

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**MONTAJE DE SISTEMA PARA CAPTAR AGUA DE
MANANTIALES A 3200 m.s.n.m.**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

CESAR RODRIGO LADERA BLANCAS

PROMOCIÓN 2003-II

LIMA-PERU

2010

DEDICATORIA:

A mis queridos padres y hermanos por el apoyo incondicional de siempre.

CONTENIDO

CAPITULO I	2
INTRODUCCIÓN	2
CAPITULO II	9
PRINCIPIOS BÁSICOS SOBRE MONTAJES DE BOMBAS CENTRÍFUGAS	9
2.1 <i>MONTAJE DE BOMBAS CENTRÍFUGAS</i>	9
2.1.1 CIMENTACIÓN DE BOMBA	10
2.1.2 MONTAJE Y NIVELACION DE LA UNIDAD MOTOR BOMBA BASE.....	16
2.1.3 ALINEAMIENTO DE LOS EJES MOTOR-BOMBA.....	20
2.1.4 TERMINACIÓN DE LA BASE	22
2.1.5 CONEXIÓN DE TUBERÍAS	23
2.1.6 VERIFICACION FINAL DEL ALINEAMIENTO	27
2.1.7 ROTACION.....	28
PRINCIPIOS BASICOS SOBRE SOLDADURA POR TERMOFUSION	28
2.2 <i>TUBERIAS HDPE</i>	28
2.3 <i>SISTEMAS DE UNIÓN</i>	33
2.3.1 UNIÓN POR SOLDADURA A TOPE CON ELEMENTOS CALEFACTORES	33
2.3.2 UNIÓN CON FLANGES.....	37
CAPITULO III	38
DESARROLLO DEL PROYECTO	38
3.1 <i>PLAZO DE EJECUCIÓN</i>	38
3.2 <i>PARTIDAS CONTRACTUALES</i>	38
3.3 <i>ALCANCES</i>	39
3.4 <i>ESPECIFICACIONES TECNICAS</i>	40
EJECUCION DEL MONTAJE	43
3.5 <i>PLANIFICACION</i>	43
3.5.1 <i>ORGANIGRAMA</i>	44
3.5.1.1 <i>FUNCIONES DEL PERSONAL</i>	46
3.5.2 <i>CRONOGRAMA</i>	55
3.5.3 <i>PLAN DE TRABAJO</i>	57
3.5.4 <i>PLAN DE CONTROL DE CALIDAD</i>	60
3.5.5 <i>PLAN DE SEGURIDAD</i>	75
3.5.6 <i>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</i>	92
3.6 <i>EJECUCION DEL MONTAJE MECANICO</i>	95
3.6.1 <i>MONTAJE DE BOMBAS CENTRIFUGAS</i>	95
3.6.2 <i>SOLDADURA Y MONTAJE DE TUBERÍAS</i>	97
3.6.3 <i>CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS</i>	101
3.7 <i>SEGUIMIENTO Y CONTROL</i>	112
3.7.1 <i>REPORTES DE CONTROL</i>	112
3.7.2 <i>PANEL DE CONTROL DE AVANCE (CURVA S)</i>	113
3.7.3 <i>INDICE DE CONTROL</i>	114
CAPITULO IV	118
COSTOS	118

6.1	<i>PRESUPUESTO</i>	118
6.2	<i>GASTOS GENERADOS</i>	121
6.3	<i>CONTROL DE COSTOS (CURVA S)</i>	123
6.4	<i>INDICES DE RENDIMIENTO ECONOMICO</i>	128
	CONCLUSIONES	130
	RECOMENDACIONES	132
	ANEXO A ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PROYECTO	134
	ANEXO B CRONOGRAMA DETALLADO DEL PROYECTO CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO LA QUINUA	135
	ANEXO C	136
C1	PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	136
C2	CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO DE UNIONES SOLDADAS	137
C3	CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO POR INSPECCION DE LIQUIDOS PENETRANTES A UNIONES SOLDADAS	138
C4	ENSAYO DE TRACCION - TUBERIAS DE HDPE	139
C5	TORQUE APLICADO A UNIONES BRIDADAS	140
	ANEXO D	141
D1	REPORTE DE CONTROL DEL PROYECTO	141
D2	PANEL DE CONTROL DEL PROYECTO	142
	ANEXO E ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	143
	ANEXO F PLANOS	144
	ANEXO G PROCEDIMIENTO DE MANEJO AMBIENTAL	145
	BIBLIOGRAFIA	167

PROLOGO

El presente informe de suficiencia pretende mostrar el procedimiento de montaje de bombas centrifugas, soldadura de tuberías HDPE de 4"Ø y la gestión para la dirección del proyecto **Captación de manantiales Cerro Negro la Quinoa** a 3200 m.s.n.m. correspondiente al área mecánica, realizada por una compañía constructora especializada en montaje eléctrico, mecánico y civil, en el lugar denominado Cerro Negro del distrito de la Encañada, perteneciente al departamento de Cajamarca.

El sistema de captación de agua es propiedad de una compañía minera a tajo abierto, quien en un proceso de ampliación de su sistema de producción, mediante el proceso de lixiviación del oro, requiere un aumento en el consumo de agua de 4.5 l/s a 10.5 l/s

En los capítulos iniciales encontraremos los procedimientos y recomendaciones técnicas en base a experiencia, Normas técnicas, Códigos de construcción, estándares de construcción, catálogos y manuales de fabricantes de equipos relacionados con el sistemas de bombeo y transporte de agua; seguidamente se realizara una descripción del desarrollo del proyecto, donde se da a conocer el proceso de gestión, que involucra el planeamiento, ejecución , seguimiento y control al proyecto, inspecciones y pruebas desarrolladas, como parte integrante del sistema de control de calidad de la compañía constructora, luego se realizara la evaluación de los costos del proyecto.

Finalmente se dan las conclusiones y recomendaciones, en base a la experiencia obtenida al realizar diversos trabajos similares.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Desde que se inicio las actividades industriales a nivel mundial, el agua, recurso natural por excelencia, se ha posicionado como uno de los elementos más importantes en el proceso industrial.

Actualmente se está buscando mejorar y optimizar los métodos clásicos de captación de agua, transporte y almacenamiento del líquido elemento.

Los métodos clásicos de obtención de agua por gravedad, sifoneo y bombeo, requieren su mejoramiento, adicionando nuevas y modernas bombas las cuales son más eficientes y económicas, nuevos métodos de control para su captación, sistemas de mando a distancia como telemetría que mejoran en gran medida los sistemas de control, medición del caudal mediante flujómetros automatizados, sistemas totalmente integrados en un PLC y el uso de nuevos materiales más resistentes y económicos como tuberías de HDPE, hacen posible el desarrollo de sistemas flexibles y de muy rápida construcción en lugares geográficos de poco acceso.

Finalmente los lugares de almacenamiento clásicos como tanques de acero y/o reservorios de concreto están siendo reemplazados por recipientes más livianos, de fácil mantenimiento, transporte, descartables y económicos, como el polietileno lineal de alta densidad, MDPE.

Enmarcados en este contexto se hace necesario el desarrollo de métodos y técnicas para el montaje eficiente, seguro y económico de los sistemas de captación de agua, usando nuevos elementos disponibles en el mercado nacional y de importación, la mezcla de nuevos y modernos elementos, de fácil transporte y rápido soldeo, sistemas de control integrado a grandes distancias (telemetría), requieren técnicas sugeridas para su correcta instalación, pruebas y puesta en marcha, logrando así el correcto funcionamiento de los sistemas de captación que transportaran agua desde sus afluentes naturales distantes hasta su lugar de su uso y procesamiento final.

El presente informe muestra mi experiencia profesional en el campo del montaje mecánico en el sector minero e industrial. Durante el desarrollo del proyecto tuve la responsabilidad de laborar como ingeniero Residente del Proyecto.

1.1 OBJETIVO

El montaje de un sistema de captación de agua implica el desarrollo conjunto de trabajos civiles, mecánicos, eléctricos y de instrumentación, cada uno de ellos interrelacionan entre sí, involucrando el esfuerzo de una o más personas o grupos de personas, sobre la base de las necesidades del proyecto; bajo esta perspectiva el presente informe de suficiencia busca mostrar el desarrollo de los trabajos mecánicos, debido a que el proyecto requiere de personal técnico especializado en cada área, siendo estos parte del planeamiento y ejecución de los trabajos realizados.

Al desarrollar el presente informe se busca mostrar el método técnico más adecuado en el montaje mecánico de un sistema de captación de agua a 3200 m.s.n.m., teniendo en consideración las limitaciones geográficas, limitaciones del clima y limitaciones de tiempo, estos métodos técnicos están basados como ya se mencionó en las buenas prácticas de ingeniería, recomendaciones de los fabricantes para la instalación de equipos, catálogos, normas y literatura especializada en el tema.

Así mismo se pretende mostrar el desarrollo de la planificación, ejecución, seguimiento y control realizados en el desarrollo del presente proyecto, los cuales se basan en los lineamientos establecidos en la dirección de proyectos (PMBOK) desde el punto de vista del constructor especializado.

Adicionalmente se pretende mostrar la forma como la empresa constructora especializada hace uso de las normas internacionales como la ISO 9000 - 9001 para la gestión de su sistema calidad y la aplicación del Reglamento de Seguridad e Higiene Minera del Perú (D.S N° 046 – MEM).

Los temas relacionados al impacto ambiental son mencionados en el anexo correspondiente, donde se indica las políticas y procedimientos de la empresa constructora, así como las acciones a tomar en caso de ocurrencia de alguna eventualidad que deteriore el medio ambiente.

1.2 ANTECEDENTES

Actualmente una compañía Minera a tajo abierto, está finalizando labores de construcción del nuevo PAD, con la finalidad de continuar con su proceso de obtención de oro, las nuevas instalaciones del sistema de tuberías y casetas de bombas necesitan un incremento en el suministro de agua para sus labores de extracción y transporte del mineral disuelto en cianuro, por tal motivo se requiere desarrollar un sistema de captación de agua de que incremente y mantenga su caudal en una variación de 6 l/s.

Una compañía de ingeniería especializada, ha desarrollado el proyecto que comprende la captación de agua desde sus afluentes naturales (manantiales) en el área geográfica denominada Cerro Negro (km 28) hasta la poza colectora ubicada en el km 31, mediante un sistema de tuberías de PVC SAP de 2", 3" y 4" enterradas.

Finalmente se transportara toda el agua captada en la poza 31 hasta el km 37, mediante sistema de bombeo y tuberías de acero al carbono y HDPE, para luego almacenar el agua transitoriamente en un tanque de polietileno, la cual derivará el agua hacia el proceso industrial, todo el sistema de captación de agua será controlado y monitoreado por un sistema de telemetría, el cual su vez será programado por un PLC.

Es preciso indicar que la compañía contratista desarrolla el presente proyecto, luego de haber participado en un proceso de licitación y obtener la buena pro, la elaboración del presupuesto se basa en los requerimientos del cliente y es en función a precios unitarios.



Figura 1.1 Caseta de Bombeo Existente – Pozo 31

Estado inicial del proyecto

1.3 ALCANCES

El presente informe se limita a presentar la metodología seguida para el desarrollo de los trabajos en el montaje mecánico, durante la ejecución del proyecto “Captación de Manantiales Cerro Negro La Quinoa”, trabajo que se ejecuto para una compañía minera a tajo abierto, en el distrito de la encañada, del departamento de Cajamarca.

Los trabajos ejecutados como obras civiles, instalaciones eléctricas y de instrumentación no serán abordados, se entiende que la ejecución del montaje mecánico se da inicio una vez finalizada las obras civiles, adicionalmente se considera que la ejecución de los trabajos de montaje eléctrico y de instrumentación se desarrollan en forma paralela cuando el montaje mecánico ha alcanzado un 60% de su totalidad, en cuanto a trabajos complementarios que involucran ambas actividades.

En los temas referentes a la gestión del proyecto se desarrollan puntos que involucran lo siguiente:

- Planificación
- Ejecución
- Seguimiento y control
- Plan de Control de Calidad
- Plan de Seguridad
- Plan de manejo ambiental

Los trabajos de montaje mecánico involucran temas específicos y técnicos, los cuales detallamos a continuación:

Fabricación y montaje de carpintería metálica Km 31

- A. Fabricación e instalación de cerco con concertina
- B. Fabricación e instalación de cerco metálico
- C. Fabricación e instalación tapa para caja de válvulas
- D. Fabricación e instalación de puerta acanalada 1.2x2.25mt, incluyendo cerrajería

Montaje de Bombas y Tuberías Km 31 – Km 37

- A. Instalación de Bomba 4511-PU-16001 – km 31
- B. Instalación de Tanque de Agua 25 m3 – km 37
- C. Instalación de Bomba 4511-PU-16002 – km 37
- D. Instalación de Ductos Principales – km 31-km 37

- E. Instalación de Tuberías en Zona de Caseta de Bomba– km 31
- F. Instalación de Válvulas Ventosas – km 31-km37
- G. Instalación de Purgas – km 31-km37
- H. Instalación de Tuberías de Descarga a Tanque de 25 m3 – km 37
- I. Instalación de Tuberías de Rebose de Tanque de 25 m3 – km 37
- J. Instalación de Tuberías de succión de bomba 4511-PU-16002 – km 37
- K. Instalación de Tuberías descarga de bomba 4511-PU-16002 – km 37
- I. Soportes de Tuberías – km 37 – km 37
- M. Limpieza Con Agua Y Pruebas
- N. Pintado y Etiquetado



Figura 1.2 Estación de Bombeo exterior – Pozo 31

Proyecto Finalizado



Figura 1.3 Estación de Bombeo interior – Pozo 31

Proyecto Finalizado

1.4 LIMITACIONES

Por temas de propiedad intelectual y derechos de autoría no podemos revelar los nombres de la compañía constructora y cliente para el cual se ejecuto el trabajo, tema del presente informe.

El presente informe no desarrolla temas relacionados a la ejecución de trabajos civiles, instalaciones eléctricas y de instrumentación.

El desarrollo de la ingeniería no forma parte del presente informe, debido a que toda documentación técnica (planos, especificaciones, hojas de datos, etc.), es suministrada por la compañía minera (cliente). Los principales hitos establecidos para la ejecución del cronograma de los trabajos, son indicados por el cliente, en tal sentido el contratista se limita a establecer plazos para las actividades a desarrollar en función a tales hitos.

Los temas relacionados a métodos, técnicas de excavación y tapado de zanjas para enterrado de tuberías no forman parte del presente informe, debido a que no es parte contractual establecido entre la empresa constructora y su cliente.

CAPITULO II

PRINCIPIOS BÁSICOS SOBRE MONTAJES DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

Es preciso señalar que los procedimientos de montaje, recomendaciones y criterios técnicos señalados en el presente informe están basados en normas técnicas, códigos de construcción, estándares de construcción, catálogos, manuales de fabricantes de equipos relacionados con el montaje de bombas y experiencia propia del autor.

2.1 MONTAJE DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

A continuación se presenta la secuencia de montaje de una bomba centrífuga (figura 2.1), teniendo en consideración los puntos más importantes a considerar durante la planificación de las actividades a desarrollar.

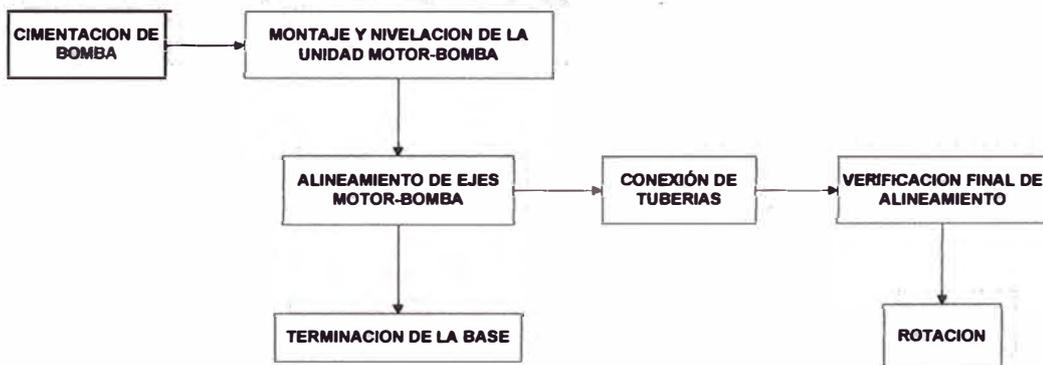


Figura 2.1 Secuencia de montaje de una bomba centrífuga

2.1.1 CIMENTACIÓN DE BOMBA

Es de suma importancia que las bombas sean montadas sobre cimentaciones solidas, de preferencia en bases de concreto; el circuito de la bomba debe ser lo suficientemente adecuado para resistir vibraciones y suficientemente rígido para evitar desplazamientos.

La resistencia del concreto utilizado es variable dependiendo de la carga, esfuerzos y condiciones ambientales a las cuales estará expuesto.

Los trabajos de montaje se pueden iniciar una vez que el concreto haya curado adecuadamente y obtenga la resistencia necesaria, aproximadamente se considera adecuado realizar labores de montaje y pruebas a los 28 días de curado el concreto.

Generalmente los planos de construcción definen claramente los diámetros del acero de construcción, distribución de estribos, espesor de recubrimientos y tipo de acabado.

Se recomienda un acabado del tipo frotachado para superficies en contacto con la base metálica de la bomba, algunas veces es necesario realizar un picado suave de la superficie de concreto, con la finalidad de lograr mayor adherencia al realizar los trabajos complementarios de grout. A continuación se detallan algunos aspectos importantes a considerar durante el montaje de bombas centrifugas.

Pernos de anclaje

Especificaciones:

- Se recomienda el material de los pernos estén en conformidad a la norma ASTM A36 o ASTM A307, las especificaciones técnicas del equipo pueden indicar un material diferente para la fabricación de pernos de anclaje.

ASTM A307 : Grado C, ya sea doblada o recta, con propiedades conforme a la Especificación A 36 (resistencia a la tracción de 58 a 80 ksi (400 a 550 MPa) y destinados a usos estructurales de anclaje.

- Las tuercas serán del tipo hexagonal para cargas pesadas, según norma ASTM A563; se puede utilizar un equivalente ASTM A194 Gr 2H.

