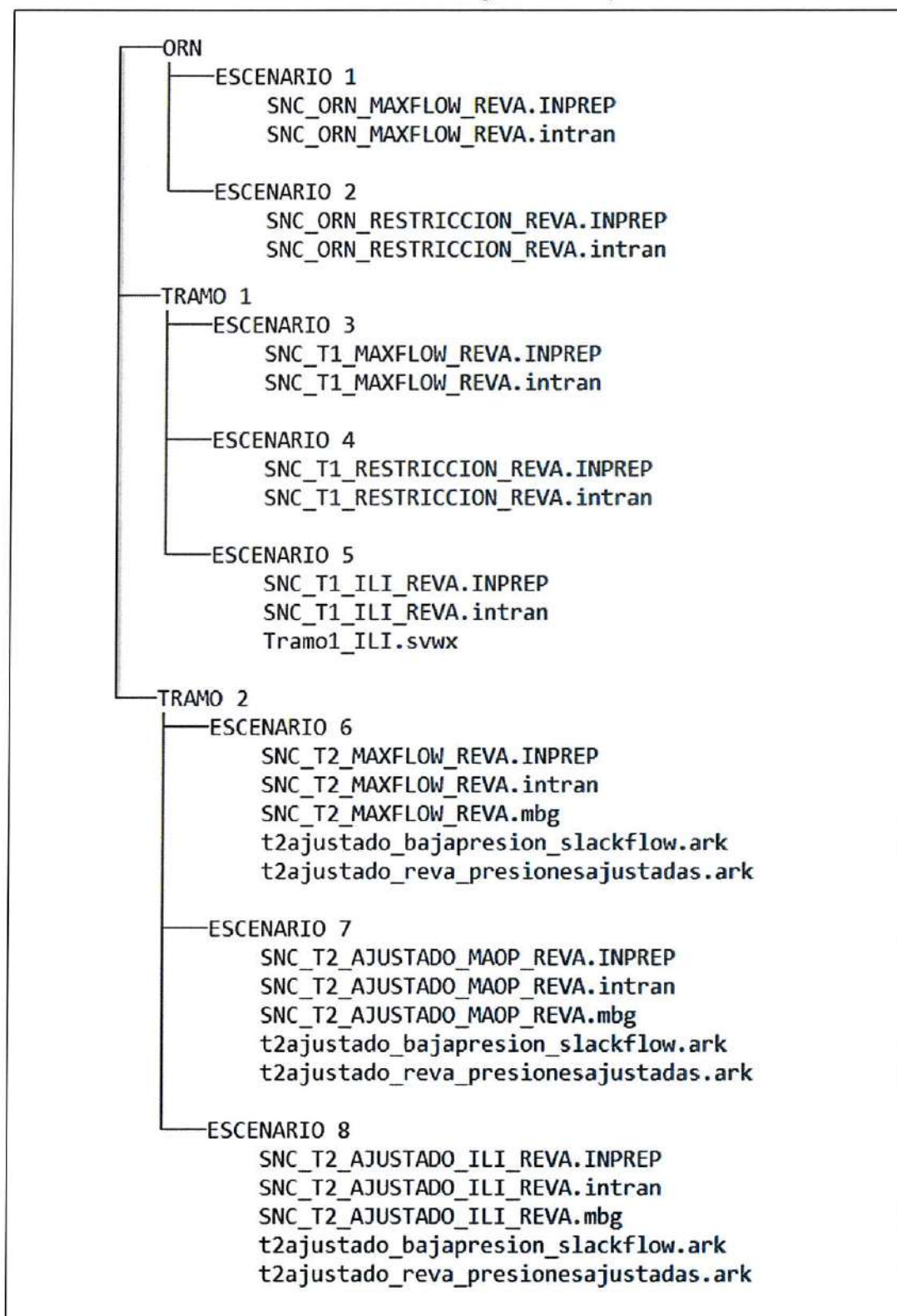
Para ello se generaron igual cantidad de carpetas digitales de almacenamiento, el contenido de las mismas puede observarse en la siguiente serie de imágenes:

Tal como se mencionó anteriormente, en algunos casos sólo fue requerida la configuración base INPREP y la configuración dinámica INTRAN para alcanzar la estabilidad del sistema, en otros casos fue necesaria la implementación de algunas rutinas adicionales (generando los mencionados comandos quedaría el operador en el proceso arranque de uno de los sistemas) y los archivos ARK representan esas condiciones específicas de estabilidad alcanzada.

Finalmente puede observarse algunos archivos de configuración de VIEWPORT (\*.svwx) en la cual siempre configurado los raspadores como herramientas interactivas.

   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		<b>Página</b> 20 de 23	
			<b>Revisión</b>	
	No. Cliente:	-	No.	Fecha
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

**Ilustración No 23. Configuración Raspadores**





Fuente: El autor

**COPIA IMPRESA NO CONTROLADA**

©SNC-Lavalin Perú (2017). Todos los derechos reservados





   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		<b>Página</b> 21 de 23	
			<b>Revisión</b>	
	No. Cliente:	-	No.	Fecha
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

## 8.0 CONCLUSIONES

La generación de los modelos de simulación asociados a cada uno de los segmentos, fue desarrollada de manera completa, en algunos casos identificando la información disponible y en otros casos generando información basada en configuraciones estándar, modelos específicos o valores por defectos generado por el software, en todos los casos el proceso de ajuste y afinado (fine tuning) a desarrollar durante los meses (o inclusive años) de uso continuo de la herramienta permitirá al modelo representar de manera más fidedigna las condiciones reales dominantes en el Oleoducto.

## 9.0 RECOMENDACIONES

Dado que la simulación de condiciones de operación requiere una gran cantidad de poder de cómputo, se recomienda que el equipo a utilizar posea características superiores a las mínimas indicadas por el fabricante del software SPS, para el caso particular del desarrollo e implementación de los modelos se utilizó un equipo con las siguientes características:

**Ilustración No 24.** Características de equipo

Ver información básica acerca del equipo

Edición de Windows

Windows 10 Home

© 2018 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

Sistema

Procesador: Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.50GHz 2.70 GHz

Memoria instalada (RAM): 16,0 GB (15,9 GB utilizable)

Tipo de sistema: Sistema operativo de 64 bits, procesador x64

Lápiz y entrada táctil: Compatibilidad con entrada táctil con 10 puntos táctiles





Fuente: El Autor

Sin embargo, se observó que durante la ejecución de simulaciones dinámicas (en particular asociadas al Tramo dos) la capacidad de cómputo no era suficiente llegándose presentar algunos bloqueos temporales y ejecución retrasada de algunos comandos.

En cuanto a la creación de futuros modelos, se recomiendan entre otros:

- Simplificar la configuración de los mismos
- Realizar una caracterización completa de los diferentes crudos a utilizar en el sistema, en particular realizando mediciones de viscosidad no solamente las condiciones estándar establecidas por la norma ASTM D 445-12, sino también, agregando algunos puntos de medición de viscosidad a condiciones de operación (lo más aproximado a las condiciones de operación posible), algo similar se debe realizar con las mediciones de presión de vapor, ya que en algunos casos se han observado condiciones de "flujo en canal" o "slack flow" condición que hace parte de la "estrategia de operación" del sistema y que por tanto debe caracterizarse de manera correcta a fin de permitirle al simulador SPSS tener la información adecuada para simular esta condición de manera fidedigna.





   <b>SNC-LAVALIN</b>	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		<b>Página</b> 22 de 23	
			<b>Revisión</b>	
	<b>No. Cliente:</b>	-	<b>No.</b>	<b>Fecha</b>
	<b>No. SNC-Lavalin:</b>	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

- Revisar la información suministrada por Petroperú relacionada con la operación del ORN, Tramo I y Tramo II del ONP.
- Dado que el modelo permite el control de las presiones máximas permisibles de operación MAOP como una progresiva a lo largo de los diferentes segmentos de tubería, un cálculo completo de los límites operacionales puede ser desarrollado a fin de incorporar dicha información al sistema y evaluar entonces el comportamiento real de la presión versus la resistencia máxima permitida para cada uno de los segmentos de tubería.
- Clasificar la información de entrada que se requiere para la implementación del SPSS.
- Utilizar las plantillas entregadas durante el desarrollo del sistema para generar las nuevas condiciones y realizar el "filtrado de datos" de los parámetros importantes para el sistema, de tal manera que se cierren las brechas de cálculo de MAOP a condiciones más ajustadas al sistema, algo totalmente contrario debe realizarse sin embargo, con el perfil de elevaciones, es decir en la medida de lo posible debe simplificarse el registro de valores de esta variable, utilizando para ello las premisas de importancia de la variable, pues pequeños cambios en las elevaciones generan variaciones prácticamente imperceptibles en la presión o el caudal y por tanto tienen poca incidencia en los resultados, sin embargo gran cantidad de información ha sido cargada y genera que el modelo sea mucho más complejo y por tanto la velocidad de ejecución de los cálculos disminuya.
- En la medida de lo posible, deben realizarse los ajustes necesarios para obtener segmentos de tubería significativos, esto implica que algunos nodos de salida o entrada muy cercanos puedan ser unificados en un único elemento, evitar que la relación entre las tuberías más largas y más cortas superen el valor recomendado de 1500:1 con lo cual el cálculo de tiempo requeridos para las simulaciones dinámicas es más homogéneo permitiendo al simulador SPSS operar de forma más eficiente en cuanto al uso del tiempo.
- Otras recomendaciones específicas asociadas a cada uno de los escenarios han sido incorporadas en cada uno de los modelos correspondientes, es importante entender que los modelos entregados son una primera aproximación a la realidad del sistema, ajustado en virtud de los datos geométricos obtenidos al momento de la realización del modelo, pero ajustados con la información (inclusive escasa en algunos casos) de equipos, fluidos, características de válvulas etc. y que por tanto en la medida en que se obtiene más información del sistema SCADA (por ejemplo por incorporación de nuevas variables en la base de información del sistema) se podrán incorporar mejores características al modelo de tal manera que su respuesta sea más parecida al comportamiento real del sistema.