ASTM A563: Grado C3 y DH3 tienen resistencia a la corrosión atmosférica y características comparables a las de los aceros tratados en las especificaciones A 242 / A 242M, A 588 / A 588M, y A 709 / A 709M. La resistencia a la corrosión atmosférica de estos aceros es sustancialmente mejor que la de acero al carbono con o sin adición de cobre. Cuando está totalmente expuesta a la atmósfera, estos aceros se emplean desnudo (sin recubrir) para muchas aplicaciones.

- Las arandelas podrán ser galvanizadas del tipo A, con dimensiones según norma ANSI 818.22.1, el material cumplirá con la norma ASTM F436.
- Se puede considerar los elementos de anclajes galvanizados a menos que las especificaciones y/o planos de diseño indiquen lo contrario.

Actualmente, se está tratando con una capa superficial protectora para prevenir la corrosión y para reducir costes de mantenimiento. La galvanización es un procedimiento ampliamente utilizado y proporciona una excelente protección resistente a la corrosión.

El comportamiento de pernos galvanizados puede diferir del normal comportamiento de pernos de alta resistencia sin recubrimiento. Esta diferencia en el comportamiento es causada sobre todo por la capa del zinc en los hilos de rosca del perno. El irritamiento de esta capa de zinc puede ocurrir, y la tuerca puede agarrotarse cuando se aprieta el perno. De vez en cuando, esto hace difícil alcanzar la tensión deseada del perno sin la experimentación de una falla torsional prematura del perno.

El galvanizado en la superficie de un perno no afecta a las propiedades de esfuerzo estático del perno. Los estudios de calibración demostraron que ni el esfuerzo a la tensión, según lo determinado de una prueba de tensión directa, ni el esfuerzo al corte del perno fue afectado por el proceso de galvanización. Sin embargo, si la tensión del perno es inducida dando vuelta a la tuerca contra el material adherido, debido al agarrotamiento de los pernos galvanizados no lubricados se experimentó una mayor reducción en la tensión máxima del perno comparado con pernos no galvanizados apretados o pernos galvanizados apropiadamente lubricados. Esta reducción era hasta 25% más que eso para los pernos negros llanos, dependiendo de las condiciones del hilo de rosca y del grueso de la capa de zinc.

Además de esta reducción en el esfuerzo de tensión de apriete, la resistencia friccional adicional en los hilos de rosca de los pernos galvanizados causó una considerable disminución de la ductilidad. Este efecto de la alta resistencia friccional puede ser reducido substancialmente empleando lubricantes sobre los hilos de rosca de pernos galvanizados.

Es preciso mencionar que los fabricantes de bombas especiales, sugerirán algún tipo específico de pernos para anclajes, en tal sentido la especificación técnica genérica mencionada aplica solamente al montaje de bombas con pernos embebidos o con resina epóxica.

Dimensiones:

Las dimensiones de los pernos de anclaje se especifican normalmente en los planos de construcción y/o catalogo de las bombas, a continuación (figura 2.2) se da como referencia algunas medidas complementarias para la fabricación de los pernos de anclaje:

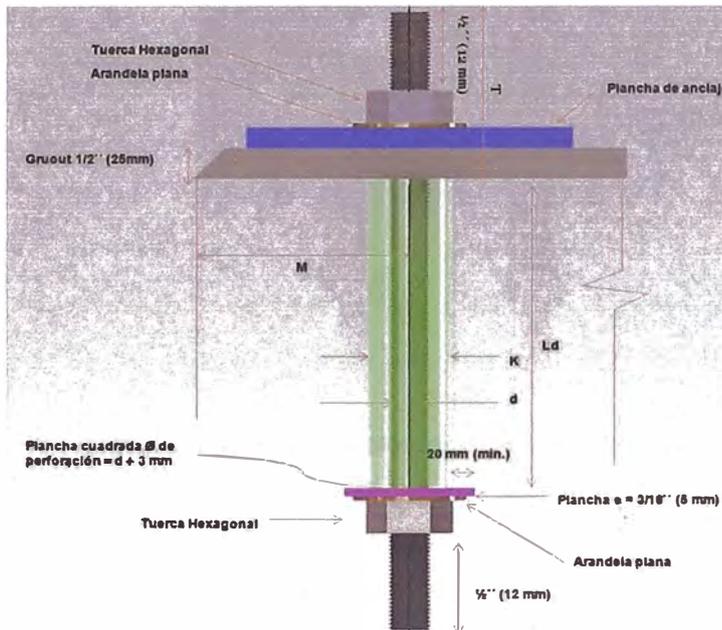


Figura 2.2 Dimensiones sugeridas para pernos de anclaje embebidos

DIMENSIONES				
● Perno (d)	T	Ld	M	K
1/2"	75	250	100	
3/4"	110	305	100	2 1/2"
1"	130	430	115	3"
1 1/4"	160	495	150	3"
1 1/2"	180	570	150	4"
1 3/4"	210	630	180	4"
2"	230	705	200	5"
2 1/4"	260	770	230	5"
2 1/2"	280	845	255	
2 3/4"	310	905	280	
3"	330	980	305	

Fuente: ESTANDAR DE CONCRETO ESTRUCTURAL DETALLE DE PERNOS DE ANCLAJE A36/A370 STD. 0000-1-00002 REV 0. FLUOR-MYSRL

Instalación:

Distancia centro-centro de dos pernos puede variar en ± 3 mm. (Max).

Distancia centro a centro entre un grupo de pernos puede variar en ± 6 mm (Max.)

Verticalidad 1 en 300.

Los pernos de anclaje serán apretados a su posición ajustada, excepto cuando el valor del torque se especificado en los planos de diseño.

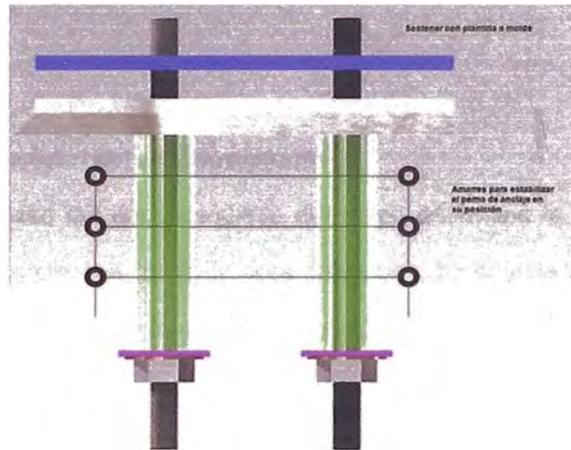


Figura 2.3 Correcta instalación de pernos de anclaje embebidos

Pernos de anclaje con resina epóxicos

El comportamiento y la durabilidad de los anclajes mecánicos se mejoran notablemente por el relleno con resinas epóxicos. Estas resinas de adhesión tienen de 2 a 4 veces la resistencia a compresión y de 10 a 15 veces la resistencia a tracción del concreto con cemento portland, según cada fabricante de la resina. Con una distribución uniforme de esfuerzos, las resinas epóxicas funcionan absorbiendo los impactos y vibraciones causadas por el funcionamiento de las partes móviles de los equipos rotativos.

Diseño.

El diámetro del orificio, la profundidad y el espaciamiento son críticos para el diseño del anclaje.

a) *Diámetro de la perforación*

El diámetro de la perforación debe ser tal que quede un espacio anular de 5 a 6 mm, de lo contrario la colocación de la resina se hace más difícil y se debe de tener cuidado en evitar atrapar aire, lo cual degrada la resistencia y la propiedad de fluencia.

b) *Profundidad del empotramiento*

La profundidad del empotramiento del perno determina la carga a tracción pura, las perforaciones se harán lo mas perpendicular posible a la superficie que es perforada y en ningún caso tendrá mayor de 5°.

Las perforaciones serán ejecutadas en el diámetro y altura correctos, usando herramientas y equipos adecuados para el trabajo, las perforaciones estarán limpias y libres de residuos, previo a la instalación de los pernos de anclajes.

b) *Espaciamiento entre los orificios.*

El espaciamiento entre los huecos es importante para evitar la interacción de los esfuerzos causados por huecos espaciados cerca del borde de la estructura. Una buena recomendación para espaciamiento mínimo entre huecos es diez veces el diámetro del perno y cinco veces cerca del borde.

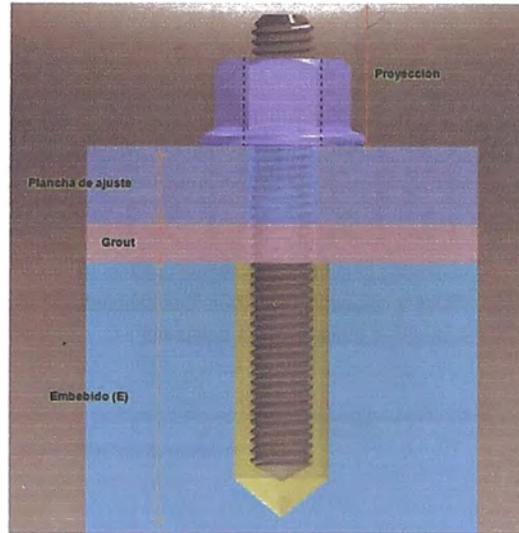


Figura 2.4 Consideraciones de diseño y selección de pernos de anclaje con resina epóxica

Fuente: ESTANDAR DE CONCRETO ESTRUCTURAL DETALLE DE PERNOS DE ANCLAJE A36/A370
STD. 0000-1-00002 REV 0. FLUOR-MYSRL

CARGA DE TRACCION ADMISIBLE PARA PERNOS INSTALADOS EN CONCRETO DE PESO NORMAL, CON ADHESIVO EPOXICO

Ø Anclaje		EMBEBIDO E		ESPACIAMIENTO ENTRE ANCLAJES		DISTANCIA AL BORDE		BASADA EN LA RESISTENCIA DE LA RESINA			CARGA DE TRACCION BASADA EN LA RESISTENCIA DEL ACERO		
								14 MPa.	24.5 MPa.	42 MPa.	A307/A36	A193	SS304
In.	mm.	In.	mm.	In.	mm.	In.	mm.	Kn	Kn	Kn	Kn	Kn	Kn
3/8"	10	3 3/8	86	5	127	3 3/8	86	7.5	9.7	12	9.4	20.8	7.5
		4 1/2	114	4 1/2	114	4 1/2	114	-	-	12			
1/2"	12	4 1/2	114	6 3/4	171	4 1/2	114	12.8	16.4	15.7	16.9	37.3	13.5
		6	152	6	152	6	152	-	19.7	-			
5/8"	16	5 5/8	143	6 1/2	216	5 5/8	143	19	26	27.5	26.6	58.6	21.3
		7 1/2	191	7 1/2	191	7 1/2	191	-	33.4	-			
3/4"	19	6 3/4	171	10 1/4	260	6 3/4	171	33.7	37.3	38.3	38.5	84.9	30.8
		9	229	9	229	9	229	-	44.1	-			
7/8"	22	7 7/8	200	11 3/4	296	7 7/8	200	40	42.8	46.6	52.7	115.9	42.1
		10 1/2	267	10 1/2	267	10 1/2	267	-	58.1	-			
1"	25	9	229	13 1/2	343	9	229	49.2	51.8	50.9	69	151.7	55.1
		12	305	12	305	12	305	-	71.6	-			

CARGA DE CORTE ADMISIBLE PARA PERNOS INSTALADOS EN CONCRETO DE PESO NORMAL, CON ADHESIVO EPOXICO

Ø Anclaje		EMBEBIDO E		ESPACIAMIENTO ENTRE ANCLAJES		DISTANCIA AL BORDE		CARGA DE CORTE BASADA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO			CARGA DE TRACCION BASADA EN LA RESISTENCIA DEL ACERO		
								14 MPa.	24.5 MPa.	42 MPa.	A307/A36	A193	SS304
In.	mm.	In.	mm.	In.	mm.	In.	mm.	Kn	Kn	Kn	Kn	Kn	Kn
3/8"	10	3 3/8	86	5	127	3 3/8	86	5.7	6.8	8.8	4.7	10.4	4.7
1/2"	12	4 1/2	114	8 3/4	171	4 1/2	114	10	10	12	8.5	18.8	8.5
5/8"	16	5 5/8	143	8 1/2	218	5 5/8	143	14.9	18.7	19.4	13.3	29.3	13.3
3/4"	19	8 3/4	171	10 1/4	280	6 3/4	171	18.1	23.1	27.8	19.3	42.4	19.3
7/8"	22	7 7/8	200	11 3/4	298	7 7/8	200	24.4	34.4	37	26.3	58	26.3
1"	25	9	229	13 1/2	343	9	229	28.6	43.2	52.7	34.5	75.9	34.5

Figura 2.4 Consideraciones de diseño y selección de pernos de anclaje con resina epóxica

Fuente: ESTANDAR DE CONCRETO ESTRUCTURAL DETALLE DE PERNOS DE ANCLAJE A36/A370
STD. 0000-1-00002 REV 0. FLUOR-MYSRL

Consideraciones:

- La carga admisible para este anclaje, sujeto a la combinación de fuerzas de corte y tracción, será determinada por la suma de las razones entre corte actual y corte admisible y la tracción actual y tracción admisible, la que no excederá de 1.
- Las cargas de tracción y corte admisibles indicadas en estas notas, son valores máximos admisibles y no deben ser incrementados en combinación de cargas que incluyan cargas sísmicas o de viento.

2.1.2 MONTAJE Y NIVELACION DE LA UNIDAD MOTOR BOMBA BASE

La unidad motor bomba normalmente es entregada por el proveedor del equipo totalmente ensamblada y montada sobre su base metálica; el proceso de montaje de la unidad completa comienza desde el proceso de desembalaje, verificación exterior superficial del equipo y placa según requerimientos de las hojas técnicas. Los preparativos previos al montaje de la unidad motor bomba se dan con la selección adecuada de los elementos de izaje y la correcta ubicación de los mismos sobre la unidad.

A continuación se presentan algunas consideraciones generales para la correcta selección de los elementos de izaje como grilletes y fajas.

Grilletes

Los grilletes son uno de los elementos de izaje más importantes para realizar los trabajos de montaje, su adecuada selección y conocimiento de los mismos permite realizar maniobras seguras.

Se presenta el tipo de grilleta más usado en los trabajos de izaje, se ha tomada como referencia los grilletes de la marca CROSBY (figura 2.5).

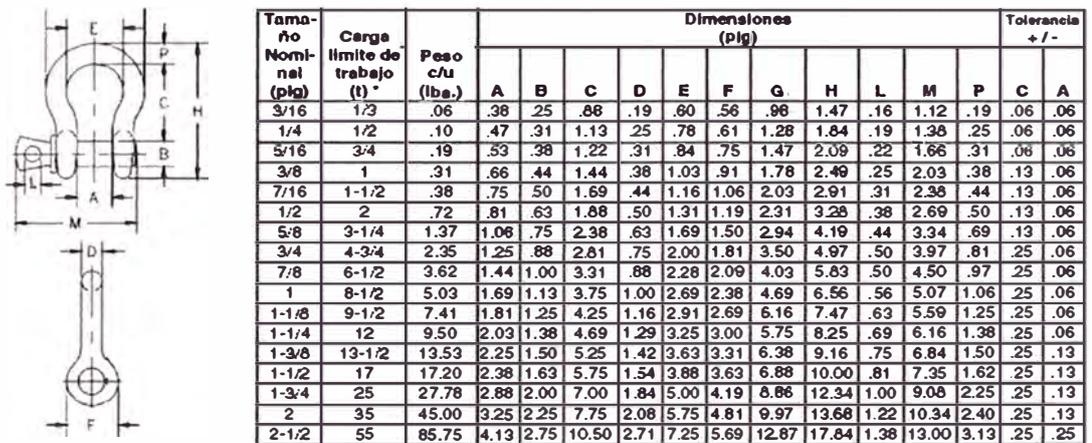


Figura 2.5 Dimensionado de Grilletes

Fajas o eslingas

Las eslingas utilizadas en el mercado nacional son muy variadas, su elección depende mucho de la carga a izar, tipo de trabajo a realizar, el medio ambiente donde al que se expone, etc.

Usualmente las eslinga usadas para elevación, se escogerá prestando especial atención a la carga de trabajo límite requerida, teniendo en cuenta la forma de uso y la naturaleza de la carga a eleva, se suele utilizar eslingas del tipo tubular en los trabajos de montaje (figura 2.6).

Convencionalmente las eslingas utilizadas tienen como factor de seguridad 5:1



Carga de trabajo Kg.	Carga de Trabajo Límite				
	Vertical	Choker	Basket	45°	60°
1,000	1,000	800	2,000	1,400	1,000
2,000	2,000	1,600	4,000	2,800	2,000
3,000	3,000	2,400	6,000	4,200	3,000
4,000	4,000	3,200	8,000	5,600	4,000
5,000	5,000	4,000	10,000	7,000	5,000
6,000	6,000	4,800	12,000	8,400	6,000
8,000	10,000	8,000	20,000	14,000	10,000
10,000	10,000	8,000	20,000	14,000	10,000
15,000	15,000	12,000	30,000	21,000	15,000
20,000	20,000	16,000	40,000	28,000	20,000
25,000	25,000	20,000	50,000	35,000	25,000
30,000	30,000	24,000	60,000	42,000	30,000
35,000	35,000	28,000	70,000	49,000	35,000
40,000	40,000	32,000	80,000	56,000	40,000

Figura 2.6 Dimensionado de eslingas

La combinación de grilletes y eslingas ubicadas en su posición de izaje no deben de exceder el ángulo máximo indicado en la figura 2.7.

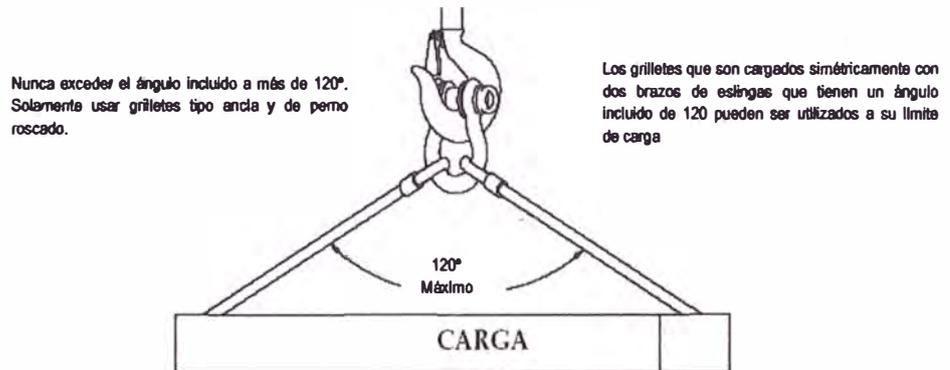


Figura 2.7 Máxima apertura eslingas

La sujeción de la unidad motor bomba base, debe hacer adecuadamente, no se puede sujetar de cualquier punto accesible, a continuación se proponen puntos adecuados de sujeción (figura 2.8).

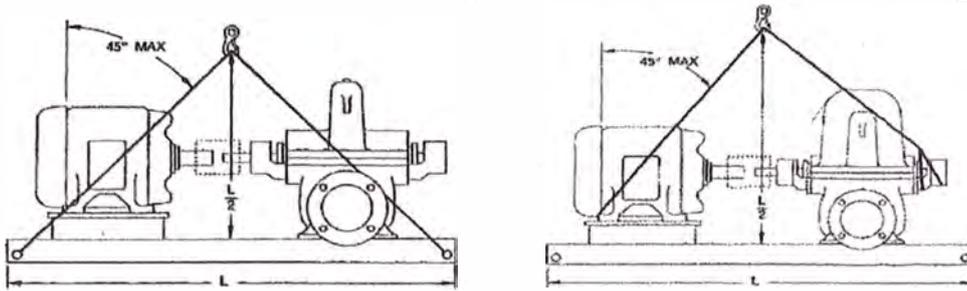


Figura 2.8 Sujeción adecuada de la unidad motor bomba base

Previo a la fijación definitiva de la unidad la superficie debe quedar debidamente nivelada, esto se logra haciendo uso de láminas o calzos metálicos, se recomienda de ser posible que el espesor total de las láminas no debe exceder a 1" y debe cubrir la totalidad del ancho como mínimo del larguero de la base metálica de la bomba, como se indica en la figura 2.9, el uso de estas láminas es recomendable para unidades de gran tamaño y peso; en aquellos casos en los cuales la unidad no posea una dimensión y peso considerable, se puede hacer uso de contratuercas ubicadas en los pernos de anclaje de los cimientos, como elemento de nivelación.

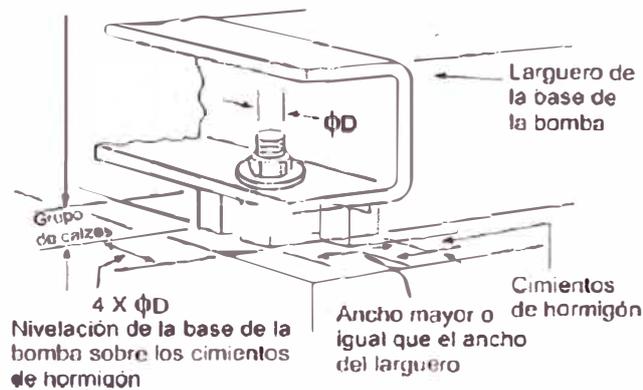


Figura 2.9 Ubicación de láminas y/o contratuercas para nivelación

2.1.3 ALINEAMIENTO DE LOS EJES MOTOR-BOMBA

Como paso siguiente en el montaje de las bombas centrífugas horizontales podemos mencionar el alineamiento de los ejes correspondiente al motor eléctrico y la bomba a través del acoplamiento flexible.

Es preciso indicar que existen varios métodos y el más adecuado depende del nivel de exigencia que se busque en dicho alineamiento, podemos mencionar los siguientes métodos:

- Mediante la regla
- Mediante reloj de carátula o reloj comparador (método de relojes invertidos)
- Mediante un sistema de alineamiento láser
- Mediante un sistema de alineamiento dinámico

Independientemente del método usado para el alineamiento deben de tenerse en consideración algunos factores que afectan el alineamiento de la unidad motor bomba.

- Cimientos
- Grouting de precisión
- Skid (base metálica) y pernos de anclaje

Acoples

Tolerancias

De los métodos mencionados, los de uso común en obra son alineamiento mediante regla, reloj comparador y laser.

El método de lineamiento laser está limitado a ambientes cerrados o especialmente acondicionados, debido a que en ambientes abiertos el polvo, el aire y el sol afectan las lecturas a obtener, como es de esperar el empleo de este método implica un mayor costo en comparación de los métodos tradicionales al momento de realizar el alineamiento.

A continuación se procederá a describir el método de la regla y reloj comparador, como métodos complementarios de mayor uso en obra.

Se debe de considerar dos tipos de desalineamiento entre el eje de la bomba y el eje del motor, los cuales son:

- 1.- **Desalineación angular:** Los ejes tienen su centro concéntrico en la intersección, pero no están paralelos
- 2.- **Desalineación Paralela:** Los ejes tienen su eje paralelo, pero mantienen una separación entre ellos.

Las herramientas básicas necesarias para realizar el alineamiento son:

- Un medidor recto.
- Un juego de calibradores de espesor.
- Un reloj comparador con imán montado en su base y barras de extensión.

Como procedimiento inicial se debe de realizar el alineamiento con el uso del medidor recto y el calibrador de espesores como se indica en la figura 2.10, este alineamiento debe de realizarse como mínimo en tres puntos equidistantes (120°) a lo largo de todo el perímetro del acople.

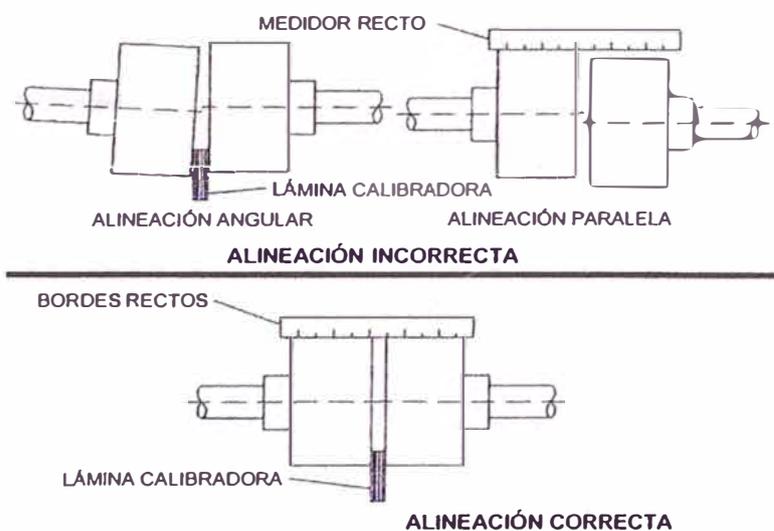


Figura 2.10 Alineamiento con medidor recto y calibradores de espesor

Finalizado esta primera etapa, se debe de corregir las medidas a un nivel de precisión de las milésimas, ente caso se recomienda el uso del reloj comparador dividiendo el perímetro de los acoples en cuatro cuadrantes, y procediendo a medir el desalineamiento angular y paralelo como india la figura 2.11

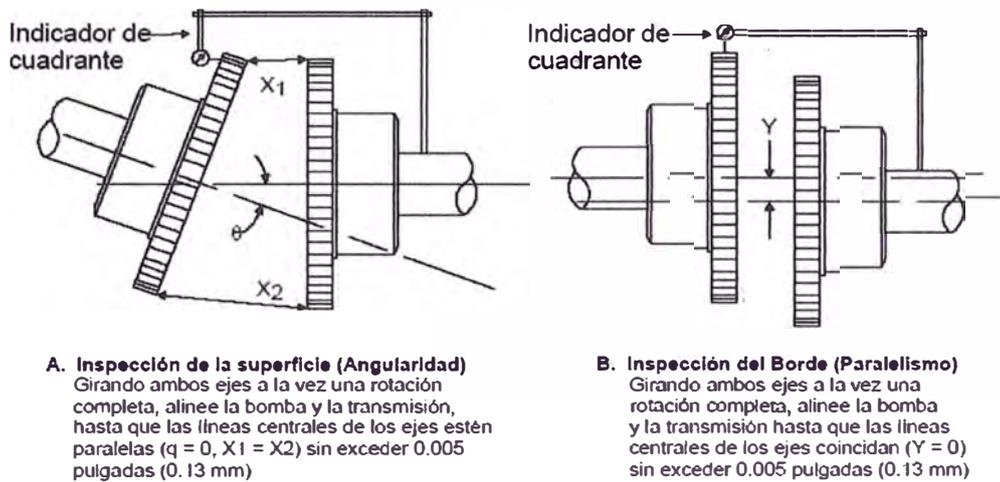


Figura 2.11 Alineamiento con reloj comparador

2.1.4 TERMINACIÓN DE LA BASE

Finalizada las actividades de alineamiento se procede a realizar un ajuste primario de fijación a las tuercas correspondientes a los pernos de anclaje.

Los morteros autonivelantes a usar es variada en el mercado nacional, podemos usar morteros epóxicos y cementicios para grout, le elección entre uno y otro dependerá de los requerimientos de las especificaciones técnicas y prestaciones de resistencia mecánica que requiera la unidad motor bomba.

En relación con los grouts cementicios los epóxicos ofrecen la ventaja de una mayor resistencia, menor retracción, mejor distribución de esfuerzos, mayor dureza y resistencia a la fatiga y excelente protección contra la corrosión.

Se debe tener en cuenta que el conformado de encofrados para grouting debe permitir la libre fluidez de la mezcla preparada evitando atrapamientos de aire y

cobertura total de todas las cavidades internas debajo de la base metálica correspondiente a la unidad motor bomba.

Es preciso indicar que las consideraciones de temperatura de preparación del mortero, proporciones de mezcla y tiempo de curado son indicaciones precisas de cada fabricante del mortero.

2.1.5 CONEXIÓN DE TUBERÍAS

La bomba se conecta a la tubería de la instalación mediante las bridas de succión (entrada) y de descarga (salida).

Cuando se hace la conexión de la tubería a la bomba, hay que poner la máxima atención y asegurarse de que transmite esfuerzos mínimos a la bomba.

Existe un límite para las fuerzas y momentos externos que las bridas y carcasa de la bomba pueden soportar (figura 2.12). Si las fuerzas y momentos son mayores, existe el riesgo de deformación y sobrecarga de la carcasa de la bomba. Y como consecuencia el impulsor de la bomba puede rozar con la carcasa, anillo de desgaste o con el cojinete liso.

Además la alineación del acoplamiento será afectada lo que puede dañar los cojinetes de la bomba y al mismo acoplamiento. También existe el riesgo de sobrecargar los pernos que sujetan la bomba en su base metálica.

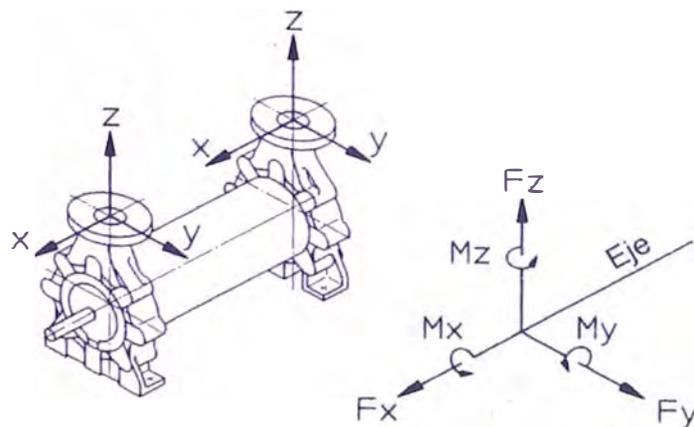


Figura 2.12 Representación de momentos y fuerzas aplicadas en la carcasa de la bomba

Tuberías de succión

Al momento de realizar la instalación de tuberías correspondiente a la succión de la bomba se debe de tener en consideración los siguientes puntos:

- La longitud de las tuberías de succión deben ser lo más corta posible y con un mínimo de codos para evitar el máximo de pérdidas de carga y asegurar un funcionamiento sin problemas, en el caso de hacer uso de codos, estos deben de ser de radio largo, con la finalidad de evitar repentino cambios en la sección de la tubería.
- La aparición de bolsas de aire en la línea de tubería produce operación interrumpida en la bomba y obligan a cebar y arrancar la bomba varias veces hasta logara su correcta operación.
- Cuando es necesario el uso de uniones bridadas en tramos de la tubería de succión, se recomienda un alineamiento adecuada para evita la formación de bolsas de aire atrapado en tales uniones, como se indica en la figura

2.13

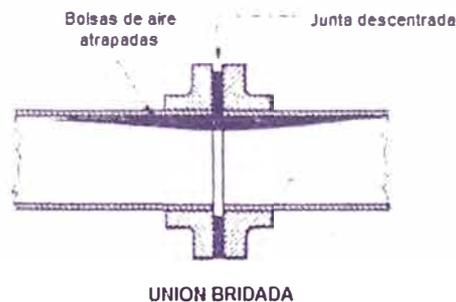


Figura 2.13 Atrapamiento de aire en uniones bridadas mal alineadas

Es recomendable el uso de tuberías de mayor diámetro al de la brida de succión de la bomba, en tal sentido el uso de reductores excéntricos es recomendable , con la finalidad de evitar formación de bolsas de aire, como se indica en la figura 2.14

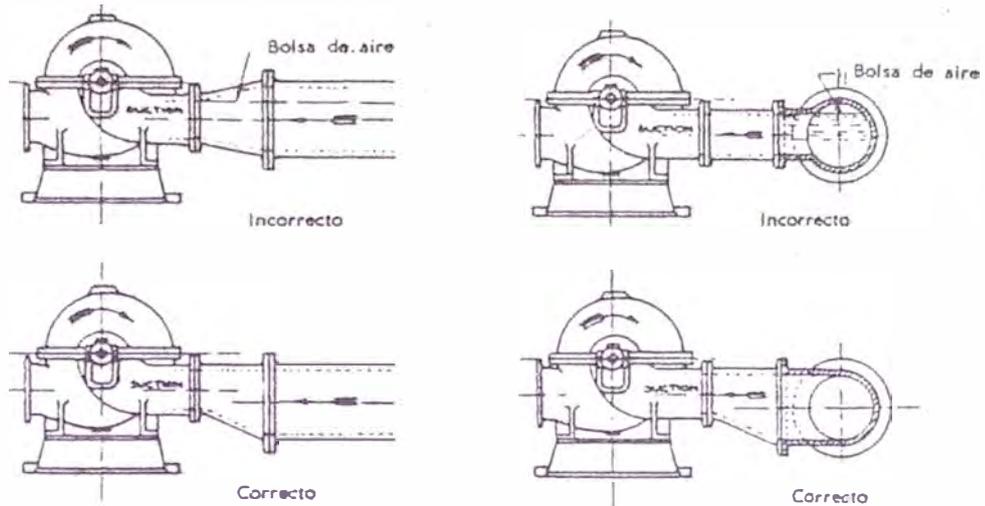


Figura 2.14 Uso de reducciones excéntricas

- La aparición de bolsas de aire están presentes en tuberías de succión que mantienen puntos altos (figura 2.15), se recomienda una inclinación con incremento gradual de 5° o 6° hacia la bomba.

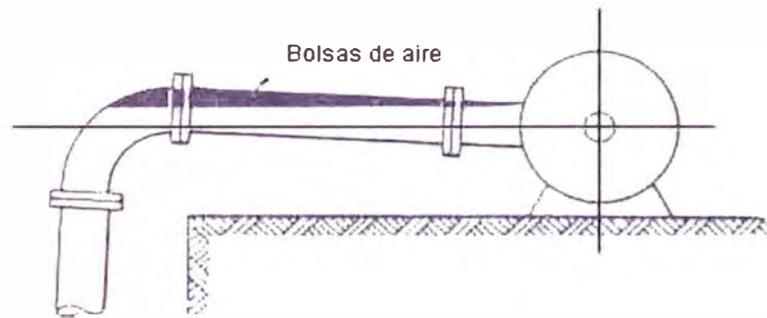


Figura 2.15 Atrapamiento de bolsas de aire en puntos altos de tubería

- De conectarse varias bombas idénticas en una tubería común de succión (figura 2.16), la tubería deberá de instalarse de modo que cada bomba tenga el mismo caudal de aspiración, el uso de conexiones rectas no son recomendables.

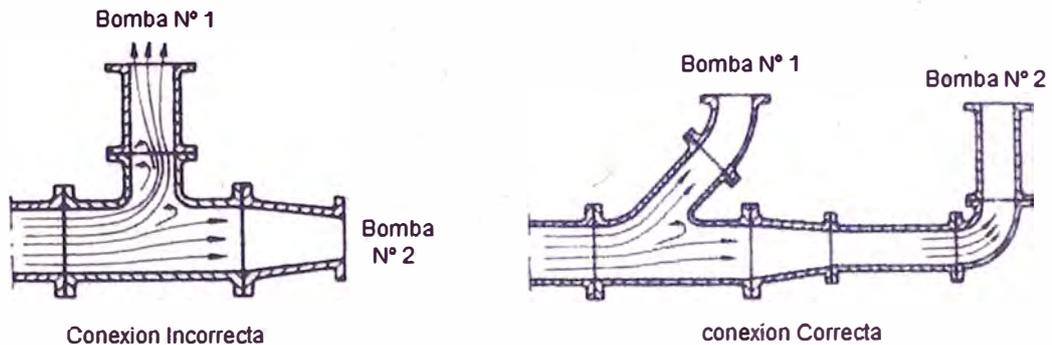


Figura 2.16 Conexión adecuada con una tubería en común

- Como parte de la ingeniería de diseño se debe de indicar la necesidad de instalar válvulas de pie al inicio de las tuberías de succión, válvulas tipo canastillo en las tuberías de succión a la entrada de las bombas con la finalidad de evitar elementos extraños que puedan dañar el mecanismo interior de las bombas, estos elementos son muy necesario considerando el cuidado a largo plazo de las bombas; se debe de considerar la instalación de válvulas antes de la unión bridada en la entrada de succión de las bombas con la finalidad de un desmontaje rápido y evitar derrames y/o fugas en las tuberías de succión.