## 10.0 ANEXOS

Se adjuntan en formato digital los siguientes archivos:

- Anexo No 1: SNC\_ORN\_MAXFLOW\_REVA.INPREP
- Anexo No 2: SNC\_ORN\_MAXFLOW\_REVA.intran
- Anexo No 3: SNC\_ORN\_RESTRICCION\_REVA.INPREP
- Anexo No 4: SNC\_ORN\_RESTRICCION\_REVA.intran

 	<b>INFORME DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION DEL SYNERGI PIPELINE SIMULATOR SOFTWARE (SPSS) EN EL ORN Y ONP (TRAMO I Y TRAMO II)</b>		Página 23 de 23	
			Revisión	
	No. Cliente:	-	No.	Fecha
	No. SNC-Lavalin:	15529-6001-62RA-I-0001	00	2019-02-21

- Anexo No 5: SNC\_T1\_MAXFLOW\_REVA.INPREP
- Anexo No 6: SNC\_T1\_MAXFLOW\_REVA.intran
- Anexo No 7: SNC\_T1\_RESTRICCION\_REVA.INPREP
- Anexo No 8: SNC\_T1\_RESTRICCION\_REVA.intran
- Anexo No 9: SNC\_T1\_ILI\_REVA.INPREP
- Anexo No 10: SNC\_T1\_ILI\_REVA.intran
- Anexo No 11: Tramo1\_ILI.svw
- Anexo No 12: SNC\_T2\_MAXFLOW\_REVA.INPREP
- Anexo No 13: SNC\_T2\_MAXFLOW\_REVA.intran
- Anexo No 14: SNC\_T2\_MAXFLOW\_REVA.mbg
- Anexo No 15: t2ajustado\_bajapresion\_slackflow.ark
- Anexo No 16: t2ajustado\_reva\_presionesajustadas.ark
- Anexo No 17: SNC\_T2\_AJUSTADO\_MAOP\_REVA.INPREP
- Anexo No 18: SNC\_T2\_AJUSTADO\_MAOP\_REVA.intran
- Anexo No 19: SNC\_T2\_AJUSTADO\_MAOP\_REVA.mbg
- Anexo No 20: t2ajustado\_bajapresion\_slackflow.ark
- Anexo No 21: t2ajustado\_reva\_presionesajustadas.ark
- Anexo No 22: SNC\_T2\_AJUSTADO\_ILI\_REVA.INPREP
- Anexo No 23: SNC\_T2\_AJUSTADO\_ILI\_REVA.intran
- Anexo No 24: SNC\_T2\_AJUSTADO\_ILI\_REVA.mbg
- Anexo No 25: t2ajustado\_bajapresion\_slackflow.ark
- Anexo No 26: t2ajustado\_reva\_presionesajustadas.ark

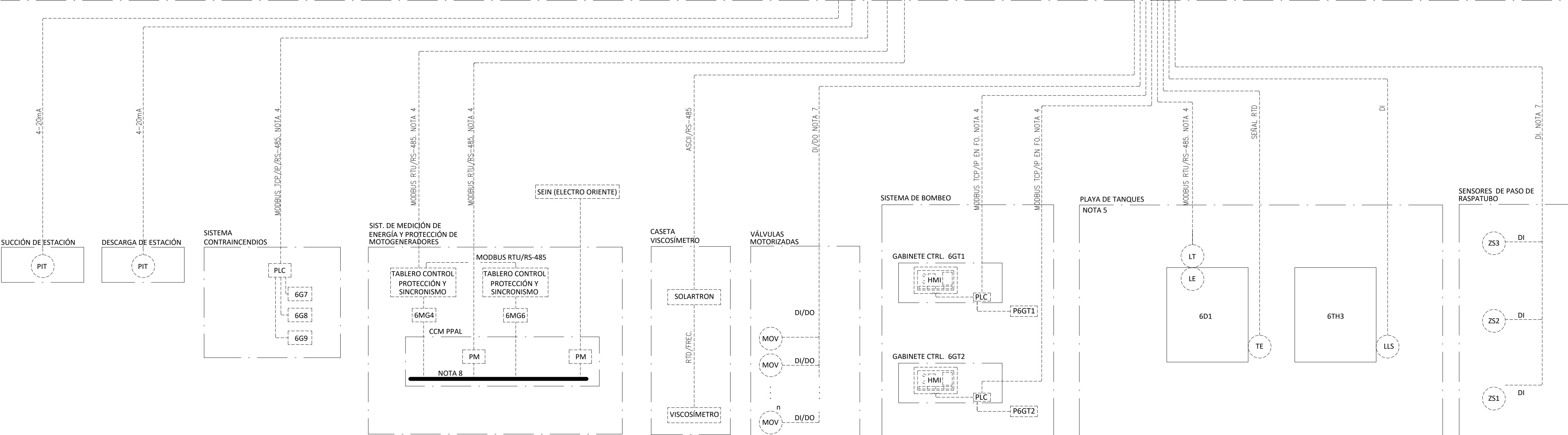
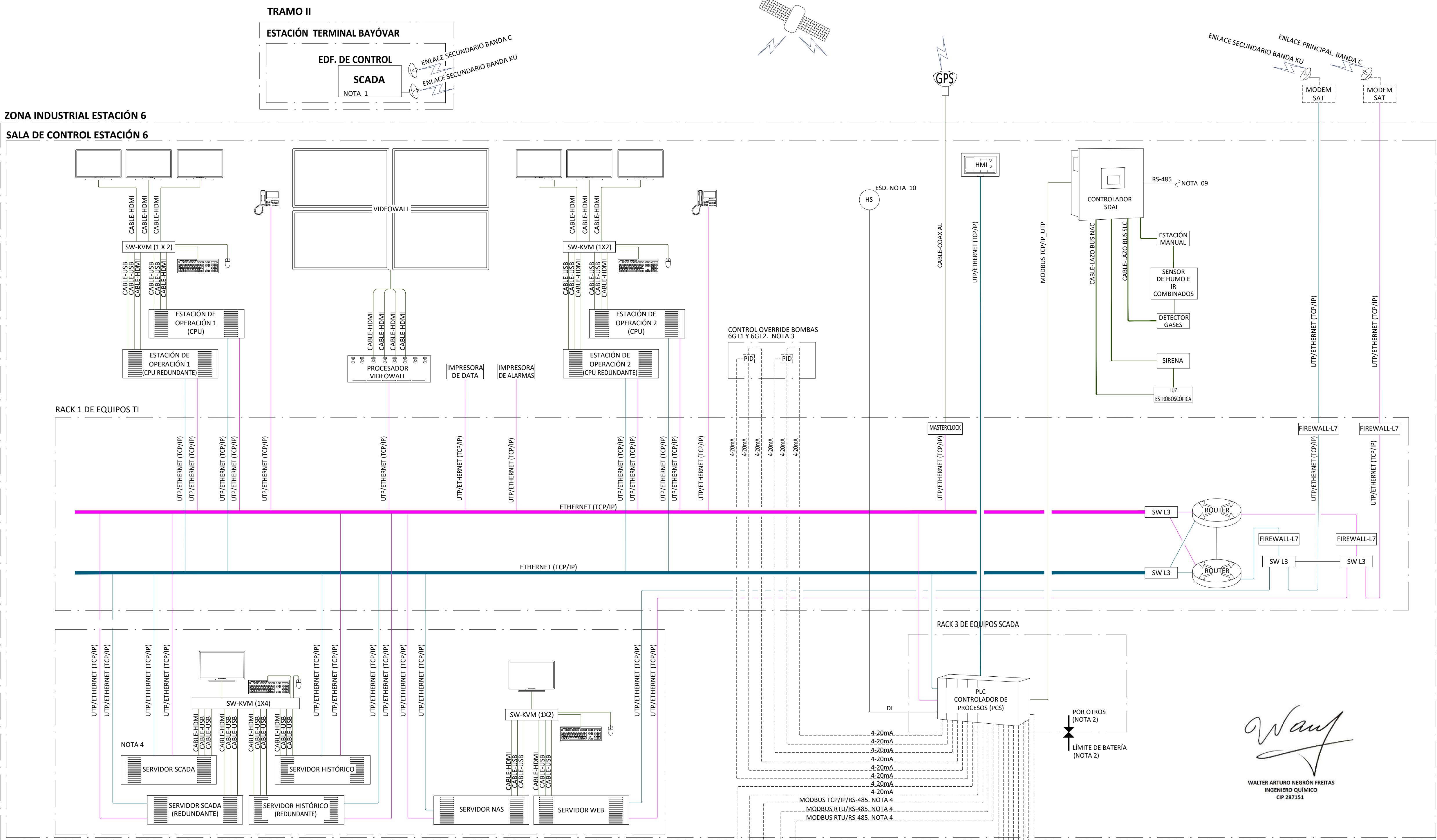
## FIN DEL DOCUMENTO