Tuberías de descarga

Las tuberías de descarga recomendablemente deberían de ser lo más recta posible, con el menor número de codos y accesorios que se pueda; en este caso también debe preocuparse de ampliar el diámetro de la tubería de descarga, para que las pérdidas de carga debidas a fricción no excedan recomendablemente el 10%. Cuando no sea posible instalar una tubería de descarga de un diámetro mayor al de la boquilla de la bomba, por lo menos debe respetarse el diámetro de la boquilla de la descarga de la bomba, nunca es recomendable reducir ese diámetro. Debe incluirse una válvula check y una válvula de compuerta en la tubería de descarga, la válvula check debe localizarse entre la válvula de compuerta y la bomba; si es usada una ampliación de tubería, ésta, se localizará

entre la válvula check y la boquilla de descarga de la bomba; es importante la instalación de estas válvulas, ya que la válvula check protege a la bomba de un retroflujo al detenerse el motor de la bomba y la válvula de compuerta se utiliza en la operación de cebado de la bomba, funciona también como una válvula de estrangulamiento para controlar el volumen de la bomba o para retirar la bomba para inspección y/o mantenimiento.

Las juntas de expansión son usadas principalmente para evitar las transmisiones de fuerzas a la carcasa que son causadas por expansión y contracción de la tubería, debido a: dilatación, desalineamiento, cambios de presión en la tubería golpe de ariete, etc. Estas juntas de expansión pueden ser usadas, tanto en la succión como en la descarga siempre y cuando la tubería se encuentre perfectamente soportada

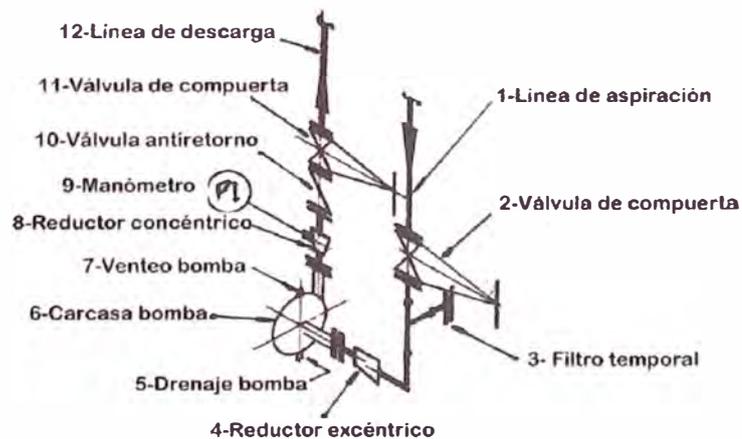


Figura 2.17 Conexión típica en tuberías de descarga y succión

2.1.6 VERIFICACION FINAL DEL ALINEAMIENTO

Es necesario comprobar una vez más el alineamiento, al terminar totalmente la instalación de la tubería, procediendo al uso del reloj comparador. Se debe de tener en consideración que la unidad motor bomba a sido alineada antes de

terminar la instalación de las tuberías de succión y descarga, existiendo la posibilidad de que las tensiones que se producen al realizar las instalaciones ocasionen desajustes en el alineamiento.

2.1.7 ROTACION

La bomba debe girar en la dirección que indica una flecha marcada en la caja y que apunta hacia la brida de la descarga. La rotación ya sea hacia la derecha o izquierda, se entiende tomando como base el lado del motor, como recomendación práctica.

PRINCIPIOS BASICOS SOBRE SOLDADURA POR TERMOFUSION

Referente a los principios básicos de la soldadura por termo fusión, daremos a conocer las propiedades de las tuberías HDPE y el método más empleado en los trabajos realizados para soldaduras en tuberías HDPE de diferentes espesores y diámetros, los cuales están disponibles comúnmente en la industria nacional.

2.2 TUBERIAS HDPE

Las tuberías de HDPE (**High-density polyethylene –polietileno de alta densidad**) en comparación a sus similares de acero al carbono presentan las siguientes ventajas:

- Gran resistencia a los agentes corrosivos
- Gran resistencia a los fluidos químicos
- Insensibilidad a la congelación
- Escasa pérdida de carga por roce
- Atóxico
- Bajo efecto de incrustación
- Alta resistencia a la abrasión
- Fácil transporte por su bajo peso

PROPIEDADES QUÍMICAS

FORMULA MOLECULAR – (CH₂ – CH₂)- n

Las tuberías HDPE, poseen excelentes propiedades químicas, insoluble en todos los solventes orgánicos e inorgánicos, solo es atacado a temperatura ambiente y en el transcurso del tiempo por oxidantes muy fuertes (H₂SO₄, HNO₃).

Los halógenos en estado libre (cloro, bromo, etc.), a temperatura ambiente forman polietileno halogenado con desprendimiento de haluro de hidrogeno, la estructura del material no queda destruida pero cambian las propiedades físicas y químicas.

Otros elementos que recomienda no transportar por tuberías HDPE, son tetracloruro de carbono, disulfuro de carbono, cloroformo, fluor, ozono, trióxido de sulfuro, cloruro de thionil, tolueno, xileno, tricloroetileno.

Al quemarse las tuberías HDPE, desprenden CO, CO₂, H₂O, pero ningún gas corrosivo.

CLASIFICACIÓN

Las tuberías se clasifican según el parámetro conocido como SDR , que se define como la relación del diámetro exterior controlado y el espesor de la tubería.

- $SDR = OD/t$ OD: Diametro exterior de tubería controlada
T: Espesor de pared

Los SDR estandarizados son: 3,7,9,11,13.5,17,21,26,32.5,41; a cada SDR le corresponde una determinada presión de operación.

TUBERIAS DE POLIETILENO (HDPE) PARA FLUIDOS A PRESION (PE 3408)
 ESPECIFICACIONES TECNICAS SEGUN NORMAS ASTM F - 714 / ASTM D 3350

DIAM NOMINAL		DIAM EXT	SDR 7 466.61 psi/3.21 bares		SDR 7.3 253.97 psi/1.75 bares		SDR 9 200 psi/13.84 bares		SDR 9.1 190.77 psi/1.33 bares		SDR 9.1 190.77 psi/1.33 bares		SDR 11.5 152.38 psi/1.05 bares	
Pulg.	mm.	Pulg.	e pared mm.	Diam interior mm.	e pared mm.	Diam interior mm.	e pared mm.	Diam interior mm.	e pared mm.	Diam interior mm.	e pared mm.	Diam interior mm.	e pared mm.	Diam interior mm.
1/2	21.34	0.840	3.05	14.99	2.92	15.27	2.36	16.41	2.29	16.56	1.93	17.30	1.85	17.48
3/4	26.67	1,050	3.81	18.75	3.66	19.08	2.97	20.50	2.87	20.70	2.41	21.62	2.31	21.84
1	33.40	1,315	4.78	23.47	4.57	23.88	3.71	25.68	3.58	25.93	3.05	27.08	2.90	27.36
1.1/4	42.16	1,660	6.02	29.64	5.77	30.18	4.67	32.41	4.52	32.74	3.84	34.19	3.66	34.54
1.1/2	48.26	1,900	6.88	33.91	6.60	34.52	5.36	37.11	5.18	37.47	4.39	39.14	4.19	39.52
2	60.33	2,375	8.61	42.39	8.26	43.13	6.71	46.38	6.48	46.84	5.49	48.92	5.26	49.40
3	88.90	3,500	12.70	62.48	12.17	63.58	9.88	68.35	9.55	69.01	8.08	72.09	7.72	72.82
4	114.30	4,500	16.33	80.34	15.65	81.74	12.70	87.88	12.29	88.75	10.39	92.68	9.93	93.62
5	141.30	5,563	20.22	99.31	19.35	101.04	15.70	108.64	15.19	109.70	12.85	114.58	12.29	115.75
6	168.28	6,625	24.03	118.26	23.06	120.32	18.69	129.39	18.08	130.63	15.29	136.45	14.63	137.85
8	219.08	8,625	31.29	153.97	30.02	156.64	24.33	168.45	23.55	170.08	19.91	177.65	19.05	179.45
10	273.05	10,750	39.01	191.92	37.41	195.25	30.25	209.96	29.36	211.99	24.82	221.41	23.75	223.67
12	323.85	12,750	46.25	227.61	44.37	231.57	35.99	249.00	34.82	251.41	29.44	262.61	28.17	265.28
14	355.60	14,000	50.80	249.94	48.72	254.28	39.52	273.41	38.23	276.07	32.33	288.37	30.91	291.29
16	406.40	16,000	58.06	285.65	55.68	290.60	45.16	312.47	43.69	315.52	36.96	329.57	35.33	332.89
18	457.20	18,000	65.30	321.34	62.64	326.92	50.80	351.54	49.15	354.94	41.55	370.74	39.75	374.50
20	508.00	20,000	-	-	69.60	363.25	56.44	390.60	54.64	394.39	46.18	411.94	44.17	416.13
22	558.80	22,000	-	-	-	-	62.08	429.67	60.10	433.83	50.80	453.14	48.59	457.73
24	609.60	24,000	-	-	-	-	-	-	65.56	473.25	55.42	494.33	53.01	499.34

DIAMETRO NOMINAL		DIAM EXT	SDR 13.5 128.00 psi/8.82 bares		SDR 15.5 110.00 psi/7.61 bares		SDR 17 100.00 psi/6.89 bares		SDR 21 80.00 psi/5.52 bares		SDR 26 64.00 psi/4.41 bares		SDR 32.5 50.79 psi/3.50 bares	
Pulg.	mm.	Pulg.	e pared mm.	Diam interior mm.	e pared mm.	Diam interior mm.	e pared mm.	Diam interior mm.	e pared mm.	Diam interior mm.	e pared mm.	Diam interior mm.	e pared mm.	Diam interior mm.
1/2	21.34	0.840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4	26.67	1,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	33.40	1,315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1/4	42.16	1,660	3.12	35.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1/2	48.26	1,900	3.58	40.82	3.12	41.78	-	-	-	-	-	-	-	-
2	60.33	2,375	4.47	51.03	3.89	52.22	3.56	52.93	-	-	-	-	-	-
3	88.90	3,500	6.58	75.21	5.74	76.96	5.23	78.03	4.24	80.09	3.43	81.79	-	-
4	114.30	4,500	8.46	96.70	7.37	98.96	6.73	100.30	5.44	102.97	4.39	105.16	3.51	106.98
5	141.30	5,563	10.46	119.53	9.12	122.33	8.31	124.00	6.73	127.30	5.44	130.00	4.34	132.26
6	168.28	6,625	12.47	142.34	10.85	145.69	9.91	147.68	8.00	151.61	6.48	154.81	5.18	157.51
8	219.08	8,625	16.23	185.32	14.42	189.69	12.88	192.28	10.44	197.38	8.43	201.55	6.73	205.05
10	273.05	10,750	20.22	230.99	17.63	236.40	16.05	239.65	13.00	246.00	10.49	251.21	8.41	255.57
12	323.85	12,750	23.98	273.96	20.90	280.39	19.05	284.23	15.42	291.77	12.45	297.94	9.96	303.12
14	355.60	14,000	26.34	300.81	22.94	307.87	20.93	312.09	16.94	320.37	13.67	327.15	10.95	332.84
16	406.40	16,000	30.10	343.79	26.21	351.87	23.90	356.67	19.35	366.14	15.62	373.89	12.50	380.39
18	457.20	18,000	33.86	386.77	29.49	395.86	26.90	401.27	21.77	411.91	17.58	420.62	14.07	427.94
20	508.00	20,000	37.62	429.74	32.77	439.83	29.87	445.85	24.18	457.08	19.53	467.36	15.62	475.49
22	558.80	22,000	41.40	472.69	36.04	483.82	32.87	490.42	26.62	503.45	21.49	514.10	17.20	523.04
24	609.60	24,000	45.16	515.67	39.32	527.79	35.86	535.03	29.03	549.22	23.44	560.83	18.77	570.69

Tabla 2.3 Dimensiones en tubería HDPE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ASTM-F-714: Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe (SDR-PR) (Especificación Estándar para Tubería Plástica de Polietileno). Basada en el diámetro externo.

CSA B137.1: Polyethylene Pipe, Tubing and Fittings for Cold Water Pressure Services (Tubería de Polietileno, Entubado y Fittings para Servicios de Presión para Agua Fría).

ASTM D-3350: Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials (Especificación Estándar para Tubería de Plástico de Polietileno y Materiales de Fittings).

- AWWA C901: Polyethylene (PE) Pressure Pipe and Tubing, 1/2 in. through 3 in. for Water Service (Tubería y Entubado de Presión de Polietileno, 1/2 pulgada hasta 3 pulgadas para Servicio de Agua).

ASTM D-3035: Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe (SDR-PR) (Especificación Estándar para Tubería Plástica de Polietileno). Basada en Controlled Outside Diameter (Diámetro Externo Controlado).

- AWWA C906: Standard for Polyethylene (PE) Pressure Pipe and Fittings 4 in. through 63 in., for Water Distribution (Norma para Tubería de Presión de Polietileno de 4 pulgada hasta 63 pulg., para Distribución de Agua).

2.3 SISTEMAS DE UNIÓN

2.3.1 UNIÓN POR SOLDADURA A TOPE CON ELEMENTOS CALEFACTORES

Es el método más común y seguro para unir tubos de HDPE, proceso relativamente rápido, simple y barato; no requiere de materiales adicionales. Aunque la operación es simple, necesita de personal especializado y cuidadoso que siga un procedimiento establecido.

Procedimiento Recomendado:

- Instalación del equipo de soldadura.
- Instalación de una carpa de protección contra vientos y/o lluvia.
- Ubicación de los extremos en las mordazas y se cierran los extremos.
- Refrentar las partes a soldar (con ayuda de polines u otros soportes)
- Colocar las cuchillas rectificadoras, proceder a rectificar las superficies a soldar.
- Retirar las cuchillas y eliminar las virutas presentes.
- Verificar el paralelismo de las superficies a soldar.
- Se permite un desalineamiento máximo del 10% del espesor de la pared.
- Limpiar el elemento calefactor con papel crepe y alcohol metílico.
- Se debe verificar la temperatura de calentamiento de acuerdo al espesor de las tuberías, tabla 2.3 :

Espesor pared mm.	2-3.9	4.3-6.8	7.1-11.4	12.7-18.2	20.1-25.5	28.3-32.3
Tiempo calentamiento a presión 0,2-0,5 kg/cm ² en seg.	30 - 40	40 - 70	70 - 120	120 - 170	170 - 210	210 - 250
Tiempo de cambio de posición en seg.	3 - 5	4 - 8	6 - 10	7 - 15	10 - 20	10 - 25
Tiempo hasta aplicar toda la presión (1.5 - 2 kg/cm ²) aplicar en forma lenta	4 - 6	6 - 8	8 - 12	10 - 15	15 - 20	20 - 25
Tiempo total de enfriamiento en minutos	4 - 5	6 - 10	10 - 16	17 - 24	25 - 32	33 - 40
Alto rodón soldadura	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	1.5

Tabla 2.4 Tabla de procesos y tiempos en el proceso de soldadura

Colocar elemento calefactor

La superficie a soldar se aprieta contra el elemento calefactor, deacuerdo a la temperatura de unión, hasta que se produzca un cordón en todo el perímetro deacuerdo a la tabla 2.4 de presiones y tiempo.

Reducir la presión de calentamiento lentamente hasta 0.

Después de un calentamiento suficiente (vea valores en la tabla 2.4), separar las superficies a soldar del elemento calefactor.

Sacar el elemento y unir las superficies a soldar según tabla 2.4 de presiones y tiempo

Aplicar la presión de unión lentamente y mantener el tiempo de unión deacuerdo a la tabla 2.4.

Dejar enfriar en esta posición deacuerdo a la tabla 2.4.

Remover las mordazas.

Retirar la placa y unir rápidamente las partes a soldar.

aumentar progresivamente la presión requerida y mantenerla durante el tiempo indicado en las tablas para su enfriamiento y retiro final de la tubería, en este caso es de 15 min.

el espesor del doble reborde deberá ser de 2 a 2 ½ veces su altura, y ser uniforme en tamaño y forma todo el perímetro de la junta.

NOTAS:

Asegurar de que todas las herramientas estén limpias y sean las adecuadas para el trabajo.

Se inspecciona si la tubería de polietileno tiene cortadas, ranuras, defomidad en los extremos y arañazos profundos para ser retiradas antes de fusionar.

Asegurar que los tiempos y la temperatura sea la correcta.

Verificar la temperatura de la placa calefactora con pirómetro incorporado.

Proteger el equipo de fusión del clima severo y de los vientos, mediante carpas acondicionadas para cada caso.

A continuación detallaremos los principales pasos a seguir en la soldadura de tubería de HDPE por termofusión, en los cuales hay que tener especial atención

- a.- **COLOCACIÓN DE LAS TUBERÍAS:** en la máquina de soldar asegurando un ajuste adecuado hasta que las tuberías estén perfectamente alineadas.
- b.- **PRESENTACIÓN:** de los extremos, para verificar las siguientes condiciones:
 - Perpendicularidad de las caras con el eje de las tuberías.
 - Contacto de las caras de los extremos (debe ser total)
 - Alineamiento (Tolerancia de desalineamiento para tubos es 10% del mínimo espesor)
 - En este paso se debe ajustar la presión de arrastre, que es la fuerza necesaria para mover el tubo, montado en la máquina.
- c.- **REFRENTADO:** Se coloca la refrentadora entre los dos extremos de las tuberías.
 - Se unen a ella con ayuda del mecanismo de unión
 - Se acciona la refrentadora, que debe arrancar el material necesario hasta lograr el contacto total entre las caras.
 - Comprobada la condición anterior, se retira la refrentadora.
- d.- **FUSIÓN Y UNIÓN DE EXTREMOS:**
 - Una vez que la plancha energizada haya alcanzado la temperatura recomendada (450°F +/- 20°F) se coloca esta entre los extremos.
 - Se pone en contacto a las tuberías con la plancha a una presión determinada.
 - Se calienta hasta formar un espesor de cordón suficiente en ambas tuberías
 - Se separan las tuberías para retirar la plancha.
 - Se juntan rápidamente, pero sin golpearlas violentamente, los extremos fundidos a una presión adecuada para mantener uniformidad en la fusión.
 - Después de retirada la plancha de calentamiento de ninguna manera se debe tener separada las caras más de 10 segundos.

e.- ENFRIAMIENTO:

- Se juntan las mordazas, se deja enfriar por el tiempo necesario hasta que el material alcance la temperatura ambiente. Este tiempo se puede estimar aproximadamente en 30 segundos por pulgada de diámetro de tubería.
- Finalizado este paso, se aflojan las mordazas y se corren las tuberías, dejando el último extremo de la tubería a la altura de la máquina y colocando la siguiente, para reiniciar el ciclo.