1

**ARQUITECTURAS DE CONTROL PROYECTADAS DE LAS  
ESTACIONES DEL TRAMO II DEL ONP**



ZONA INDUSTRIAL ESTACIÓN 6  
SALA DE CONTROL ESTACIÓN 6



SIMBOLOGÍA, ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

	CORTAFUEGOS DE CAPA 7		POWER MEASUREMENT (EXISTENTE)
	SWITCH DE RED ETHERNET DE CAPA 3		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (EXISTENTE)
	TECLADO		MOUSE
	ROUTER PERIMETRAL		TELÉFONO VoIP
	SATÉLITE		INTERFAZ HOMBRE - MÁQUINA (DISPLAY)

	CONMUTADOR KVM DE 2 ENTRADAS DE TECLADO, VIDEO Y MOUSE
	CONMUTADOR KVM DE 4 ENTRADAS DE TECLADO, VIDEO Y MOUSE
	SERVIDOR/GENERADOR DE TIEMPO DE RELOJ PARA SINCRONIZAR LA RED
	INDICA EXISTENTE.
	REPRESENTA EL CABLEADO USB, HMI, ETHERNET O LAZO SCL CONFORME A LO INDICADO EN LA DESCRIPCIÓN DEL BUS.
	REPRESENTA EL BACKBONE PRINCIPAL ETHERNET
	REPRESENTA EL BACKBONE REDUNDANTE ETHERNET
	INDICA LÍMITE DE BATERÍAS DEL ALCANCE DE LOS TRABAJOS A REALIZAR EN EL PROYECTO.

ETHERNET:	NOMBRE COMERCIAL PARA REFERIRSE A LA TECNOLOGÍA BASADA EN LA NORMA IEEE 802.3 EN TODAS SUS VERSIONES Y VARIANTES.
FIREWALL:	DISPOSITIVO DE SEGURIDAD DE RED QUE SUPERVISA EL TRÁFICO DE RED ENTRANTE Y SALIENTE Y DECIDE SI PERMITE O BLOQUEA TRÁFICO ESPECÍFICO EN FUNCIÓN DE UN CONJUNTO DEFINIDO DE POLÍTICAS DE SEGURIDAD EN REDES.
HS:	BOTÓN PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA DE BOMBAS (ESD)
KVM:	TECLADO, VIDEO Y MOUSE (KEYBOARD VIDEO & MOUSE).
MARSHALLING:	AGRUPAMIENTO ORGANIZADO DE BORNERS QUE PERMITE INTERCONECTAR, DE FORMA MODULAR, LOS CABLES PROVENIENTES DE CAMPO CON LOS BORNES I/O DE LOS CONTROLADORES.
NAS:	SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO CONECTADO A RED. CONFORME A API 1164.
PCS:	ABREVIATURA DE PROCESOS.
PIT:	TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN.
SEIN:	SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL.
TE:	ELEMENTO DE MEDIÓN DE TEMPERATURA (RTD).
RACK:	GABINETE (BASTIDOR) DE EQUIPOS.
UTP:	CABLE DE PAR TRENZADO CATEGORÍA 6.

NOTAS

- VER PLANO N° OLE-T-SCADA-IBE-AIC-PL-013 "ARQUITECTURA DEL SCADA DEL OLEODUCTO NOR-PERUANO".
- EL ALCANCE DE LA ADECUACIÓN DEL SISTEMA SCADA DEL OLEODUCTO NOR-PERUANO EN LA ESTACIÓN 6 CONSISTE EN BRINDAR LAS PREVISIONES DE BORNERS EN EL MARSHALLING DEL PLC DE PROCESOS. A ESTOS BORNERS DEBERÁN CONECTARSE PORTERIORMENTE LOS CABLES CON LAS SEÑALES DE LOS DISTINTOS PLC'S, ACTUADORES Y/O INSTRUMENTOS DE LA ESTACIÓN, PROCURANDO PARA ESTO, QUE EL TIPO DE SEÑAL (DISCRETAS, ANALÓGICAS Y SERIALES) SEAN ESTANDARIZADAS USANDO 4-20 mA, DI/DO E INTERFACES/BUSES TIPO RS-485, ETHERNET EN CABLE UTP, ETHERNET EN FIBRA ÓPTICA O INCLUSO FOUNDATION FIELDBUS SOBRE PAR TRENZADO, ASÍ COMO PROTOCOLOS ACTUALIZADOS Y ABIERTOS QUE PERMITAN SU MANTENIMIENTO EN EL TIEMPO, SIENDO LOS MÁS RECOMENDADOS: MODBUS TCP/IP, MODBUS RTU, HART, TCP/IP O FOUNDATION FIELDBUS.
- CONTROLADOR PROPORCIONAL, INTEGRADOR Y DERIVATIVO (PID), EL CUAL DEBERÁ DESMANTELARSE DEL PANEL DE CONTROL/MÍMICO Y ALOJARSE EN UNA CAJA NEMA 3 O IP64, ADOASADA A LA PARED EN SALA DE CONTROL. LA SEÑAL DEL PID SERÁ TRANSMITIDA VÍA 4-20 mA HASTA EL PLC DE PROCESOS. A ESTE PID LLEGARÁN SEÑALES DE 4-20 mA SERVIDAS POR EL PLC DE PROCESOS Y PROVENIENTES DE LOS TRANSMISORES DE PRESIÓN A LA DESCARGA Y A LA SUCCIÓN DE LA ESTACIÓN 6.
- EL PROTOCOLO Y TIPO DE CABLE MOSTRADO ES RECOMENDACIÓN PARA LA ADECUACIÓN POSTERIOR DE LOS MÓDULOS DE COMUNICACIONES DE PLC'S EXISTENTES, ASÍ COMO SUS PROTOCOLOS Y APLICACIONES, CON EL FIN DE ESTANDARIZAR TODAS LAS COMUNICACIONES CON LOS NUEVOS EQUIPOS DEL SCADA, CONFORME A LO INDICADO EN LA NOTA 2.
- SOLO EL TANQUE DE ALIVIO 6D1 CUENTA CON INSTRUMENTACIÓN DE TELEMEDICIÓN DE NIVEL CON MONITOREO Y SUPERVISIÓN DESDE EL SCADA.
- CON EL FIN DE FACILITAR LA INTERPRETACIÓN DE ESTA ARQUITECTURA, SE HA SIMPLIFICADO LOS TRAZADOS DE LÍNEAS PARA CADA GRUPO DE LAZOS DE SEÑALES SIMILARES; POR LO TANTO, SE ENTIENDE QUE LA LLEGADA DE ESTA LÍNEA AL PLC DE PROCESOS, SUPONE UNA INTERCONEXIÓN AL MARSHALLING DE FORMA INDIVIDUAL PARA CADA UNO DE LOS LAZOS.
- REPRESENTA EL BUS BAR DE 480 V AC (BARRA DEL TABLERO) DEL CCM, DE DONDE SE CONECTA EL MEDIDOR DE ENERGÍA.
- EL CONTROLADOR DEL SDAI, es EL CONTROLADOR MAESTRO Y TENDRÁ FACILIDADES PARA UN BUS DE COMUNICACIÓN RS-485, EL CUAL INTERCONECTARÁ A LOS FUTUROS PANELES ESCLAVOS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS A SER UBICADOS EN RESTO DE LAS EDIFICACIONES.
- BOTÓN REMOTO DEL SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA (ESD) DE LAS BOMBAS 6GT1 Y 6GT2.

O	30-03-23	APROBADO POR EL CLIENTE	E.O.O.	J.Q.P.	W.N.F.	DRM/P.P.
A	18-05-22	EMITIDO PARA REVISIÓN	W.O.C.	P.C.V.	L.N.L.	D.R.M.
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJO	DISEÑO	REVISO	APROBO



PROYECTO:  
SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA EXTENDIDA DEL PROYECTO ADECUACIÓN DEL SISTEMA SCADA DEL ONP AL ARTICULO 21 DEL DS. N° 081-2007-EM

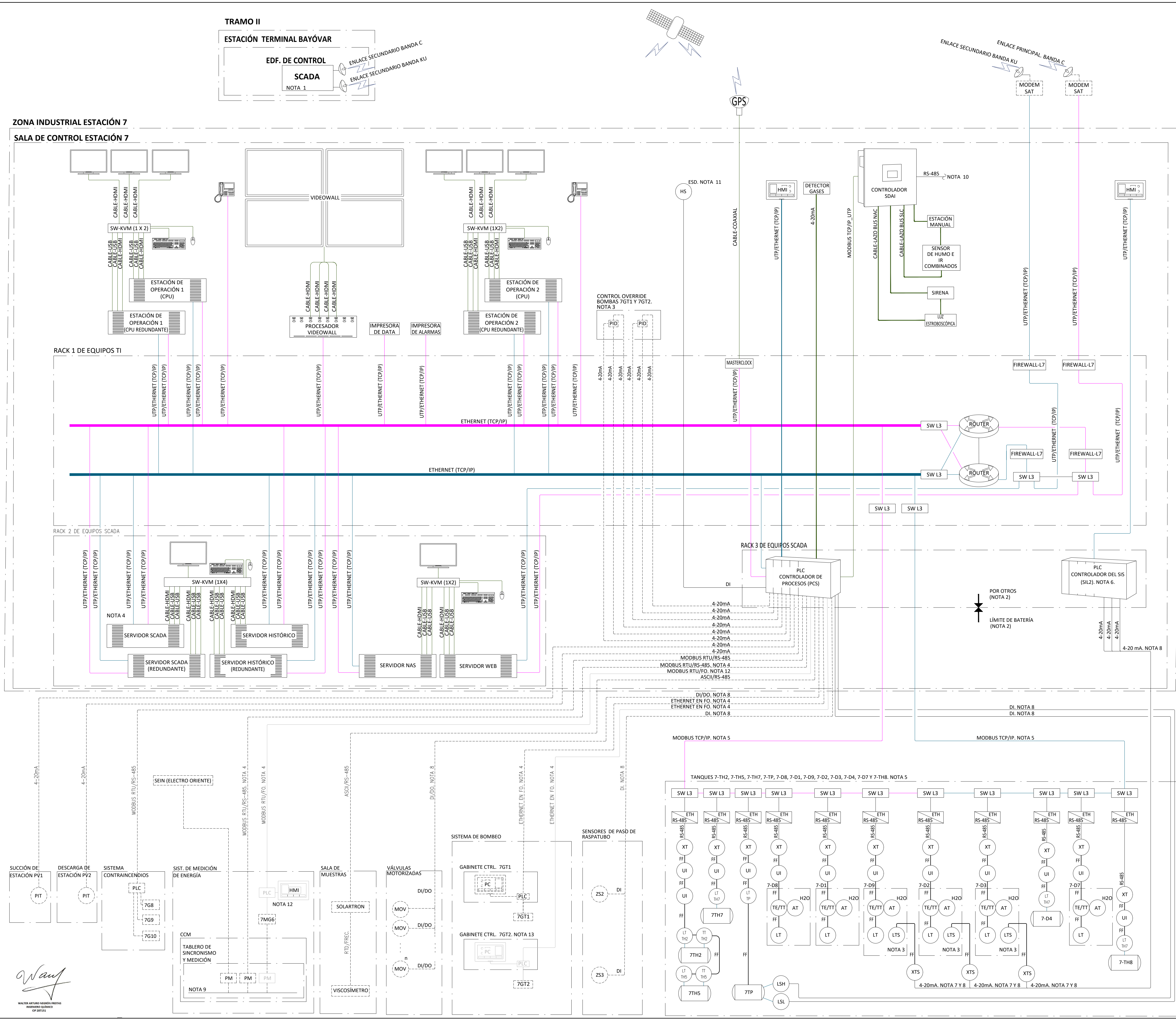
ORDEN DE TRABAJO (OTT): 95-1-019 | 4200082601

TÍTULO:  
ARQUITECTURA SCADA ESTACIÓN 6

DISEÑO:	REVISO:	APROBO:
J. QUINTERO	W. NEGRON	D. RAMÍREZ/F. PURIZACA
DIBUJO:	FECHA:	ESCALA:
E. OSORIO	30-03-23	N/A
PLANO CONTRATISTA No.:		

PLANO No.:	REV.
OLE-6-SCADA-IBE-AIC-PL-008	0





### SIMBOLOGIA, ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

	CORTAFUEGOS DE CAPA 7		POWER MEASUREMENT (EXISTENTE)
	SWITCH DE RED ETHERNET DE CAPA 3		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (EXISTENTE)
	TECLADO		TELEFONO VoIP
	ROUTER PERIMETRAL		INTERFAZ HOMBRE - MAQUINA (DISPLAY)
	SATÉLITE		COMPUTADOR SUPERVISOR DE LA TURBOBOMBA
	CONTROLADOR "SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS (SDAI)"		INTERFAZ RS-485 A ETHERNET 100-BASE-T
	CONMUTADOR KVM DE 2 ENTRADAS DE TECLADO, VIDEO Y MOUSE		
	CONMUTADOR KVM DE 4 ENTRADAS DE TECLADO, VIDEO Y MOUSE		
	SERVIDOR/GENERADOR DE TIEMPO DE RELOJ PARA SINCRONIZAR LA RED		
	FUTURO		
	INDICA EXISTENTE		
	REPRESENTA EL CABLEADO USB, HMI, ETHERNET O LAZO SLC CONFORME A LO INDICADO EN LA DESCRIPCIÓN DEL BUS.		
	BUS FOUNDATION FIELDBUS (FF)		
	REPRESENTA EL BACKBONE PRINCIPAL ETHERNET		
	INDICA LÍMITE DE BATERÍAS DEL ALCANCE DE LOS TRABAJOS A REALIZAR EN EL PROYECTO.		
	ETHERNET: NOMBRE COMERCIAL PARA REFERIRSE A LA TECNOLOGÍA BASADA EN LA NORMA IEEE 802.3 EN TODAS SUS VERSIONES Y VARIANTES.		
	ESD: SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA (EMERGENCY SHUT DOWN).		
	FIREWALL: DISPOSITIVO DE SEGURIDAD DE RED QUE SUPERVISA EL TRÁFICO DE RED ENTRANTE Y SALIENTE Y DECIDE SI PERMITE O BLOQUEA TRÁFICO ESPECÍFICO EN FUNCIÓN DE UN CONJUNTO DEFINIDO DE POLÍTICAS DE SEGURIDAD EN REDES.		
	FF: BUS FOUNDATION FIELDBUS		
	KVM: BOTÓN PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA DE BOMBAS (ESD)		
	LT: TRANSMISOR DE NIVEL		
	MARSHALLING: AGRUPOAMIENTO ORGANIZADO DE BORNERS QUE PERMITE INTERCONECTAR, DE FORMA MODULAR, LOS CABLES PROVENIENTES DE CAMPO CON LOS BORNERS I/O DE LOS CONTROLADORES.		
	NAS: SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO CONECTADO A RED, CONFORME A API 1164		
	PCS: ABREVIATURA DE PROCESOS		
	PIT: TRANSMISOR INDICADOR DE PRESION		
	RACK: GABINETE (BASTIDOR) DE EQUIPOS		
	SEIN: SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL		
	SIS: SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD		
	SIL 2: NIVEL DE INTERGRIDAD SEGURO N° 2 (SAFETY INTEGRITY LEVEL N° 2)		
	TE/AT: ELEMENTO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA (RTD) / Sonda INTERFASE DE AGUA		
	UI: CABLE DE PAR TRENZADO CATEGORÍA 6		
	XT: TRANSMISOR INDICADOR MULTIVARIABLE		
	XTS: TRANSMISOR INDICADOR MULTIVARIABLE SIL 2		