De todos los pasos mencionados se consideran como fases del proceso sujetas de control a las siguientes:

Refrentado, Fusión de extremos

Unión de extremos, Enfriamiento

EQUIPOS Y MATERIALES

ELEMENTO CALEFACTOR: Plancha metálica de calentamiento a base de una resistencia eléctrica interna. El metal de la plancha es liviano para facilitar su manipuleo y tiene una cubierta fina de Amianto para evitar la adhesión del material plástico.

REFRENTADORA: Disco giratorio provisto de cuchillas que realiza la operación de arranque de viruta con la finalidad de uniformizar la superficie de las caras a unir y lograr que el contacto entre ellas sea total.

MECANISMO DE UNIÓN: Sistema mecánico o hidráulico cuya función es poner en contacto y/o separar la tubería sucesivamente con el elemento calefactor, la refrentadora y los extremos de la tubería fundida (figura 2.18).

En las máquinas modernas este mecanismo lo conforma un circuito Oleo-Hidráulico que accione un cilindro de doble efecto al cual van adosadas unas mordazas móviles que acercan o separan las tuberías según el requerimiento, a la presión regulada.

OTROS: Trapos industriales, wincha de 8 m. nivel de mano de 18", cordel, etc.

APOYOS DE TUBERÍA:

- Los soportes deben de ser lo suficientemente capaces de prevenir movimientos laterales y longitudinales, de lo contrario al realizar las actividades de soldadura por termo fusión se utilizara personal de apoyo para una correcta sujeción de las tuberías.
- No se permite el uso de grapas en U, las grapas deben de ser utilizadas con un tabique blando (goma) entre la grapa y la tubería.
- Los soportes de tubería en líneas suspendidas deberán de estar acordes con las recomendaciones del fabricante.

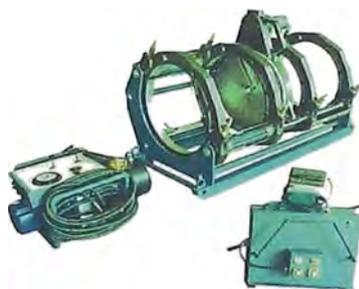


Figura 2.18 Equipo de termofusión básico

2.3.2 UNIÓN CON FLANGES

En situaciones donde es muy difícil o costoso soldar tuberías en terreno, se utiliza uniones mediante bridas (flanges), también es usada en instalaciones que en el futuro deben de ser desmontadas.

La unión requiere de un porta flange, que también recibe el nombre de stub end, en el cual va unido por termofusión a la tubería (figura 2.19).



Figura 2.19 Unión con flanges

CAPITULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

El desarrollo del presente proyecto tiene en consideración los requerimientos del cliente, requerimientos que son analizados para establecer fechas, secuencia de actividades, cantidad de recurso humano, equipo, maquinaria y los costos que estos involucran.

A continuación se detallan los requerimientos del cliente:

3.1 PLAZO DE EJECUCIÓN

Desarrollo integral del proyecto : 102 días calendario

Montaje mecánico : 84 días calendario

3.2 PARTIDAS CONTRACTUALES

Carpintería metálica Km 31

- A. Fabricación e instalación de cerco con concertina
- B. Fabricación e instalación de cerco metálico
- C. Fabricación e instalación tapa para caja de válvulas
- D. Fabricación e instalación de puerta acanalada 1.2x2.25mt, incluyendo cerrajería

Montaje de Bombas y Tuberías Km 31 – Km 37

- A. Instalación de Bomba 4511-PU-16001 – km 31
- B. Instalación de Tanque de Agua 25 m³ – km 37
- C. Instalación de Bomba 4511-PU-16002 – km 37

- D. Instalación de Ductos Principales – km 31-km 37
- E. Instalación de Tuberías en Zona de Caseta de Bomba– km 31
- F. Instalación de Válvulas Ventosas – km 31-km37
- G. Instalación de Purgas – km 31-km37
- H. Instalación de Tuberías de Descarga a Tanque de 25 m3 – km 37
- I. Instalación de Tuberías de Rebose de Tanque de 25 m3 – km 37
- J. Instalación de Tuberías de succión de bomba 4511-PU-16002 – km 37
- K. Instalación de Tuberías descarga de bomba 4511-PU-16002 – km 37
- I. Soportes de Tuberías – km 37 – km 37
- M. Limpieza Con Agua Y Pruebas
- N. Pintado y Etiquetado

3.3 ALCANCES

Los alcances contractuales correspondientes al montaje mecánico se detallan a continuación:

A.- Instalación de Bomba 4511-PU-16001

Comprende el desmontaje de bomba existente, actualmente instalada.

Conexión e instalación sobre cimientos nuevos de la nueva bomba y conexión con la nueva succión y descarga de tuberías.

Los trabajos de montaje de la bomba se realizarán en la zona de la Pajuela Km 31 (Manantial).

B.- Instalación de Tanque de Agua 25 m3

Comprende la instalación de un tanque de 25,000 litros, de capacidad neta de almacenamiento de agua, suministrado por cliente, adicionalmente se realizara el conexionado con las tuberías nuevas.

Los trabajos de montaje del tanque se realizarán en la zona de La Quinoa Km 37 (Campamentos).

C.- Instalación de Bomba 4511-PU-16002

Comprende la instalación mecánica de la bomba sobre cimientos de concreto armado y el conexionado de la misma a la red de tubería de succión y descarga.

Los trabajos de montaje de la bomba se realizarán en la zona de La Quinoa – Km 37.

D.- Instalación de Ductos Principales

Comprende la instalación de las tuberías de HDPE que conducirán el agua captada del manantial Cerro Negro hasta el tanque de 25 m³ de la Quinoa, con una longitud total aproximada de 7,390 metros de tubería de distinta clase (SDR 11 y SDR 17). Cabe mencionar que dicha tubería será enterrada y será suministrada por el cliente.

E.- Instalación de Tuberías de acero al carbono

Comprende el suministro e instalación de todas las líneas de tuberías de acero al carbono ASTM A53 Gr. B7 sch. 40, incluye además el suministro, fabricación e instalación de las tuberías, soportes de tuberías, accesorios, válvulas, tal como se describe en los planos de referencia, listas y especificaciones.

Las tuberías se instalarán en zona de succión (manantial-Km 31) y la quinoa (Campamentos-Km 37).

3.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS

Las especificaciones técnicas son dadas por el cliente.

➤ Bombas:

CARACTERISTICAS	4511-PU-16001	4511-PU-16001
- <i>Condiciones de Operación</i>	Exterior	Exterior
- <i>Capacidad</i>	11.5 l/s	8.0 l/s
- <i>TDH</i>	107 m H₂O	57 m H₂O
- <i>NPSH Disponible</i>	2.49 m H₂O	1.86 m H₂O
- <i>Fluido de Bombeo</i>	Agua	Agua

- <i>Eficiencia</i>	Mayor a 62%	Mayor a 62%
- <i>Altitud</i>	3600 m.s.n.m.	3500 m.s.n.m.
- <i>Potencia de Motor</i>	40 Hp.	20 Hp.
- <i>Voltaje/Fase/Frecuencia</i>	380/3Φ/60Hz	380/3Φ/60Hz

➤ **Tubería de Acero :**

Tubería de acero al carbono ASTM A53, Gr. B7 Sch. 40, 3" y 4" Φ.

➤ **Tuberías de HDPE:**

Tuberías de polietileno de alta densidad, ASTM D3350, No reciclado, SDR 11 y 17 de 4" Φ.

➤ **Accesorios de tubería:**

Accesorios de acero fundido, ASTM A105, de 1", 2", 3" y 4" Φ.

➤ **Flujómetros:**

CARACTERISTICAS

<i>Caudal de Operación</i>	52 – 80 m3/h
<i>Ciclo de Uso</i>	Continuo
<i>Fluido</i>	Agua
<i>Temperatura del fluido</i>	15 °C
<i>Grado de Protección</i>	Nema 4
<i>Voltaje/Frecuencia</i>	120 Vac/60Hz
<i>Conexión</i>	Bridado, ANSI #150, RF 3" y 4" Φ

➤ **Válvulas de presión:**

CARACTERISTICAS	4511-VA-16002-MY	4511-VA-16003-MY
<i>Presión Aguas Arriba</i>	150 PSI	80
<i>Presión Aguas Abajo</i>	70 PSI	40
<i>Fluido</i>	Agua	Agua

<i>Conexión</i>	Bridada ANSI #150, RF 4"Φ	Bridada ANSI #150, RF 2"Φ
<i>Cuerpo</i>	Hierro dúctil ASTM A536 (Calidad similar o superior)	Hierro dúctil ASTM A536 (Calidad similar o superior)

➤ **Válvulas ventosas:**

CARACTERÍSTICAS

<i>Máximo Flujo</i>	160 m3/h	<i>Conexión</i>	Roscada NPT, #300, 2"Φ
<i>Presión de cierre prematuro</i>	2 m.c.a.	<i>Cuerpo</i>	Hierro dúctil, ASTM A536

➤ **Tanque de 25 m3:**

CARACTERÍSTICAS

<i>Tipo</i>	Cilindro Vertical
<i>Diámetro</i>	3.0 m
<i>Altura</i>	3.9 m.
<i>Presión de trabajo</i>	Atmosférico
<i>Material</i>	Polietileno, grado alimenticio
<i>Tipo de Fluido</i>	Agua

Las especificaciones técnicas detalladas se muestran en el anexo A

En base a estos requerimientos se realiza la ejecución del montaje.

EJECUCION DEL MONTAJE

Los trabajos de montaje mecánico se desarrollaron teniendo en consideración tres aspectos fundamentales, los cuales son:

Planificación

Ejecución

Seguimiento y Control

3.5 PLANIFICACION

La planificación de los trabajos está basada principalmente en los alcances y plazos establecidos contractualmente con el cliente, los cuales ya fueron mencionados.

Adicionalmente se tiene en cuenta las restricciones de acceso al área de trabajos, distancias entre puntos de trabajos, facilidad para instalación de campamentos y restricciones del clima, transporte de materiales y ejecución de las actividades propias del montaje, teniendo en consideración que el desarrollo del proyecto se ejecuta en la sierra norte del país, a 3200 m.s.n.m.

La planificación de los trabajos de fabricación, montaje y pruebas se desarrolla teniendo en consideración la rigurosidad de los temas de seguridad industrial de los trabajos a realizar en las instalaciones del campamento minero, en tal sentido se vio por conveniente realizar el siguiente mapa de procesos que ilustra la estrategia adoptada para la optimización de recursos y tiempo.

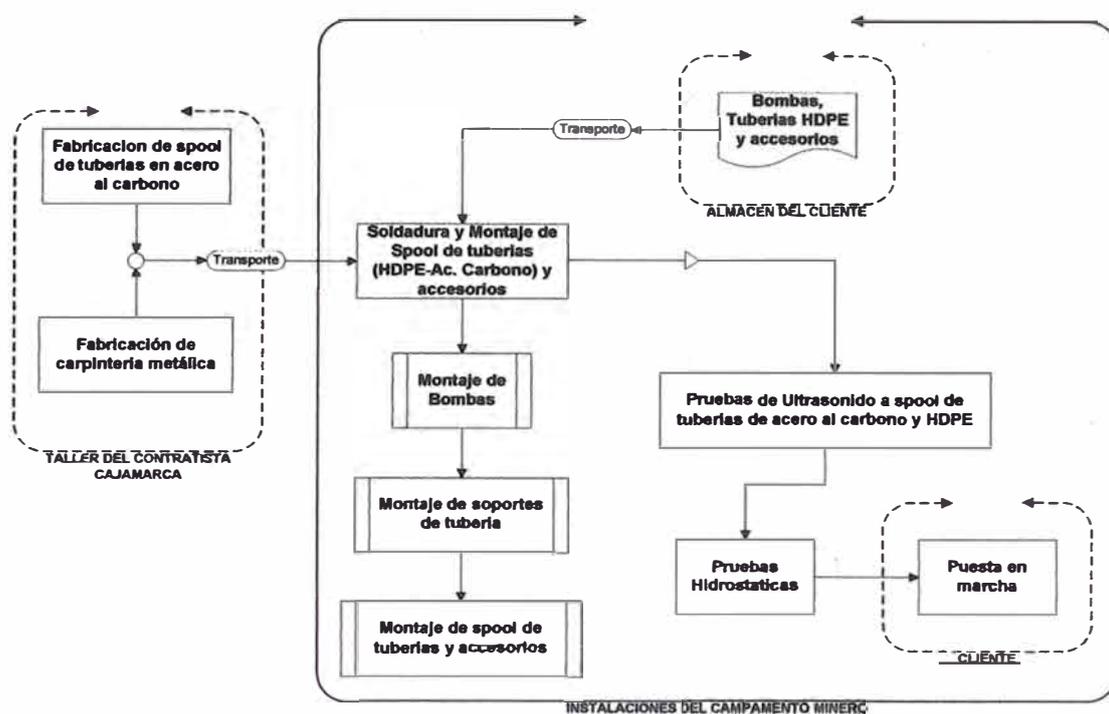


Figura 3.1 Mapa de procesos de planificación del proyecto

3.5.1 ORGANIGRAMA

La organización del proyecto está basada en los requerimientos del montaje mecánico, cronograma de obra establecido y requerimientos del cliente; para efectos de un adecuado desarrollo en los trabajos mecánicos se considero dentro de la organización un gerente de proyecto, residente de obra, supervisor mecánico y dos grupos de trabajo claramente diferenciados (montaje de tuberías de HDPE y montaje mecánico).

Para realizar un adecuado seguimiento del avance y costos del proyecto se consideró un personal de oficina técnica, el cual en coordinación con administración y logística de la compañía se encarga de realizar actividades de control del avance programado y avance real, seguimiento de costos programados versus costos efectuados, variación en la nuevas revisiones de planos, etc.

Las actividades de control de calidad son coordinadas antes, durante y después de la ejecución de los trabajos mecánicos, entre el supervisor mecánico, supervisor de control de calidad y personal de planeamiento.

Finalmente se considera a un supervisor de seguridad y medio ambiente como apoyo al desarrollo integral del proyecto en las áreas de su especialidad.

El organigrama general del proyecto se muestra en la figura 3.2

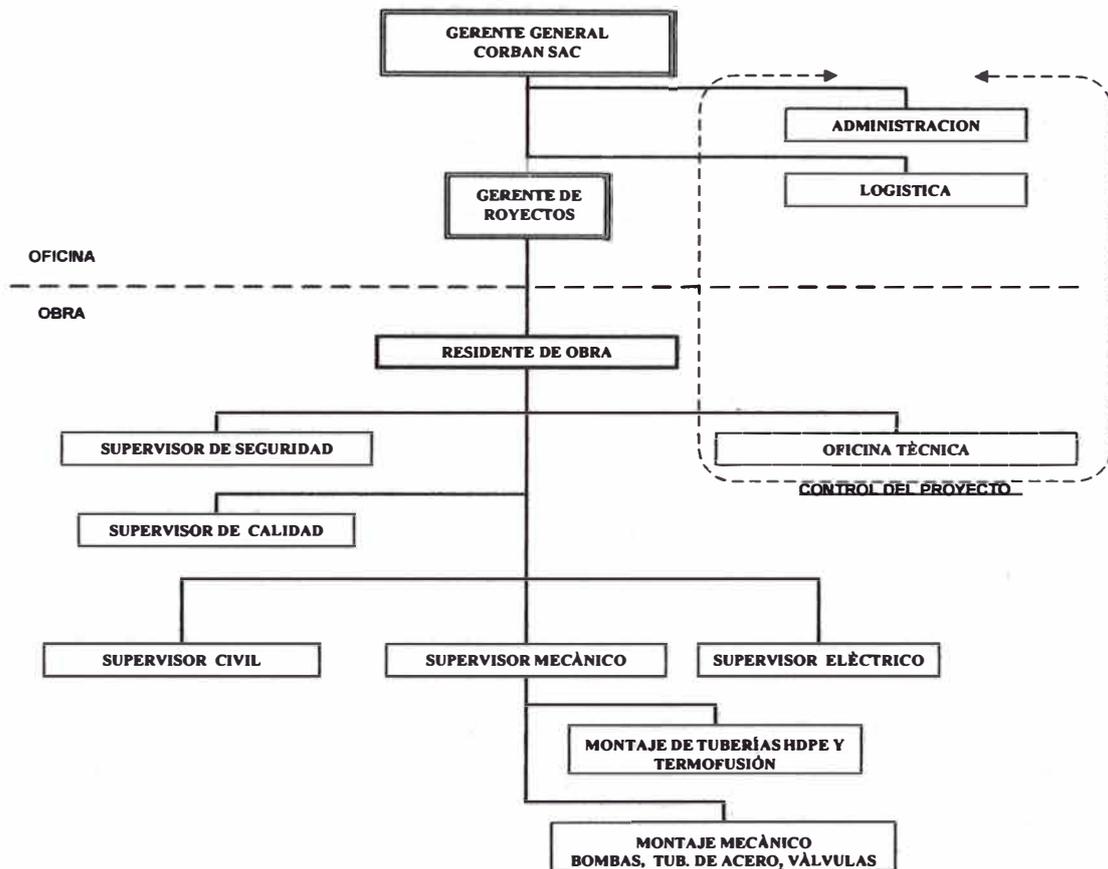


Figura 3.2 Organigrama del Proyecto

Las actividades de control de calidad son coordinadas antes, durante y después de la ejecución de los trabajos mecánicos, entre el supervisor mecánico, supervisor de control de calidad y personal de planeamiento.

Finalmente se considera a un supervisor de seguridad y medio ambiente como apoyo al desarrollo integral del proyecto en las áreas de su especialidad.