### NOTAS

- VER PLANO N° OLE-T-SCADA-IBE-AC-PL-013 "ARQUITECTURA DEL SCADA DEL OLEODUCTO NOR-PERUANO".
- EL ALCANCE DE LA ADECUACIÓN DEL SISTEMA SCADA DEL OLEODUCTO NOR-PERUANO EN LA ESTACIÓN 7 CONSISTE EN BRINDAR LAS PREVISIONES DE BORNERS EN EL MARSHALLING DEL PLC DE PROCESOS. A ESTOS BORNERS DEBERÁN CONECTARSE PORTERIORMENTE LOS CABLES CON LAS SEÑALES DE LOS DISTINTOS I/O'S, ACTUADORES Y/O INSTRUMENTOS DE LA ESTACIÓN. PROCURANDO PARA ESTO, QUE EL TIPO DE SEÑAL (DISCRETAS, ANALÓGICAS Y SERIALES) SEAN ESTANDARIZADAS USANDO 4-20 mA, DI/DO E INTERFACES/BUSES TIPO RS-485, ETHERNET EN CABLE UTP, ETHERNET EN FIBRA ÓPTICA O INCLUSO FOUNDATION FIELDBUS SOBRE PAR TRENZADO; ASÍ COMO PROTOCOLOS ACTUALIZADOS Y ABIERTOS QUE PERMITAN SU MANTENIMIENTO EN EL TIEMPO, SIENDO LOS MÁS RECOMENDADOS: MODBUS TCP/IP, MODBUS RTU, HART, TCP/IP O FOUNDATION FIELDBUS.
- CONTROLADOR PROPORCIONAL, INTEGRADOR Y DERIVATIVO (PID), EL CUAL DEBERÁ DESMANTELARSE DEL PANEL DE CONTROL/MÍMICO Y ALOJARSE EN UNA CAJA NEMA 3 O IP64, ADOSADA A LA PARED EN SALA DE CONTROL. LA SEÑAL DEL PID SERÁ TRANSMITIDA VÍA 4-20 mA HASTA EL PLC DE PROCESOS. A ESTE PID LLEGARÁN SEÑALES DE 4-20 mA SERVIDAS POR EL PLC DE PROCESOS Y PROVENIENTES DE LOS TRANSMISORES DE PRESIÓN A LA DESCARGA Y A LA SUCCIÓN DE LA ESTACIÓN 7.
- EL PROTOCOLO Y TIPO DE CABLE MOSTRADO ES RECOMENDACIÓN PARA LA ADECUACIÓN POSTERIOR DE LOS MÓDULOS DE COMUNICACIONES DE PLC'S EXISTENTES, ASÍ COMO SUS PROTOCOLOS Y APLICACIONES, CON EL FIN DE ESTANDARIZAR TODAS LAS COMUNICACIONES CON LOS NUEVOS EQUIPOS DEL SCADA, CONFORME A LO INDICADO EN LA NOTA 2.
- LOS TANQUES 7-TH2, 7-TH3, 7-TH7, 7-TP, 7-D8, 7-D1, 7-D9, 7-D2, 7-D3, 7-D4, 7-D7 Y 7-TH8 ONTARÁN CON INSTRUMENTACIÓN DE TELEMEDICIÓN DE NIVEL Y TEMPERATURA CON MONITOREO Y SUPERVISIÓN DESDE EL SCADA A TRAVÉS DE UN ANILLO DE FIBRA ÓPTICA Y BAJO PROTOCOLO MODBUS TCP/IP. ADEMÁS DESDE CADA CONTROLADOR XT SE IMPLEMENTARÁ EL BUS INTRÍNSECAMENTE SEGURO FOUNDATION FIELDBUS.
- SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA SOBREENALADO, CONFORME A LA NORMA API 2350 Y RECOMENDACIONES DEL DOCUMENTO N° NF-ISA-EST 7 "NORMAS ESTUDIO SISTEMA 7".
- CON EL FIN DE FACILITAR LA INTERPRETACIÓN DE ESTA ARQUITECTURA, SE HA SIMPLIFICADO LOS TRAZADOS DE LÍNEAS PARA CADA GRUPO DE LAZOS DE SEÑALES SIMILARES; POR LO TANTO, SE ENTIENDE QUE LA LLEGADA DE ESTA LÍNEA AL PLC DE PROCESOS O DEL SIS, SUPONE UNA INTERCONEXIÓN AL MARSHALLING DE FORMA INDIVIDUAL PARA CADA UNO DE LOS LAZOS.
- REPRESENTA LA BARRA DEL TABLERO DE SINCRONISMO DEL CCM, DE DONDE SE CONECTA EL MEDIDOR DE ENERGÍA Y LAS CARGAS DE LA ESTACIÓN.
- EL CONTROLADOR DEL SDAI, ES EL CONTROLADOR MAESTRO Y TENDRÁ FACILIDADES PARA UN BUS DE COMUNICACIÓN RS-485, EL CUAL INTERCONECTARÁ A LOS FUTUROS PANELES ESCLAVOS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS A SER UBICADOS EN RESTO DE LAS EDIFICACIONES.
- BOTÓN REMOTO DEL SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA (ESD) DE LAS BOMBAS 6GT1 Y 6GT2.
- FUTURO, EL MOTOGENERADOR 7MG6 ES DE ARRANQUE MANUAL, Y NO CUENTA CON CONTROLADOR CON FACILIDADES DE COMUNICACIÓN, POR LO QUE SE HA DE AGREGAR UN PLC PARA SU ARRANQUE REMOTO, ASÍ COMO EL MONITOREO DE SU ESTADO Y ALARMAS.
- FUTURO, SE HA DE IMPLEMENTAR UN LAZO DE COMUNICACIÓN EN FIBRA ÓPTICA MULTIMODO, DESDE EL CONTROLADOR DEL TURBOGENERADOR 7GT2 HASTA EL PLC DE PROCESOS DEL SCADA, CON EL OBJETO DE MONITOREAR Y ARRANCAR DE FORMA REMOTA EL TURBOGENERADOR DESDE SALA DE CONTROL.

1	30-03-23	APROBADO POR EL CLIENTE	E.O.O.	J.Q.P.	W.N.F.	D.R.M./P.P.
O	25-07-22	EMITIDO PARA APROBACIÓN	E.O.O.	W.N.F.	L.N.L.	D.R.M.
A	18-05-22	EMITIDO PARA REVISIÓN	W.O.C.	P.C.V.	L.N.L.	D.R.M.
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN		DIBUJO	DISEÑO	REVISO

PROYECTO:

SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA EXTENDIDA DEL PROYECTO ADECUACIÓN DEL SISTEMA SCADA DEL ONP AL ARTICULO 21 DEL DS. N° 081-2007-EM

ORDEN DE TRABAJO (OTT): 95-1-019 | 4200082601

TÍTULO:

ARQUITECTURA SCADA ESTACIÓN 7

DISEÑO:	REVISO:	APROBO:
J. QUIINTERO	W. NEGRÓN	D. RODRIGUEZ/F. PURIZACA
DIBUJO:	FECHA:	ESCALA:
E. OSORIO	30-03-2023	N/A
PLANO CONTRATISTA No.:		
PLANO No.:		
OLE-7-SCADA-IBE-AC-PL-008		
REV. 1		