El organigrama general del proyecto se muestra en la figura 3.2

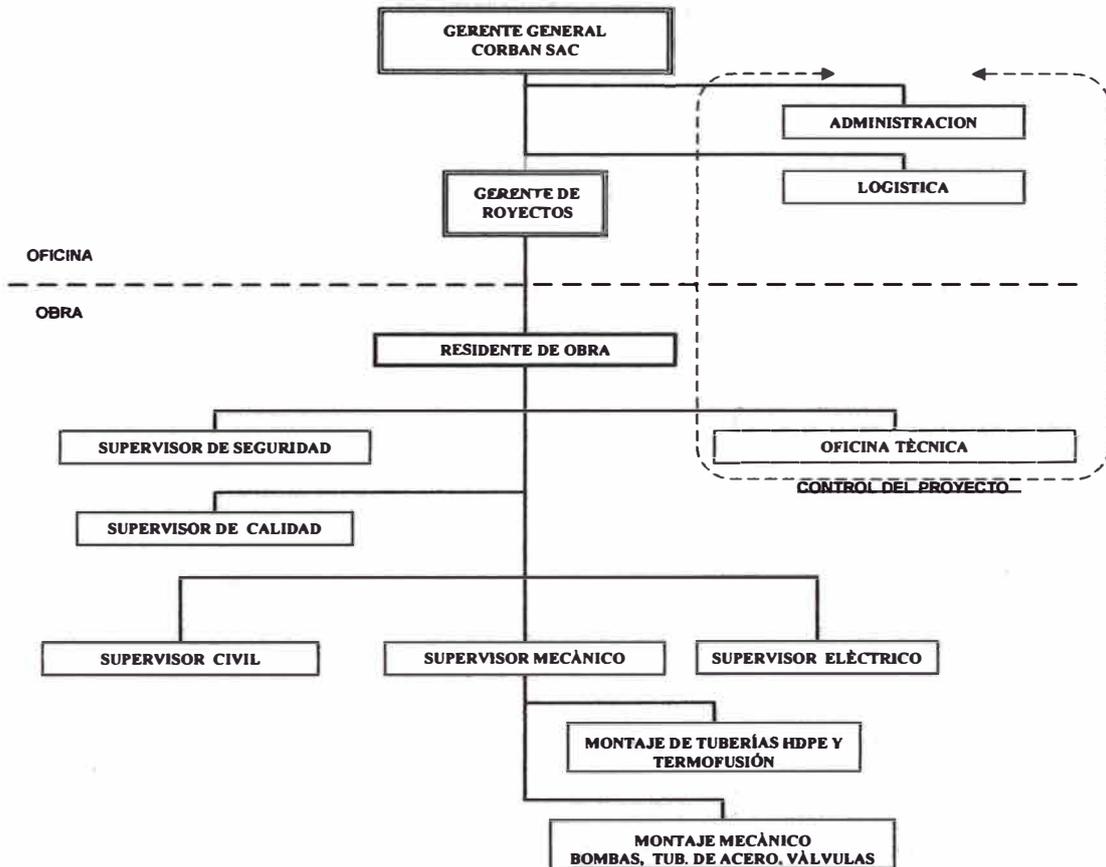


Figura 3.2 Organigrama del Proyecto

3.5.1.1 FUNCIONES DEL PERSONAL

Gerente de Proyecto:

- Asesorar al residente de Obra en la administración del contrato, así como inspeccionar y evaluar el desarrollo de los trabajos, efectuando supervisiones periódicas al lugar del proyecto.
- Dar el apoyo logístico que el proyecto necesite, de modo que la provisión de los recursos: equipos, materiales y mano de obra especializada, etc., sean oportunas y adecuadas.
- Proveer soporte técnico mediante asesoría especializada, cuando el proyecto lo requiera, para aplicar una ingeniería de construcción idónea, así como para cumplir con el control de calidad establecido en las especificaciones técnicas.
- Monitorear la aplicación y cumplimiento del Plan de Gestión de Calidad, el Plan de Seguridad y de Manejo Ambiental establecidos para el proyecto.

Residente de Obra:

- Representar con toda autoridad a la compañía constructora durante la ejecución del proyecto, coordinar con el cliente o su representante sobre asuntos que conciernen al desarrollo del proyecto, tales como variaciones, adicionales, cambios en los planos y/o especificaciones técnicas.
- Garantizar una correcta ejecución de las obras en los plazos programados, con la calidad especificada y con los estándares de seguridad y medio ambiente establecidos para el proyecto.
- Difundir la Política de Calidad y la Integral de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiental, a todo el personal del proyecto.

- Organizar los diferentes frentes de trabajo en coordinación con el área de Producción y el área de Ingeniería; y coordinar para el abastecimiento oportuno al proyecto de los recursos necesarios para su desenvolvimiento.
- Controlar permanentemente el avance de los trabajos, haciendo correcciones al programa de obra si es que fuese necesario para cumplir con los plazos y metas previamente establecidos.
- Aprobar y monitorear la implementación y mantenimiento del Plan de Gestión de Calidad, del Plan de Seguridad y del Plan de Manejo Ambiental. Asimismo, aprobar y monitorear la implementación del Plan de Emergencias del proyecto.
- Convocar semanalmente a Reuniones de Obra con la participación de todos los Jefes de las áreas. Registrar en actas los acuerdos y hacer seguimiento de su cumplimiento.
- Liderar la toma de acciones preventivas y correctivas necesarias para la mejora en calidad, seguridad y salud ocupacional en el proyecto.
- Instalar y presidir el Comité de Seguridad del proyecto, convocarlo a reunión de acuerdo al cronograma establecido (por lo menos una vez cada treinta días) y cada vez que las circunstancias lo requieran.
- Participar en la investigación de todo accidente e incidente que ocurra durante la ejecución del proyecto, y verificar el cumplimiento de las acciones correctivas.

Supervisor Mecánico:

- Ejecutar las diferentes actividades del proyecto de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas, y de acuerdo a lo establecido en el Plan de de Calidad, el Plan de Seguridad y en el plan de Manejo Ambiental.

- Conocer las especificaciones técnicas aplicables a los trabajos asignados a su cargo.
- Conocer los Estándares de Seguridad y Manejo ambiental del Cliente aplicables a los trabajos asignados a su cargo.
- Participar en el planeamiento y programación general del proyecto, así como en la reprogramación sistemática del saldo.
- De acuerdo a la programación general, realizar programaciones detalladas (para el mes siguiente) que incluya los recursos que aseguren la ejecución de las actividades programadas, y hacer su seguimiento para cumplir con las metas propuestas. Estas programaciones detalladas difundirlas al resto de áreas en las Reuniones de Obra.
- Participar en la elaboración de los análisis de riesgos e impactos ambientales de los procesos del proyecto, incluyendo de ser necesario la participación de los maestros y capataces involucrados.
- Definir las cuadrillas y equipos que participarán en cada proceso de la producción.
- Verificar que los maestros y capataces cumplan con sus responsabilidades respecto a la elaboración de los análisis de seguridad en el trabajo (AST) y a las reuniones diarias de seguridad.
- Coordinar con la debida anticipación con el Jefe de Seguridad la planificación de los diversos trabajos y tareas por ejecutar en el proyecto, a fin de que se implementen oportunamente las medidas de control de riesgos necesarias para garantizar un nivel óptimo de seguridad operativa.
- Verificar el uso correcto de los equipos de protección personal y dispositivos de seguridad que se requieran.

- Reportar de inmediato al Jefe de Obra y al Jefe de Seguridad, todo accidente o incidente que ocurra y participar activamente en la investigación correspondiente.
- Participar activamente en el programa de capacitación y en el programa de inspecciones del proyecto

Oficina Técnica:

- Elaborar el planeamiento y programación general del proyecto, el seguimiento y control del progreso de las actividades. Así como reformular sistemática y mensualmente el saldo de obra.
- Hacer seguimiento a las órdenes escritas del cliente para modificación de trabajos o trabajos adicionales y difundirlo oportunamente a los involucrados.
- Procesar las valorizaciones contractuales de acuerdo al avance de obra.
- Manejar el sistema de control de costos y evaluación de la productividad.
- Controlar el estado de revisión y distribución de los planos y especificaciones técnicas del proyecto, y garantizar que las versiones vigentes estén en los puntos de uso y así evitar el uso de documentos obsoletos.
- Coordinar los recursos conjuntamente con el área de administración logística.
- Elaborar los planos "As Built" que serán entregados al cliente o a su representante al finalizar el proyecto.

Administración:

- Llevar la contabilidad, administrar los flujos de dinero y todo lo referente a facturaciones y pagos a proveedores desde obra.

- Garantizar el proceso formal de contratación del personal de obra (incluido subcontratistas y proveedores) en estricto cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en materia de seguros y beneficios sociales, según corresponda.
- Coordinar los ingresos y salidas de todo el personal de obra, subcontratistas y visitantes. Esto incluye los permisos requeridos, exámenes médicos y charlas de inducción.
- Manejar y archivar toda la documentación para el ingreso del personal a obra.
- Controlar las planillas del personal y cumplimiento estricto de los pagos oportunos de todas las obligaciones laborales.
- Coordinar los requerimientos del personal asignado al proyecto tales como: alimentación, movilidad, mantenimiento y buen funcionamiento de las instalaciones provisionales.
- Tramitar oportunamente los requerimientos de recursos e insumos necesarios para el proyecto (materiales, equipos y personal obrero), con la oficina principal o en las localidades cercanas al proyecto.
- Controlar el manejo del almacén de obra. Enviar los Informes de Almacén correspondientes.
- Solicitar las Hojas de Seguridad (MSDS) para el manipuleo y almacenamiento de productos químicos o materiales peligrosos. Difundirlo con la entrega del producto.
- Coordinar con el personal de planeamiento los recursos asignados al proyecto.

Logística:

- Coordinar los materiales que suministrará el contratista, serán gestionados desde las oficinas de en Cajamarca y en estrecha coordinación con el Gerente de Obra y el área administrativa.
- Movilizar los recursos hacia el lugar de trabajo se realizarán en unidades de transporte adecuados y que cumplan con las disposiciones del MTC y del Cliente.
- Coordinar con el personal de planeamiento los recursos asignados al proyecto.

Supervisor de Calidad:

- Elaborar el Plan de Gestión de Calidad del proyecto de acuerdo a los requerimientos del cliente.
- Implementar y mantener el Plan de Gestión de Calidad, para lo cual contará con todo el apoyo del área de Producción.
- Asesorar a los Ingenieros de Producción en la elaboración de los procedimientos de Trabajo (POC).
- Controlar el estado de revisión y la distribución de los documentos del Plan de Gestión de Calidad.
- Mantener al día, correctamente archivados y disponibles los registros del Sistema de Gestión de Calidad correspondientes al proyecto.
- Identificar y hacer seguimiento al tratamiento de los Productos No Conformes del proyecto. Asimismo, hacer el seguimiento a la implementación de las acciones correctivas que eliminen las causas de la no conformidad.
- Controlar la operatividad y calibración de los equipos de medición y ensayo utilizados en el proyecto.
- Analizar los resultados de las mediciones realizadas, de manera que sean empleadas para la mejora continua del proyecto.

- Hacer las coordinaciones con el cliente o su representante acerca de los controles especificados a realizar durante el desarrollo del proyecto.
- Conocer y dominar las especificaciones técnicas del proyecto y verificar su cumplimiento durante la ejecución de los trabajos.
- Coordinar y desarrollar capacitaciones al personal en las actividades identificadas como de alto riesgo de desviación a lo especificado.
- Preparar el Dossier de obra para ser entregado al cliente o a su representante al término de la misma.

Supervisor de Seguridad y Medio ambiente:

- Elaborar el Plan de Seguridad y Salud Ocupacional del proyecto de acuerdo al requerimiento del cliente (Área de prevención de pérdidas).
- Implementar y mantener el Plan de Seguridad del proyecto, para lo cual contará con todo el apoyo del área de Producción.
- Elaborar e implementar el Plan para Emergencias del proyecto y coordinar su entrenamiento.
- Analizar los riesgos de todos los procesos del proyecto, y plantear medidas de control en coordinación con los Ingenieros de Producción.
- Establecer los mecanismos adecuados para asegurar y evidenciar que la línea de mando operativa del proyecto está cumpliendo con sus responsabilidades respecto a la seguridad y salud ocupacional.
- Asesorar a la línea de mando operativa del proyecto en temas relacionados a la prevención de riesgos laborales y participar activamente en la planificación de los trabajos.
- Informar y advertir oportunamente a la línea de mando del proyecto sobre los riesgos operacionales detectados y no controlados, para que se implementen las medidas de control que correspondan a la brevedad.

- Conducir reuniones de seguridad con la participación de los Ingenieros, Maestros y Capataces del proyecto. Asimismo capacitarlos en la elaboración de los análisis de trabajo seguro (ATS), en la obtención de permisos de trabajo y en las inspecciones y capacitaciones que tengan que efectuar.
- Solicitar la compra oportuna de los equipos de protección personal y dispositivos de seguridad que se requieran para mantener una óptima seguridad operativa.
- Elaborar las Directivas de Trabajo Seguro para las actividades específicas del proyecto calificadas como de alto riesgo y confeccionar las listas de verificación correspondientes a las medidas de prevención y control que se estipulen.
- Cumplir la función de secretario en las reuniones del Comité de Seguridad de obra registrando los acuerdos en el acta correspondiente, estipulando plazos y responsables cuando se trate de acciones por ejecutar.
- Elaborar los programas mensuales de capacitación e inspecciones del proyecto y verificar su cumplimiento.
- Impartir la inducción en seguridad al trabajador nuevo (de contratación directa o de subcontrata) y a toda persona que requiera ingresar a el proyecto. Hacer firmar al trabajador la correspondiente acta de capacitación y el respectivo compromiso de cumplimiento.
- Efectuar inspecciones y observaciones rutinarias en todos los lugares de trabajo, dando prioridad a las labores de mayor riesgo, para detectar posibles situaciones de riesgo no controladas y actos o condiciones su estándar, y en coordinación con el Maestro o Capataz encargado efectuar las correcciones de las no conformidades identificadas de

inmediato. En caso de riesgo eminente deberá paralizar las labores hasta que se elimine la situación de peligro.

- Mantener actualizados y difundir los indicadores de desempeño en seguridad y salud ocupacional reactivos y proactivos.
- Mantener al día, correctamente archivados y disponibles todos los registros del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional correspondientes a el proyecto.
- Verificar la calidad y certificación de los equipos de protección personal y otros dispositivos de seguridad que se utilicen en el proyecto. Asimismo, asegurarse que se retiren aquellos que no se encuentren en buen estado o no cumplan con los Estándares del cliente.
- Elaborar el informe mensual de seguridad y salud ocupacional del proyecto y remitirlo al Representante de la dirección dentro de los primeros cinco días del mes siguiente.
- Elaborar e implementar el Plan de Manejo Ambiental del proyecto, con la finalidad de minimizar los daños a los recursos naturales aledaños al área donde se desarrolla el proyecto .
- Analizar los impactos ambientales en los procesos del proyecto, y plantear medidas de control en coordinación con los Ingenieros de Producción.
- Supervisar e inspeccionar que todos los trabajos sean ejecutados de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental (ver Ítem 1.8.6 del presente informe) aprobado por el cliente.
- Ejecutar los trabajos de control y manejo ambiental.

3.5.2 CRONOGRAMA

El desarrollo del cronograma para el montaje del sistema de captación se basa principalmente en las partidas y el plazo contractual establecido; las partidas a considerar son entregadas por el cliente en el enunciado del trabajo (SOW-statement of work).

La duración de las actividades son desarrolladas a criterio y en base a la experiencia del contratista en función a trabajos similares, estos plazos son aprobados por el cliente.

La secuencia de actividades es sugerida por el cliente en función a sus requerimientos propios, el contratista evalúa y modifica el cronograma de acuerdo a las necesidades finales y establecidas por el cliente.

La secuencia natural de los trabajos a ejecutar son obras civiles, luego obras mecánicas, obras de montaje e instalaciones eléctricas y de instrumentación, finalmente se realizaran las pruebas y puesta en marcha.

La figura 3.3 muestra el cronograma correspondiente al montaje mecánico del sistema de captación.

El cronograma detallado del proyecto en toda su se muestra en el anexo B.

3.5.3 PLAN DE TRABAJO

Para el planeamiento operativo del montaje mecánico se ha teniendo en consideración los siguientes puntos:

Jornada Laboral: La jornada laboral que se establecerá para la ejecución del proyecto, será por lo general en un solo turno de trabajo, de lunes a sábado, la jornada diaria de cada turno será de 10 horas, la hora de inicio de la jornada diaria será a partir de las 6.00 horas hasta las 17:00 horas, el trabajador contará con una hora de refrigerio y/o descanso.

Recurso Humano: El grupo humano necesario para la ejecución del proyecto se considero según la siguiente distribución:

PERSONAL

TUBERIAS HDPE		SPOOL DE TUBERIAS Y BOMBAS	
Cantidad	Categoría	Cantidad	Categoría
1	Operario de tuberías	2	Operario de tuberías/Mecánico
4	Oficial de tuberías	2	Oficial de tuberías/Mecánico
6	Ayudante	4	Ayudante
1	Operador de termofusión	1	Soldador

Total de Mano de Obra Directa: **21**

Se considera adicionalmente un solo supervisor mecánico para montaje de tuberías HDPE, Acero al carbono y bombas, el organigrama de obra se muestra en la figura 3.3.1.

Áreas de Trabajo: Dentro del planeamiento ha tomado en cuenta las áreas de trabajo establecidos por el Cliente y en función a ello ha elaborado una secuencia constructiva que le permitirá optimizar los recursos y de cumplir con los plazos propuestos.

Las áreas involucradas en el proyecto son:

- **Manantiales:** Ubicado en el km 31 de la ruta Cajamarca – Bambamarca, poza de captación de manantiales y punto inicial de los trabajos de montaje mecánico.
- **La Quinua:** Ubicado en el km 37 de la ruta Cajamarca – Bambamarca, punto de llegada del agua al tanque de rotoplast de 25 m3. Finalización de los trabajos mecánico.
- **Ruta de la tubería:** Ubicado entre los kms. 31 y 37 de la ruta Cajamarca – Bambamarca, zona exterior del campamento minero.