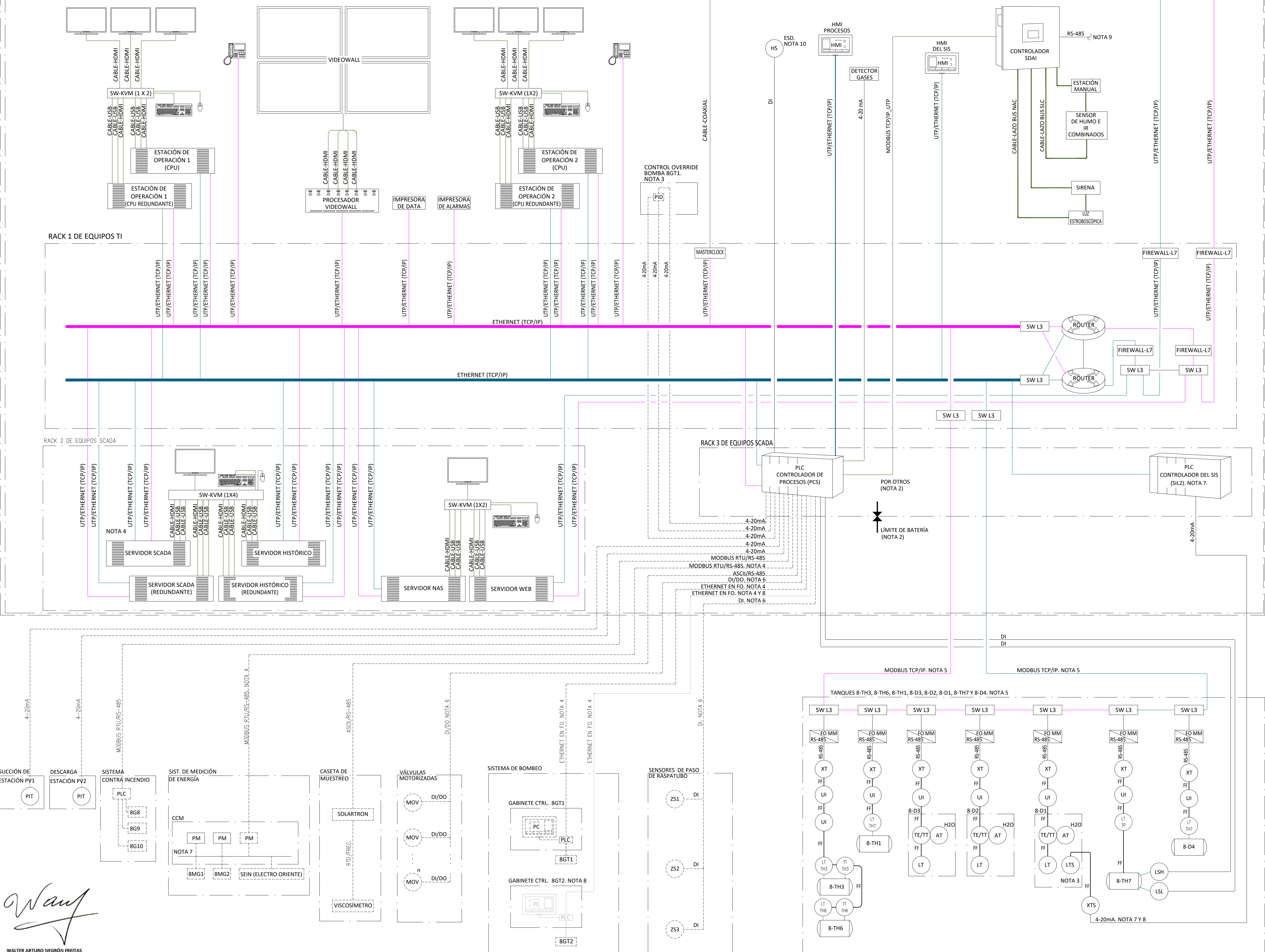
W. Negron

WALTER ARTURO NEGRON PERAZA  
INGENIERO QUIMICO  
CIP 00111

OLE-7-SCADA-IBE-PL-AC-008\_R1.DWG



ZONA INDUSTRIAL ESTACIÓN 8  
SALA DE CONTROL ESTACIÓN 8



SIMBOLOGIA, ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

	CORTAFUEGOS DE CAPA 7		POWER MEASUREMENT (EXISTENTE)
	SWITCH DE RED ETHERNET DE CAPA 3		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (EXISTENTE)
	TECLADO		COMPUTADOR DE FLUJO
	ROUTER PERIMETRAL		MOUSE
	SATÉLITE		TELÉFONO VoIP
	CONTROLADOR "SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS (SDAI)"		INTERFAZ HOMBRE - MÁQUINA (DISPLAY)
	CONMUTADOR KVM DE 2 ENTRADAS DE TECLADO, VIDEO Y MOUSE		COMPUTADOR SUPERVISOR DE LA TURBOBOMBA
	CONMUTADOR KVM DE 4 ENTRADAS DE TECLADO, VIDEO Y MOUSE		
	SERVIDOR/GENERADOR DE TIEMPO DE RELOJ PARA SINCRONIZAR LA RED		

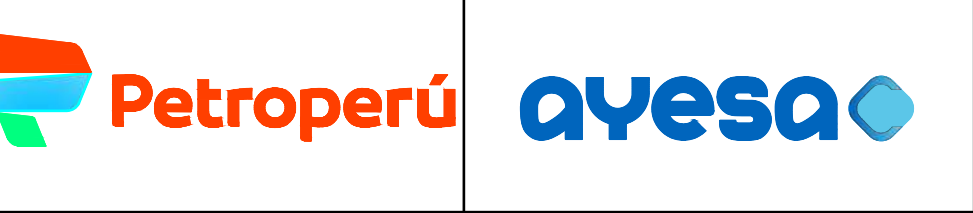
- FUTURO
- INDICA EXISTENTE.
- REPRESENTA EL CABLEADO USB, HMI, ETHERNET O LAZO SLC CONFORME A LO INDICADO EN LA DESCRIPCIÓN DEL BUS.
- REPRESENTA EL BACKBONE PRINCIPAL ETHERNET
- REPRESENTA EL BACKBONE REDUNDANTE ETHERNET
- INDICA LÍMITE DE BATERÍAS DEL ALCANCE DE LOS TRABAJOS A REALIZAR EN EL PROYECTO.

- ETHERNET: NOMBRE COMERCIAL PARA REFERIRSE A LA TECNOLOGÍA BASADA EN LA NORMA IEEE 802.3 EN TODAS SUS VERSIONES Y VARIANTES.
- ESD: SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA (EMERGENCY SHUT DOWN).
- FIREWALL: DISPOSITIVO DE SEGURIDAD DE RED QUE SUPERVISA EL TRÁFICO DE RED ENTRANTE Y SALIENTE Y DECIDE SI PERMITE O BLOQUEA TRÁFICO ESPECÍFICO EN FUNCIÓN DE UN CONJUNTO DEFINIDO DE POLÍTICAS DE SEGURIDAD EN REDES.
- FF: BUS FOUNDATION FIELDBUS
- HS: BOTÓN PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA DE BOMBAS (ESD)
- KVM: TECLADO, VIDEO Y MOUSE (KEYBOARD VIDEO & MOUSE)
- LT: TRANSMISOR DE NIVEL
- MARSHALLING: AGRUPAMIENTO ORGANIZADO DE BORNERS QUE PERMITE INTERCONECTAR, DE FORMA MODULAR, LOS CABLES PROVENIENTES DE CAMPO CON LOS BORNES I/O DE LOS CONTROLADORES.
- NAS: SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO CONECTADO A RED. CONFORME A API 1164
- PCS: ABBREVIATURA DE PROCESOS
- PIT: TRANSMISOR INDICADOR DE PRESION
- RACK: GABINETE (BASTIDOR) DE EQUIPOS
- SEIN: SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL
- SIS: SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD
- SIL 2: NIVEL DE INTERGRIDAD SEGURO N° 2 (SAFETY INTEGRITY LEVEL N° 2)
- TE/AT: ELEMENTO DE MEDIÓN DE TEMPERATURA (RTD) Y Sonda INTERFASE DE AGUA
- UI: INDICADOR MULTIVARIABLE (TEMPERATURA Y NIVEL)
- XT: CABLE DE PAR TRENZADO CATEGORÍA 6
- XT: TRANSMISOR INDICADOR MULTIVARIABLE
- XTS: TRANSMISOR INDICADOR MULTIVARIABLE SIL 2

NOTAS

- VER PLANO N° OLE-T-SCADA-IBE-AIC-PL-013 "ARQUITECTURA DEL SCADA DEL OLEODUCTO NOR-PERUANO".
- EL ALCANCE DE LA ADECUACIÓN DEL SISTEMA SCADA DEL OLEODUCTO NOR-PERUANO EN LA ESTACIÓN 8 CONSISTE EN BRINDAR LAS PREVISIONES DE BORNERS EN EL MARSHALLING DEL PLC DE PROCESOS. A ESTOS BORNERS DEBERÁN CONECTARSE PORTERIORMENTE LOS CABLES CON LAS SEÑALES DE LOS DISTINTOS PLC'S, ACTUADORES Y/O INSTRUMENTOS DE LA ESTACIÓN, PROCURANDO PARA ESTO, QUE EL TIPO DE SEÑAL (DISCRETAS, ANALÓGICAS Y SERIALES) SEAN ESTANDARIZADAS USANDO 4-20 mA, DI/DO E INTERFACES/BUSES TIPO RS-485, ETHERNET EN CABLE UTP, ETHERNET EN FIBRA ÓPTICA O INCLUSO FOUNDATION FIELDBUS SOBRE PAR TRENZADO, ASÍ COMO PROTOCOLOS ACTUALIZADOS Y ABIERTOS QUE PERMITAN SU MANTENIMIENTO EN EL TIEMPO, SIENDO LOS MÁS RECOMENDADOS: MODBUS TCP/IP, MODBUS RTU, HART, TCP/IP O FOUNDATION FIELDBUS.
- CONTROLADOR PROPORCIONAL, INTEGRADOR Y DERIVATIVO (PID), EL CUAL DEBERÁ DESMANTELARSE DEL PANEL DE CONTROL/MIMICO Y ALQJARSE EN UNA CAJA NEMA 3 O IP64, ADOSSADA A LA PARED EN SALA DE CONTROL. LA SEÑAL DEL PID SERÁ TRANSMITIDA VÍA 4-20 mA HASTA EL PLC DE PROCESOS. A ESTE PID LLEGARÁN SEÑALES DE 4-20 mA SERVIDAS POR EL PLC DE PROCESOS Y PROVENIENTES DE LOS TRANSMISORES DE PRESIÓN A LA DESCARGA Y A LA SUCCIÓN DE LA ESTACIÓN 8.
- EL PROTOCOLO Y TIPO DE CABLE MOSTRADO ES RECOMENDACIÓN PARA LA ADECUACIÓN POSTERIOR DE LOS MÓDULOS DE COMUNICACIONES DE PLC'S EXISTENTES, ASÍ COMO SUS PROTOCOLOS Y APLICACIONES, CON EL FIN DE ESTANDARIZAR TODAS LAS COMUNICACIONES CON LOS NUEVOS EQUIPOS DEL SCADA, CONFORME A LO INDICADO EN LA NOTA 2.
- LOS TANQUES 8-TH3, 8-TH6, 8-TH1, 8-D3, 8-D2, 8-D1, 8-TH7 Y 8-D4 CONTARÁN CON INSTRUMENTACIÓN DE TELEMEDICIÓN DE NIVEL Y TEMPERATURA CON MONITOREO Y SUPERVISIÓN DESDE EL SCADA A TRAVÉS DE UN ANILLO DE FIBRA ÓPTICA Y BAJO PROTOCOLO MODBUS TCP/IP. ADÉMÁS DESDE EL CONTROLADOR XT SE IMPLEMENTARÁ EL BUS INTRINSECAMENTE SEGURO FOUNDATION FIELDBUS.
- CON EL FIN DE FACILITAR LA INTERPRETACIÓN DE ESTA ARQUITECTURA, SE HA SIMPLIFICADO LOS TRAZADOS DE LÍNEAS PARA CADA GRUPO DE LAZOS DE SEÑALES SIMILARES; POR LO TANTO, SE ENTIENDE QUE LA LLEGADA DE ESTA LÍNEA AL PLC DE PROCESOS, SUPONE UNA INTERCONEXIÓN AL MARSHALLING DE FORMA INDIVIDUAL PARA CADA UNO DE LOS LAZOS.
- REPRESENTA BARRA PRINCIPAL DEL CCM, DE DONDE SE CONECTA EL MEDIDOR DE ENERGÍA Y LAS CARGAS DE LA ESTACIÓN.
- COMO PARTE DE LAS ADECUACIONES FUTURAS, SE ACTUALIZARÁ EL GABINETE CONTROLADOR DE LA TURBOBOMBA 8GT1 CONFORME A CARACTERÍSTICAS SIMILARES AL GABINETE CONTROLADOR DE LA TURBOBOMBA 8GT1.
- EL CONTROLADOR DEL SDAI, ES EL CONTROLADOR MAESTRO Y TENDRÁ FACILIDADES PARA UN BUS DE COMUNICACIÓN RS-485, EL CUAL INTERCONECTARÁ A LOS FUTUROS PANELES ESCLAVOS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS A SER UBICADOS EN RESTO DE LAS EDIFICACIONES.
- BOTÓN REMOTO DEL SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA (ESD) DE LAS TURBOBOMBAS 8GT1 Y 8GT2.
- SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRELLENADO, CONFORME A LA NORMA API 2350 Y RECOMENDACIONES DEL DOCUMENTO N° INF-SIL-EST 8 "INFORME ESTUDIO SIL ESTACIÓN 8".

REV.	FECHA	DESCRIPCION	W.O.C.	P.C.V.	L.N.L.	D.R.M.
1	30-03-23	APROBADO POR EL CLIENTE	E.O.O.	J.Q.P.	W.N.F.	D.R.M./P.P.
0	25-07-22	EMITIDO PARA APROBACIÓN	E.O.O.	W.N.F.	L.N.L.	D.R.M.
A	18-05-22	EMITIDO PARA REVISIÓN	W.O.C.	P.C.V.	L.N.L.	D.R.M.



PROYECTO:  
SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA EXTENDIDA DEL PROYECTO ADECUACIÓN DEL SISTEMA SCADA DEL ONP AL ARTICULO 21 DEL DS. N° 081-2007-EM

ORDEN DE TRABAJO (OTT): 95-1-019 | 4200082601

TÍTULO:  
ARQUITECTURA SCADA ESTACIÓN 8

DISEÑO: J. QUINTERO	REVISÓ: W. NEGRÓN	APROBÓ: D. RODRIGUEZ/F. PURIZACA
DIBUJO: E. OSORIO	FECHA: 30-03-23	ESCALA: N/A
PLANO CONTRATISTA No.:		
PLANO No.:	OLE-8-SCADA-IBE-AIC-PL-008	REV. 1

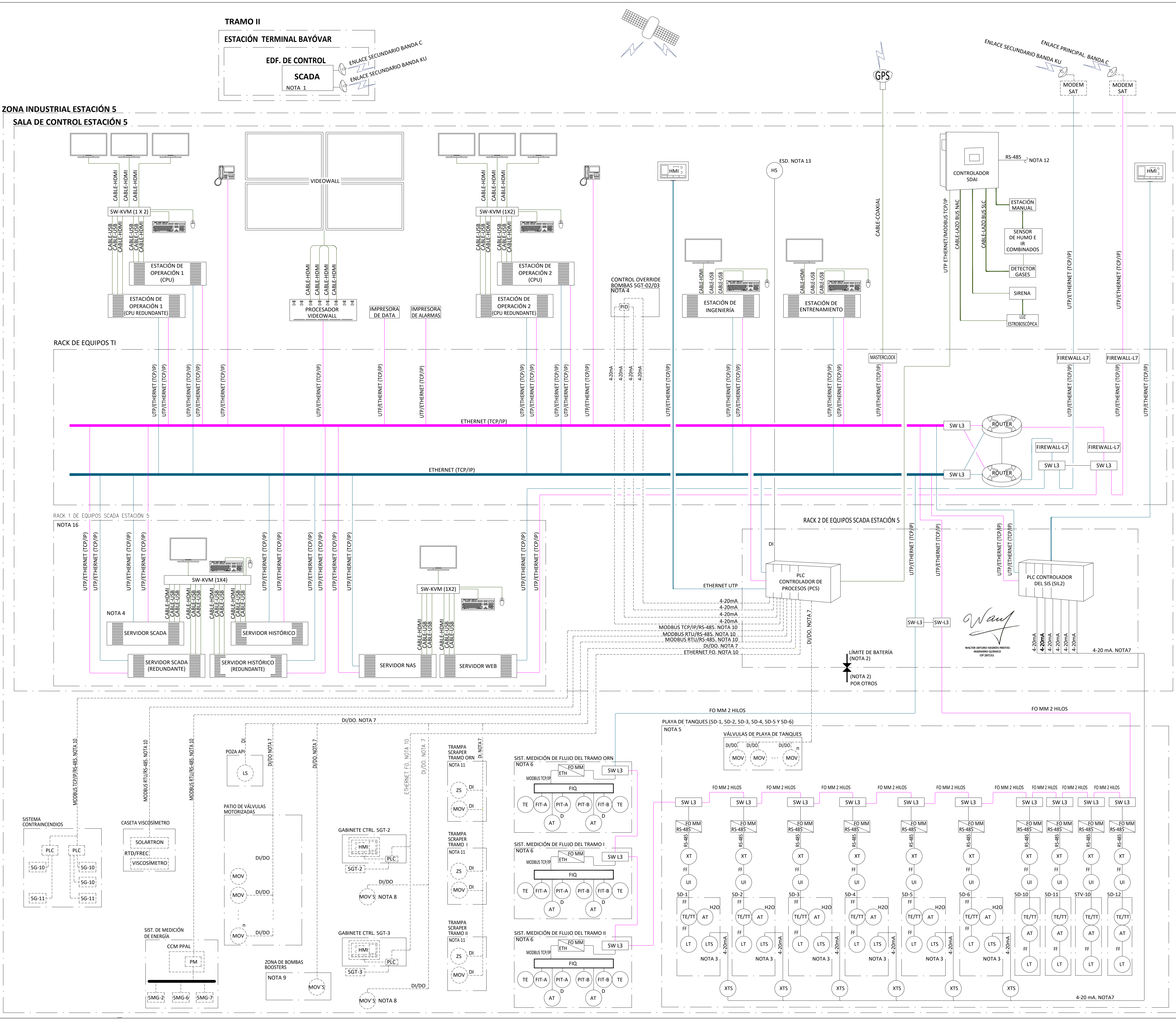
Walter Arturo Negrón Freitas  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 287151







ZONA INDUSTRIAL ESTACIÓN 5  
SALA DE CONTROL ESTACIÓN 5



**SIMBOLOGIA, ABREVIATURAS Y DEFINICIONES**

	CORTAFUEGOS DE CAPA 7		POWER MEASUREMENT (EXISTENTE)
	SWITCH DE RED ETHERNET DE CAPA 3		CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (EXISTENTE)
	TECLADO		COMPUTADOR DE FLUJO
	ROUTER PERIMETRAL		MOUSE
	SATÉLITE		TELÉFONO VOIP
	CONTROLADOR "SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS (SDAI)"		INTERFAZ HOMBRE - MÁQUINA (DISPLAY)
	ANALIZADOR TRANSMISOR, DONDE XX: D (DENSIDAD) Y H2O (AGUA)		
	CONMUTADOR KVM DE 2 ENTRADAS DE TECLADO, VIDEO Y MOUSE		
	CONMUTADOR KVM DE 4 ENTRADAS DE TECLADO, VIDEO Y MOUSE		
	SERVIDOR/GENERADOR DE TIEMPO DE RELOJ PARA SINCRONIZAR LA RED		
	INDICA EXISTENTE.		
	REPRESENTA EL CABLEADO USB, HMI, ETHERNET O LAZO SLC CONFORME A LO INDICADO EN LA DESCRIPCIÓN DEL BUS.		
	REPRESENTA EL BACKBONE PRINCIPAL ETHERNET		
	REPRESENTA EL BACKBONE REDUNDANTE ETHERNET		
	INDICA LÍMITE DE BATERÍAS DEL ALCANCE DE LOS TRABAJOS A REALIZAR EN EL PROYECTO.		