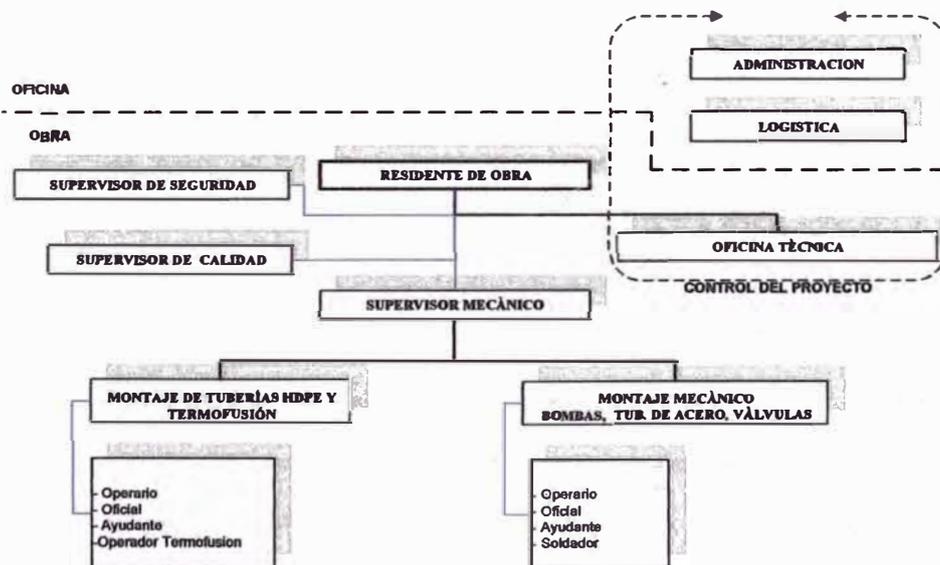


Figura 3.3.1 Organigrama de ejecución de Obra

Secuencia Constructiva: Los trabajos de montaje mecánico se inician finalizada las obras civiles, la secuencia constructiva por lo general se realizará de la siguiente manera:

- Primero se inician los trabajos de traslado de equipos (bombas y tuberías) desde los almacenes del cliente ubicado en el km 45 de la ruta Cajamarca – Bambamarca.
- El tendido de tuberías se realiza en las zonas adyacentes a la zona de excavación de zanja, debido a que toda la línea de tubería será enterrada.
- Seguidamente se movilizan los equipos críticos como bombas y tanque de 25 m3. Hacia las áreas del km 31 y km 37.
- Los trabajos mecánicos en campo se inician con una cuadrilla de montaje de tuberías de HDPE desde el km 31, cuadrilla que cuenta con 06 ayudantes, 04 oficiales, 01 técnico de termofusión y 01 supervisor mecánico, así mismo se destina como maquinaria de apoyo un camión grúa de 12 ton.
- Los spool de tubería en acero al carbono se fabrican en los talleres en la localidad de Cajamarca, donde serán debidamente ensayados por la técnica de ultrasonido al 20% del total de las uniones soldadas.
- Iniciado el 25% de montaje de tuberías de HDPE se inician los trabajos de montaje de bombas y spool de tuberías en el km 31, para luego pasar a realizar trabajos de montaje en el km 37, la cuadrilla asignada es de 04 ayudantes, 02 oficiales, 02 operarios, 01 soldador y 01 un supervisor mecánico.
- Las pruebas hidrostáticas se realizaran al 50% del montaje completado de las líneas de tuberías en acero al carbono y HDPE.

3.5.4 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

El plan de Control de calidad elaborado para el desarrollo del proyecto se basa específicamente en los requerimientos del cliente (área de pre operaciones) y lineamientos según la norma internacional ISO 9000-9001.

El presente Plan de Control de Calidad define la forma en que la empresa contratista establecerá las prácticas, los medios y la secuencia de actividades ligadas a la calidad, aplicables a la ejecución de los procesos en Obra, según las normas correspondientes que se apliquen.

El contenido de estos documentos acerca del desarrollo de los diferentes aspectos de los procesos, permitirá finalmente dar la confiabilidad a su cliente, que los trabajos que se ejecuten serán concordantes con los requisitos de calidad aplicables a dichos procesos, en la ejecución del presente Proyecto.

La planificación de los trabajos, como cuestión preventiva permite controlar y medir los parámetros adecuadamente y que estos superen las inspecciones y ensayos previstos para el cumplimiento de los requisitos del cliente. La premisa fundamental es "hacer bien las cosas a la primera vez".

Este documento es un instrumento de gestión que la empresa contratista implementa al presente proyecto como parte de la política y objetivos de calidad de la organización y su compromiso con la calidad.

3.5.4.1 VISION

Se tiene como visión ser considerada una empresa contratista confiable en lo que a calidad se refiere, que trabaje con los estándares y normas que sus clientes exigen.

3.4.4.2 POLITICA Y OBJETIVOS DE LA CALIDAD

La alta dirección de la empresa contratista se responsabiliza y adquiere el compromiso de establecer y desarrollar un plan de calidad basado en la norma ISO-9000-9001 con el fin de conseguir los siguientes objetivos generales:

- Satisfacer las necesidades del cliente en lo relativo a aptitud para el uso, prestaciones, Seguridad y fiabilidad del producto.
- Cumplir con los requisitos específicos del cliente, estándares y normativas legales.
- Prevenir los fallos antes de que ocurran.
- Reducir los Costos Totales de Calidad.
- Mejorar las relaciones con nuestros clientes y proveedores.

Mediante la aplicación de la Política de Calidad a todas las áreas, se conseguirá un máximo de calidad en nuestros productos. Todo el personal de la organización procurará desarrollar una mentalidad de constante mejora en su puesto de trabajo, detectando no sólo los fallos que se produzcan y sus causas, sino reconociendo a tiempo fallos potenciales y su eliminación consecuenta.

Para cumplir estos objetivos, la Dirección es consciente que además de proporcionar los medios materiales y humanos adecuados, el personal debe entender y aplicar las directrices que emanan de los documentos que integran el Sistema de Calidad. Para conseguirlo, apoya y alienta un Programa de Formación dirigido a todas las áreas y personas de la Organización.

3.5.4.3 GESTION Y CALIDAD DEL PROYECTO

Terminología Básica.

Entidad.- Aquello que puede ser descrito y considerado individualmente.

Una entidad puede ser, por ejemplo:

Una actividad o un proceso.

- Un producto, un elemento, un sub ensamble
- Una organización, un sistema o una persona
- Cualquier combinación de ellos.

Proceso.- Conjunto de recursos y actividades relacionadas entre sí que transforman elementos que ingresan en elementos que salen. Estos recursos pueden incluir el personal, las finanzas, las instalaciones, los equipos, las técnicas y los métodos.

Procedimientos.- Manera especificada de realizar una actividad. Todos los procedimientos estarán de acuerdo a las especificaciones técnicas dadas el cliente.

Notas:

En muchos casos los procedimientos se expresan por medio de documentos (por Ej.: procedimientos de un sistema de la calidad).

Cuando un procedimiento se expresa por medio de un documento es frecuente usar el término "procedimiento escrito" o "procedimiento documentado".

Un procedimiento escrito o documentado generalmente contiene: el objeto y el alcance de una actividad; qué debe hacerse y quién debe hacerlo; cuándo, dónde y cómo debe hacerse; que materiales, equipos y documentos deben utilizarse; y cómo debe controlarse y registrarse.

Producto.- Resultado de actividades o de procesos. El término producto puede incluir servicio, material (hardware), materiales de proceso, soportes lógicos (software) o una combinación de estos.

Servicio.- Resultado generado por actividades en la interfaz entre el proveedor y el cliente y por actividades internas del proveedor, con el fin de conocer las necesidades del cliente.

Proyecto.- Para fines del presente Plan de Control de Calidad está conformado por las mecánicas, para los Proyectos que el contratista realice, para sus clientes.

Documento Controlado.- Es un documento de la empresa o del Proyecto que se ha formalizado dentro de la organización a través de la denominación de esta codificación y su respectiva distribución a los usuarios del mismo. Asimismo se ha establecido que es necesaria su revisión, aprobación, emisión, mantenimiento y archivo debido a que el contenido afecta directamente a la calidad de la entidad.

3.5.4.4 NORMAS APLICABLES

Las actividades relacionadas a la implementación del Plan de Control de Calidad son desarrolladas tomando en cuenta los estándares de calidad especificados por el proyecto.

La metodología de trabajo se sustenta en la filosofía del Aseguramiento de Calidad, las normas de referencia son:

Normas Internacionales:

- ACI:** American Concrete Institute.
- AISC:** American Institute of Steel Construction.
- ANSI:** American National Standards Institute.
- ASME:** American Society of Mechanical Engineers.
- ASTM** American Society for Testing & Materiales.
- AWS:** American welding society
- RNC:** Reglamento Nacional de Construcción.
- SSPC:** Steel Structure Painting Council.

Especificaciones Técnicas, Estándares y Planos del cliente.

ACERO ESTRUCTURAL

- Structural steel erection:	000.215.05130
- Structural steel fabrication:	000.2215.05120
- Miscellaneous steel and metal fabrication:	000.215.05500
- Painting:	4635-6-SPC-034
- Steel carpentry:	4635-4-SP-003
- Fencing and gates	4635-2-sp-102
- Detalles de Acero Estructural y Misceláneos:	4635-3-SP-012.
- Montaje Acero Estructural:	4635-2-SP-101.

TUBERÍAS

- Soldadura de tuberías fabricadas en taller y terreno:	000.285.85002
- Tien de tuberías:	000.250.50027
- Installation and fusion bonding HDPE:	000.250.50130
- Aplicación de pipe tolerences	000.250.9835
- Fabricación e instalación en terreno:	000.250.50026
- Limpieza interna de tuberías	000.250.50028
- Prueba de presión de tuberías	000.250.50050
- Especificación de pintura	000.258.86210
- Código de colores de tuberías	4635-5-SPC-111

3.5.4.5 CONTROL DOCUMENTARIO

Los documentos, incluyendo los registros, han sido elaborados de acuerdo al marco de la Política y los Objetivos de Calidad del contratista, los cuales se han adjuntado al presente Plan. Estos son:

El Plan de Control de Calidad es el presente Plan que describe, mediante los documentos que lo componen, las actividades requeridas de Inspección para el cliente a través de los procesos de instalación, y montaje, así como los criterios de aceptación de las mismas para asegurar el cumplimiento de los requisitos del cliente para este Proyecto. Las actividades de Inspección pueden requerir pruebas o ensayos que se mencionarán cuando sea el caso.

Los Procedimientos de Trabajo determinan, para cada proceso definido para el presente Proyecto, el alcance, fundamentos, actividades a realizarse y responsabilidades para la Inspección de los productos resultantes del proceso. Indican además, todos los documentos aplicables en la Inspección de dicho proceso; los procedimientos mencionados cumplirán con los requerimientos, recomendaciones y solicitudes de los procedimientos estándares que el cliente ha establecido.

Para este proyecto particular, se ha considerado los siguientes procedimientos:

MECÁNICO

Procedimiento de fabricación y soldeo de tuberías en taller y obra.	POC-CBN-M-001
Procedimiento de montaje de tuberías	POC-CBN-M-002
Procedimiento para tiens	POC-CBN-M-003
Procedimiento para limpieza de tuberías	POC-CBN-M-004
Procedimiento para pruebas de presión en tuberías	POC-CBN-M-005
Procedimiento soldadura por termo fusión (HDPE)	POC-CBN-M-006
Procedimiento para trabajos de pintura	POC-CBN-M-007

Los Registros de Calidad son los documentos que proporcionarán evidencia objetiva de que los controles e inspecciones que se han cumplido y de los

resultados se ajustan a las especificaciones o requisitos establecidos el cliente. Los Certificados de Calidad de los materiales y equipos a utilizarse en el Proyecto.

El contratista entregará semanalmente a la supervisión del cliente, los Registros de Calidad emitidos de los procesos ejecutados en ese periodo y al final del Proyecto, un Dossier de Calidad conteniendo toda la Documentación de Calidad correspondiente a éste. El contratista conservará un ejemplar del Dossier por espacio de un año, manteniéndolo identificado, protegido y fácilmente recuperable durante ese periodo.

Los formatos aplicables al proyecto, serán los mismos que cliente ha adjuntado como anexo en sus procedimientos estándar, en caso contrario se propondrá un nuevo formato para aprobación de la supervisión encargada.

3.5.4.6 REGISTROS DE CALIDAD

Estos registros serán elaborados por el supervisor de control de calidad (QC) de la contratista y están normados con los estándares del cliente, bajo la supervisión del Residente de Obra, los cuales se harán entrega semanalmente para elaborar el Dossier de calidad del proyecto.

El contratista ha establecido equipos utilizados para el control e inspección, medición, verificación y calibración, estos deberán estar en condiciones de uso y con calibración vigente. Los equipos de medida solicitados a los suministradores estarán acompañados del correspondiente certificado de calibración incluyendo las características técnicas exigidas y la documentación que demuestre su calibración vigente, además de señalar la duración del periodo de calibración

Para el Proyecto, los equipos de medición deberán:

- Tener Certificado de fabricación del fabricante en caso de ser nuevos o con calibración vigente.
- Verificarse antes de su utilización, comparando con patrones de medición trazables a patrones de medición nacional o internacional. Cuando no existan tales patrones deberá registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación.
- Ajustarse o reajustarse según sea necesario.
- Identificarse para poder determinar el estado de calibración.
- Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición.
- Protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.
- En caso que se detecte que algún equipo de medición no está conforme con los requisitos, se deberá evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores. EL CONTRATISTA. Deberá tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado.

Los controles, inspecciones y ensayos serán ejecutados durante los procesos siguientes:

- En la recepción en los materiales y equipos que ingresarán a la obra.
- En las etapas previas a la instalación y montaje.
- En todos los procesos de instalación y montaje.
- Los controles, inspecciones y ensayos serán ejecutados de acuerdo a los planos de diseño, procedimientos de calidad y planes de puntos de Inspección.
- Todos los resultados de estos controles, inspecciones y ensayos serán registrados en los formatos diseñados para cada uno de ellos y que se indican en cada uno de los documentos antes señalados.

3.5.4.7 CONSULTAS Y CAMBIOS DE INGENIERÍA

Todos los trabajos serán ejecutados cumpliendo estrictamente con la ingeniería del proyecto aprobada, tal documentación será la única válida para efectos de la ejecución de todos los procesos.

Es necesario que el contratista formalice toda consulta o cambio a la ingeniería del proyecto antes de ser ejecutados para lo cual cumplirá con lo establecido por los procedimientos del cliente. La finalidad de la formalización es dar el tratamiento adecuado a los cambios de ingeniería que pudieran existir y evitar costos y extensión de plazos no previstos.

Para las consultas de ingeniería de este proyecto se empleará el formato Request for Information, el uso y gestión de este documento obedece estrictamente a términos de la ingeniería de diseño.

Y para los cambios de ingeniería del proyecto se empleara el formato Field Change Request. Que podrán ser atendidos de acuerdo a un prudencial tiempo de entrega del requerimiento.

1.8.4.8 MATERIALES Y EQUIPOS A SER INCORPORADOS A OBRA

Referido a materiales y equipos que no son proveídos por el cliente, si no por el contratista, los cuales se debe coordinar su llegada a obra en los plazos y horas establecidas para su incorporación en el proyecto; estos materiales y equipos deberán tener el respectivo certificado de calidad emitido por la empresa comercial además de su hoja de especificación técnica y el respectivo Data Sheet si corresponde a equipos y deberán ser entregados a la Supervisión de Construcción del cliente para su respectiva aprobación.

Los materiales consumibles comprados para el Proyecto serán controlados a su llegada a la Obra del contratista, para verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en los documentos de compra.

Identificación del material y/o equipo.

Propiedades físicas, químicas y mecánicas, según sea el caso.

Hoja Técnica de Datos (Data Sheets).

Otras especificaciones aplicables

Se verificará que los valores se encuentren dentro de los rangos establecidos en la Norma o Código aplicable (ACI, ASTM, ASME, NETA, NEC, IEEE, etc.)

Asimismo se verificarán los demás requisitos que deban cumplir dichos materiales. Sólo serán recepcionados y podrán ser utilizados en los procesos respectivos, los materiales que cumplan con la documentación y las especificaciones técnicas del cliente.

3.5.4.9 TRATAMIENTO DE NO-CONFORMIDADES.

Ante una no-conformidad los supervisores de aseguramiento de calidad del cliente emitirán un Reporte de No-Conformidad (NCR), el cual deberá ser atendido y solucionado bajo pleno respaldo del Ing. Residente.

El objetivo básico es evitar ejecutar actividades sobre resultados no conformes respecto de los requisitos especificados de cualquiera de las especialidades presentes en la ejecución de la obra.

Según la acción correctiva que indique el inspector del cliente, las entidades podrán ser:

Reparadas o modificadas para satisfacer los requerimientos especificados.

Aceptadas con reparación o modificación, con concesión.

Rechazadas definitivamente.

Aceptado como Use Asís

En caso de presentarse una reparación, el contratista presentará el procedimiento correspondiente para aprobación por el Dpto. de Ingeniería (el procedimiento es de responsabilidad del contratista, luego de la aprobación se ejecutará el trabajo, se completará la hoja de aceptación y se solicitará el cierre del NCR bajo carta.

Los Surveillance y Non conform report (NCR) serán tratados bajo los procedimientos establecidos por el cliente en el manual de ingeniería.

3.5.4.10 COORDINACIONES CON EL CLIENTE

El contratista llevará a cabo la ejecución del proyecto bajo coordinación permanente con el cliente. Las reuniones de Proyecto con el cliente se llevarán a cabo en coordinación en las instalaciones donde acuerden. A estas reuniones por el contratista asistirán, el Ing. Residente, responsable de Obra, Control de Calidad, Prevención y medio ambiente.

Estas reuniones permitirán captar los resultados del proyecto a través del cliente, lo cual permitirá retroalimentar y mejorar el desarrollo de los procesos y productos del proyecto.

Estas reuniones, que son tomadas en cuenta para las auditorías internas del contratista también permiten medir el sistema de calidad de la misma (actualmente en proceso de implementación).

3.5.4.11 MEJORA CONTINUA

La implementación del Manual de Control de Calidad es una acción muy importante relacionada con la gestión de la calidad; por lo que, es una muestra de las acciones orientadas a la mejora continua que debe ser practicada por el

personal de obra de el contratista. Ésta se sustenta en el análisis de resultados y en los compromisos asumidos por las personas que participan en las reuniones de planificación de los trabajos de la obra.

Basándose en el análisis y la revisión de los eventos, el contratista define las acciones concretas necesarias con la finalidad de mejorar los resultados mismos de la obra. Estas acciones se orientan a mejorar los resultados de la obra, ya sea que se controlen mediante indicadores o por el margen resultante.

3.5.4.12 IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS

El propósito de identificación y trazabilidad es proporcionar un acercamiento en común, al rastreo y localización de productos, por medio de un sistema de numeración y de codificación de barra, aceptado internacionalmente. El grado de implementación con que se llevarán a cabo estas identificaciones, puede variar debido a diferencias en las operaciones comerciales. Sin embargo, el uso de estándares de identificación y comunicación comunes, mejorará significativamente la exactitud y velocidad de acceso a la información sobre la producción y el origen de los productos a utilizar en el presente proyecto.