**ETHERNET:** ANALIZADOR CON TRANSMISOR.  
**FIREWALL:** NOMBRE COMERCIAL PARA REFERIRSE A LA TECNOLOGÍA BASADA EN LA NORMA IEEE 802.3 EN TODAS SUS VERSIONES Y VARIANTES.  
**FF:** DISPOSITIVO DE SEGURIDAD DE RED QUE SUPERVISA EL TRÁFICO DE RED ENTRANTE Y SALIENTE Y DECIDE SI PERMITE O BLOQUEA TRÁFICO ESPECÍFICO EN FUNCIÓN DE UN CONJUNTO DEFINIDO DE POLÍTICAS DE SEGURIDAD EN REDES.  
**FIT:** TRANSMISOR INDICADOR DE FLUJO.  
**FO MM:** TRANSMISOR INDICADOR DE PRESION.  
**HS:** BOTÓN PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA DE BOMBAS (ESD)  
**KVM:** TECLADO, VIDEO Y MOUSE (KEYBOARD VIDEO & MOUSE).  
**LTS:** TRANSMISOR PARA SOBREENLLENADO.  
**MARSHALLING:** AGRUPAMIENTO ORGANIZADO DE BORNERS QUE PERMITE INTERCONECTAR, DE FORMA MODULAR, LOS CABLES PROVENIENTES DE CAMPO CON LOS BORNES I/O DE LOS CONTROLADORES.  
**MM:** ABREVIATURA DE "MULTIMODO" (MULTIMODE).  
**NAS:** SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO CONECTADO A RED. CONFORME A API 1164.  
**PCS:** SERVIDOR DE PROCESOS.  
**PIT:** TRANSMISOR INDICADOR DE PRESION.  
**PT:** TRANSMISOR DE PRESION.  
**SIL 2:** INTEGRIDAD DE SEGURIDAD NIVEL DOS (2) (SAFETY INTEGRITY LEVEL TWO).  
**SIS:** SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD.  
**TE/TT:** TRANSMISOR DE TEMPERATURA.  
**RACK:** GABINETE (BASTIDOR) DE EQUIPOS.  
**UI:** INDICADOR MULTIVARIABLE.  
**UTP:** CABLE DE PAR TRENZADO CATEGORÍA 6.  
**XT:** CONCENTRADOR DE SEÑALES TRANSMISOR.  
**XTS:** CONCENTRADOR DE SEÑALES DEL TRANSMISOR DE NIVEL PARA SOBREENLLENADO.

- NOTAS**
- VER PLANO N° OLE-T-SCADA-IBE-PL-AIC-013 "ARQUITECTURA DEL SCADA DEL OLEODUCTO NOR-PERUANO".
  - EL ALCANCE DE LA ADECUACIÓN DEL SISTEMA SCADA DEL OLEODUCTO NOR-PERUANO EN LA ESTACIÓN 5 CONSISTE EN BRINDAR LAS PREVISIONES DE BORNERS EN EL MARSHALLING DE LOS PLC'S DE PROCESOS Y DEL SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS). A ESTOS BORNERS, TANTO DE PROCESOS COMO DEL SIS, DEBERÁN CONECTARSE PORTERIORMENTE LOS CABLES CON LAS SEÑALES DE LOS DISTINTOS PLC'S, ACTUADORES Y/O INSTRUMENTOS DE LA ESTACIÓN, PROCURANDO PARA ESTO QUE EL TIPO DE SEÑAL (DISCRETAS, ANALÓGICAS Y SERIALES) SEAN ESTANDARIZADAS USANDO 4-20 mA, DI/DO E INTERFACES/BUSES TIPO RS-485, ETHERNET EN CABLE UTP, ETHERNET EN FIBRA ÓPTICA O INCLUSO FOUNDATION FIELDBUS SOBRE PAR TRENZADO; ASÍ COMO PROTOCOLOS ACTUALIZADOS Y ABIERTOS QUE PERMITAN SU MANTENIMIENTO EN EL TIEMPO; SIENDO LOS MÁS RECOMENDADOS: MODBUS TCP/IP, MODBUS RTU, HART, TCP/IP, FOUNDATION FIELDBUS H1 Y/O FOUNDATION FIELDBUS HSE.
  - TRANSMISOR DE NIVEL Y CABLEADO NUEVO, EL CUAL SE UTILIZARÁ PARA DETECTAR NIVEL DE SOBREENLLENADO, CONFORME A RECOMENDACIÓN NORMA API RP 2350 "PROTECCIÓN CONTRA SOBREENLLENADO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN INSTALACIONES PETROLERAS.
  - CONTROLADOR PROPORCIONAL, INTEGRADOR Y DERIVATIVO (PID), EL CUAL DEBERÁ SER DESMANTELADO DEL PANEL MIMICO E15-CS-SC Y ALOJADO EN UNA CAJA NEMA 3 O IP64, ADOSADA A LA PARED EN SALA DE CONTROL. LA SEÑAL DEL PID SERÁ TRANSMITIDA VÍA 4-20 mA HASTA EL PLC DE PROCESOS. A ESTE PID LLEGARÁN SEÑALES DE 4-20 mA SERVIDAS POR EL PLC DE PROCESOS Y PROVENIENTES DE LOS COMPUTADORES DE FLUJO/FLUJO Y PRESION A LA DESCARGA Y PRESION A LA SUCCIÓN DE LA ESTACIÓN 5.
  - NUEVO SISTEMA DE TELEMEDICIÓN DE TANQUES.
  - NUEVO SISTEMA DE MEDICIÓN DE FLUJO PARA EL TRAMO I (ESTACIÓN 1 HASTA LA ESTACIÓN 5). CON EL FIN DE FACILITAR LA INTERPRETACIÓN DE ESTA ARQUITECTURA, SE HA SIMPLIFICADO LOS TRAZADOS DE LINEAS PARA CADA GRUPO DE LAZOS DE SEÑALES SIMILARES; POR LO TANTO, SE ENTIENDE QUE LA LLEGADA DE ESTA LINEA AL PLC DE PROCESOS O DEL SIS, SUPONE UNA INTERCONEXIÓN AL MARSHALLING DE FORMA INDIVIDUAL PARA CADA UNO DE LOS LAZOS.
  - VÁLVULAS MOTORIZADAS A LA SUCCIÓN Y DESCARGA DE LAS BOMBAS SGT-02 Y SGT-03.
  - VÁLVULAS MOTORIZADAS DEL ÁREA DE BOMBAS BOOSTER.
  - EL PROTOCOLO Y TIPO DE CABLE MOSTRADO ES RECOMENDACIÓN PARA LA ADECUACIÓN POSTERIOR DE LOS MÓDULOS DE COMUNICACIONES DE PLC'S EXISTENTES, ASÍ COMO SUS PROTOCOLOS Y APLICACIONES, CON EL FIN DE ESTANDARIZAR TODAS LAS COMUNICACIONES CON LOS NUEVOS EQUIPOS DEL SCADA, CONFORME A LO INDICADO EN LA NOTA 2.
  - CONJUNTO DE VÁLVULAS Y SENSOR DE PASO DE RASPARTUBO.
  - EL CONTROLADOR DEL SDAI EN SALA DE CONTROL, ES EL CONTROLADOR MAESTRO Y TENDRÁ FACILIDADES PARA UN BUS DE COMUNICACIÓN RS-485, EL CUAL INTERCONECTARÁ A LOS FUTUROS PANELES ESCLAVOS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS A SER UBICADOS EN RESTO DE LAS EDIFICACIONES.
  - BOTÓN REMOTO DEL SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA (ESD) DE LAS BOMBAS SGT2 Y SGT3.

O	30-03-23	APROBADO POR EL CLIENTE	E.O.O.	J.Q.P.	W.N.F.	D.R.M./P.P.
A	28-04-22	EMITIDO PARA REVISIÓN	W.O.C.	P.C.V.	L.N.L.	D.R.M.
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISO	APROBO



PROYECTO:  
SERVICIO DE ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA EXTENDIDA DEL PROYECTO ADECUACIÓN DEL SISTEMA SCADA DEL ONP AL ARTICULO 21 DEL DS. N° 081-2007-EM

ORDEN DE TRABAJO (OTT): 95-1-019 | 4200082601

TITULO:  
ARQUITECTURA SCADA ESTACIÓN 5

DISEÑO:	J. QUINTERO	REVISO:	W. NEGRON	APROBO:	D. RAMIREZ/F. PURIZACA
DIBUJO:	E. OSORIO	FECHA:	30-03-23	ESCALA:	N/A
PLANO CONTRATISTA No.:					
PLANO No.:	OLE-5-SCADA-IBE-PL-AIC-008				
REV.	0				