Asegurar la identificación y trazabilidad de los productos desde la recepción hasta la expedición, de forma que se pueda reconstruir documentalmente el historial de un producto para comprobar las verificaciones a que ha sido sometido.

Aplica a las Materias Primas Críticas, Producto en Proceso y Producto Final.

3.5.4.13 PLANES DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

Los Planes de Puntos de Inspección establecen, también para cada proceso, las etapas en las cuales se va a inspeccionar, las características críticas, el método de inspección, los documentos que contienen los criterios de evaluación (Normas,

Especificaciones, etc.) y los registros aplicables en cada etapa, se adjuntan los puntos de inspección a realizarse en cada etapa.

3.5.4.14 LIBERACIÓN FINAL Y ENTREGA DE OBRAS

El proceso de entrega será efectuado por representantes del contratista al cliente o sus representantes, comprende la aceptación, la verificación física y documental (Dossier) que respalda los trabajos ejecutados. Para luego emitir el documento de cierre de obra (Acceptance Report del Manual del cliente).

3.5.4.15 DOSSIER DE CALIDAD

Es el historial del proyecto, en el que se archivan todos los protocolos de calidad mediante evidencias objetivas, el control de todas las actividades realizadas durante el desarrollo de todos los procesos programados, su organización y control está establecido por el QC INDEX del cliente.

El Supervisor de QC del contratista tiene previsto organizar el Dossier y hacer su entrega conforme se vaya ejecutando los trabajos (Martes después de la reunión con el Supervisor de QA del cliente), obra terminada-Dossier entregado. El objeto del Dossier es facilitar al cliente toda la documentación que deja evidencia de que los trabajos se han ejecutado según los requisitos especificados, además de ser documentos importantes y aplicables a los trabajos de mantenimiento y ampliación.

El Dossier comprende:

QC Index

Matriz (civil, mecánico y eléctrico)

Protocolos de procesos (civil, mecánico, eléctrico y de instrumentación)

Protocolos de pruebas (civil, mecánico, eléctrico y de instrumentación)

Lista de Planos Construcción y As-Built.

Lista de Materiales permanentes con su respectivo certificado de calidad y Data Sheets

Lista de Equipos de Inspección, Medición y Ensayo con sus Certificados de Calibración.

Documentación complementaria (NCR y SVR Cerradas, Cartas presentadas a QA).

Los protocolos serán entregados en original al área de Aseguramiento de calidad del cliente, una copia forma parte de los archivos del contratista.

El dossier de calidad será entregado en un 100% una semana después de concluido el proyecto.

3.5.4.16 CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCION DE OBRAS

El contratista llevará a cabo la ejecución de obras bajo acciones planificadas, los procesos y productos de la obra serán realizadas bajo condiciones controladas. Para ello dispondrá de los recursos que permitirán obtener productos que cumplan los requisitos del cliente. Todos los procedimientos y especificaciones técnicas estarán de acuerdo con los estándares dados por el cliente

Obras Electromecánicas y de Instrumentación

El control de actividades electromecánicas se llevará a cabo bajo una permanente coordinación con la supervisión del cliente. Las pruebas que se consideren críticas sean coordinadas para que representantes autorizados del cliente estén presenten en estas y validen la ejecución de las mismas.

Previo al Montaje de Estructuras metálicas y tuberías se verificara que todas las medidas estén conforme a los planos, verificar los niveles de concreto y fundaciones realizadas por el cliente.

Para la construcción y montaje de estructuras y tuberías de acero se deben contar con soldadores calificados (Homologados) y procedimientos de soldadura aprobados.

El control topográfico se realiza antes y después del montaje de la línea de tubería. Antes del montaje se colocarán y verificarán los niveles correspondientes.

El acero y tuberías a utilizar en obra necesariamente tendrán que cumplir con las normas de edificaciones. Y todos los materiales suministrados por el contratista deberán contar con el certificado de calidad según las especificaciones y planos contractuales.

Los procesos identificados y considerados principales serán controlados a través de los denominados puntos de control. Es decir cada proceso deberá ser habilitado (controlado y verificado) antes de que éste pueda pasar a la etapa siguiente.

Los planos finales de construcción (AS BUILT) serán elaborados durante el desarrollo del proyecto, y finalmente revisados y entregados conforme se culminen los trabajos.

Se llevará un registro de inspecciones y pruebas (protocolos).

3.5.5 PLAN DE SEGURIDAD

El plan de seguridad elaborado para el desarrollo del proyecto se basa específicamente en los requerimientos del cliente (manual de prevención de pérdidas de CLIENTE).

El presente programa contiene las recomendaciones necesarias que deberían tenerse en cuenta durante la ejecución de los proyectos, referente a la presencia de peligros y riesgos con la finalidad de minimizar o evitar la ocurrencia de accidentes durante el desarrollo de las diferentes actividades.

La filosofía del contratista es cero accidentes dentro de nuestras áreas de trabajo, para ello se esfuerza en crear condiciones de trabajo seguras y en motivar la aptitud del trabajador hacia la seguridad. Uno de los objetivos principales es conseguir una aptitud proactiva en cada uno de los trabajadores de la empresa, empezando por la gerencia de la empresa y reflejándose en las diferentes áreas que se encuentran debajo de ella.

3.5.1.1 VISION

Mantener una cultura de Prevención de Riesgos Laborales y un Sistema de Gestión (Cambio de conducta) donde las actividades la realizan los trabajadores, trabajando en equipo junto con Jefes, Supervisores, Operadores y Ayudantes; para así resolver en conjunto los problemas o dificultades en sus áreas de trabajo.

Constituirse en los próximos años en una empresa regional, nacional, con mayor reconocimiento en el mercado nacional consolidamos como una empresa líder producto de su capacidad administrativa, operativa e ingeniería y técnica, con un grupo de trabajo profesional con un alto sentido de responsabilidad siempre valorando el ser humano y el medio ambiente que nos rodea convirtiéndonos así como un grupo de excelencia.

3.5.5.2 MISION

La misión del contratista, satisfacer al cliente sus necesidades, maximizando sus entornos y los del grupo empresarial, mediante la presentación de servicios integrados en la construcción, operación, mantenimiento industrial, electromecánico, medio ambiente y alquiler de maquinarias y equipos, que garanticen la sostenibilidad del negocio demostrando desempeño en las áreas de seguridad y protección del medio ambiente, todo esto a través de un trabajo en equipo.

Trabajar con transparencia, honestidad e integridad.

Ejecutar obras y brindar servicios acordes con exigencias de nuestros Clientes garantizando responsabilidad, un ambiente de trabajo seguro y saludable a nuestros trabajadores; clientes y proveedores.

Captar y desarrollar en su crecimiento personal y profesional a nuestros trabajadores en Productividad, Calidad, Seguridad y Cuidado del Medio Ambiente.

3.5.5.3 OBJETIVOS

Se origina partir de nuestro compromiso de impulsar el desarrollo sostenible urbano y rural que garantice el cuidado y la protección de la vida en un clima de respeto, seguridad y responsabilidad. A la vez se caracteriza por ser pragmáticos, funcionales y visionarios, habiéndoles considerado los siguientes:

Contribuir como empresa al desarrollo de proyectos del sector Minero en nuestra región.

Brindar soluciones efectivas a los diferentes requerimientos y necesidades de nuestros clientes.

Es crear un ambiente de trabajo seguro con una valoración preliminar peligros y riesgos, y una bien informada y motivada fuerza trabajadora que participara

activamente en el Plan de Seguridad e Higiene Minera y compartirá la meta de una ejecución de CERO ACCIDENTES.

Definir las actividades que se deben desarrollar en las diferentes fases de la operación en campo.

Determinar las responsabilidades en cada uno de los programas y procedimientos.

Implementar un programa de motivación que inviten al trabajador a mostrar una conducta positiva y dirigida hacia un comportamiento de generar su propia seguridad y la de sus compañeros, propiciando así una competencia entre los trabajadores de ser siempre el mejor, para lo cual la empresa se compromete a premiar al trabajador más seguro del mes. Promover el desarrollo personal de nuestro personal y de sus familias.

3.5.5.4 POLITICA DE SEGURIDAD

El principal objetivo del contratista., es la seguridad en el Trabajo, que incluye el control de lesiones, enfermedades ocupacionales, daños a la propiedad, pérdidas en el proceso productivo, pérdidas en calidad y daños al medio ambiente. Por tal motivo la política de la empresa está orientada a la protección de la integridad física de todos los trabajadores.

La conservación y buen uso de los recursos materiales, así como la obtención de los mejores niveles de eficiencia y calidad en los trabajos y operaciones que ejecutamos.

El contratista., busca permanentemente mejorar sus niveles de Productividad, Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, bajo el postulado que "Ni existe trabajo importante, ni emergencias tan grandes que impidan disponer de un trabajo con seguridad".

Es política del contratista:

Buscar una continua mejora en el rendimiento de la Salud y Seguridad tomando en consideración las expectativas de los trabajadores, prácticas gerenciales, conocimientos y tecnología.

- **Cumplir con todas las Leyes, Regulaciones, Normas y Estándares aplicables adoptando y aplicando normas que reflejen el compromiso de la empresa con la seguridad.**
- **Responsabilizar a la Supervisión de la administración del personal, equipos, instalaciones y recursos de manera tal que se minimicen las pérdidas.**
- **Se establecerá una programación de entrenamiento para el personal en general.**
- **Responsabilizar a cada trabajador dentro del límite de control a mantener condiciones de trabajo seguras y saludables, realizando su trabajo en forma segura y eficiente.**
- **Se minimizaran los riesgos implementando sistemas para identificar, evaluar y controlar peligros existentes en el área de trabajo.**
- **Se difundirá a los trabajadores del contratista sus obligaciones con respecto a esta política de seguridad.**
- **Asegurar que los factores y condiciones de seguridad, salud y medio ambiente se incluyan en el diseño, construcción y compra de equipos y materiales.**
- **Se contará con el asesoramiento de un profesional de Prevención de Pérdidas para implementar programas y procedimientos que minimicen los peligros y riesgos y realizar un trabajo seguro.**
- **Familiarizarnos con los programas de seguridad y/o prevención de pérdidas de nuestros clientes y él de nuestra empresa.**
- **Llevar a cabo exámenes y evaluaciones para medir el desempeño, así como implementar parámetros y ratios de seguridad para el cumplimiento de**

las políticas de la empresa para luego retroalimentar sus acciones buscando siempre el éxito,

3.5.5.5 LINEAMIENTOS

Este programa de seguridad ha sido elaborado teniendo en cuenta el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera del Perú (D.S N° 046 – MEM), el mismo que prevalecerá sobre el contenido de este documento, el que podrá ser ajustado a las consideraciones particulares de cualquier proyecto o trabajo asignados por nuestro cliente.

3.5.5.6 ADMINISTRACIÓN DEL PROGRAMA

La responsabilidad por la seguridad es compartido por toda la supervisión; por lo tanto el programa de Seguridad actuará directamente como su función lo exige: FISCALIZANDO y elaborando estándares para cada ocupación:

Elaborando procedimientos de trabajo seguro, inspecciones y medidas de control.

Evaluando el cumplimiento del Programa

Control del Programa mediante estadísticas

Elaborando programas para el comité de Seguridad.

Elaborando Informes con los resultados.

Investigando Accidentes e Incidentes.

Desarrollando acciones correctivas.

Haciendo seguimiento de las medidas correctivas.

Estimar gravedad potencial de accidentes y/o pérdidas.

Estimar alternativas de control.

3.5.5.7 PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS

Será preocupación permanente de la gerencia del contratista, mejorar en equipamiento, en tecnología, en métodos y sistemas que nos conduzcan en logros de mejores resultados en todas nuestras operaciones. Con esta misma orientación, el personal protagonista de los cambios recibirá capacitación permanente para tener un buen desempeño en sus labores así como para una mejor calidad de vida en sus hogares.

Todos los supervisores tienen la necesidad y responsabilidad de crear conciencia de seguridad en los trabajadores despertando su interés, predisposición e iniciativa; por tanto se debe estar pendiente de sus problemas y necesidades, así como de cualquier cambio en su eficiencia o falta de concentración en su trabajo.

Desarrollar en la supervisión un estilo de liderazgo comprometido con las acciones de seguridad en las operaciones.

Verificar constantemente los dispositivos de seguridad de todos los equipos, elevando por escrito las observaciones o deficiencias encontradas.

Aplicar las exigencias de cumplimiento (corrección constructiva) y técnicas de refuerzo para propiciar y mantener el cumplimiento de las normas, procedimientos de trabajo.

Exigir y controlar que los trabajadores cumplan con el Reglamento de Seguridad Minera, Higiene Industrial y procedimientos establecidos por la empresa, para prevenir accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

Continuar con el reconocimiento de la empresa a los trabajadores como motivación por su esfuerzo y dedicación al trabajo y acciones en bien de la seguridad. Exigir el uso estricto de los equipos de protección a todos los trabajadores dentro de las operaciones, así como, difundir hábitos de higiene entre las mismas para evitar la ocurrencia de las enfermedades ocupacionales.

3.5.5.8 EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD DEL PROGRAMA

Su finalidad es aplicar instrumentos de medición y evaluación de la gestión de prevención de pérdidas, con la finalidad de corregir las desviaciones que se produzcan en la ejecución de planes de acción que componen el programa.

Para esto se realizarán las siguientes actividades:

Evaluación y medición de la gestión de Seguridad.

Responsable: JEFE DE SEGURIDAD

Efectuar ajustes al programa, cuando la obra lo requiera para reorientar las actividades y fortalecer las debilidades detectadas.

Responsable: JEFE DE SEGURIDAD.

3.5.5.9 REGLAMENTO DE SEGURIDAD

El reglamento de seguridad está dirigido a todos los niveles de mando y a su vez hacer cumplir los principios, artículos y normas de seguridad por el bien individual y grupal con el fin de prevenir accidentes de trabajo.

3.5.5.10 DISPOSICIONES GENERALES

Las reglas de seguridad no pueden ser modificadas sin previa autorización expresa de la Gerencia General del contratista.

Las infracciones a las normas contenidas en el Reglamento Interno de Seguridad, serán sancionadas de acuerdo con las normas vigentes y el

Reglamento Interno de Trabajo, pudiendo determinar hasta la inmediata despedida del infractor. En este sentido consideramos lo siguiente:

La amonestación podrá ser verbal o escrita.

La amonestación escrita podrá ser simple o severa.

La amonestación severa podrá ser interna, con anotación en la hoja de vida del trabajador, o pública en el sentido que se comunicará paralelamente a la respectiva inspección del trabajo.

El retiro de la empresa, en función a un delito grave, o violaciones de las normas contempladas, dependiendo el grado.

Las normas, procedimientos contenidos en este Reglamento, son condiciones de Empleo y serán de cumplimiento obligatorio para todo el personal.

La utilización del cinturón de seguridad en vehículos es obligatoria.

Obedezca todos los avisos de seguridad en todo lugar y momento.

Ellos son para prevenirle de los peligros de un accidente.

Obedezca las reglas específicas de seguridad vigente y colocada en las diferentes áreas de la Empresa.

Si no entiende una determinada orden o directiva de su supervisor, pregunte o solicite aclaración y ante la duda no lo haga. No corra riesgos innecesarios ni ponga en peligro a sus compañeros de trabajo, por no haber entendido bien una orden.

Antes de empezar un trabajo en otra área, avise usted al supervisor o jefe a cargo del área, acerca del trabajo que se va a realizar.

Está prohibido entrar a otras áreas, sin objetivo alguno. Solicitar el permiso oportuno al Cliente a través del Jefe del Proyecto o Supervisor.

Antes de iniciar cualquier trabajo debe cerciorarse de que su labor no implique un peligro o posibilidad de accidentes para usted y otras personas. Notifique de inmediato a su supervisor cuando encuentre u observe cualquier condición su estándar de trabajo, método o práctica que entrañe peligro, así como herramientas o equipos defectuosos.

Es obligatorio conservar el lugar de trabajo ordenado limpio en todo momento. Ningún trabajo se considera bien hecho o terminado sino se ha limpiado el área de trabajo.

Es responsabilidad de todo trabajador evitar en todo momento cualquier posibilidad de accidente en su persona o en la de sus compañeros de trabajo.

3.5.5.11 CONDUCTA Y COMPORTAMIENTO DE TRABAJO

Se consideran las siguientes pautas:

En el trabajo está prohibido jugar de forma verbal o de manos, hacer bromas pesadas o distraer a otro trabajador.

Está prohibido iniciar pleitos usar lenguaje incorrecto, crear desorden o confusión que pueda poner en peligro a otros trabajadores o perjudique su eficiencia.

Están prohibidas en los lugares de trabajo, la posesión de bebidas alcohólicas, drogas y/o narcóticos. Retiro inmediato del área de trabajo y de la Empresa.

Los trabajadores que presenten síntomas de estar bajo la influencia alcohólica o drogas narcóticas, no serán admitidos en los lugares de trabajo, ni serán transportados en vehículo de la Empresa, salvo cuando son conducidos al dosaje etílico.

Los trabajadores que se presenten a trabajar en estado de embriaguez o bajo la influencia de drogas narcóticas, serán puestos a

disposición de la autoridad policial PNP, para la verificación de tales hechos.

Está prohibido dormir en el trabajo, estar reclinado (estar con los ojos cerrados o tapados se considerará estar durmiendo). Recuerde que en el dormirse o el "cerrar" los ojos, puede ocasionar un accidente.

No se debe correr ni saltar en los lugares de trabajo. Use siempre los pasamanos en las escaleras.

Todo trabajador que se encuentra enfermo o en estado psíquico a normal tal como fatiga, somnolencia por descanso insuficiente depresión anímica y cualquier otra alteración que conlleve riesgos de accidentes deberá hablar con su supervisor.

Durante el desempeño de las labores queda prohibida la lectura de material extraño a la tarea que se realiza, debido a las distracciones y riesgos de accidentes que pueda ocasionar.

3.5.5.12 USOS DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Todo equipo de protección personal, necesario para cada una de las labores o trabajos, será entregado a cada trabajador de acuerdo a las normas de la empresa siguiendo la recomendaciones de nuestros estándares y del Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.

Los equipos de protección personal serán seleccionados de acuerdo a los trabajos específicos y/o a las áreas de riesgo en que éstas se ejecuten.

Se llevará un control de los equipos de protección otorgados a los trabajadores (almacén llevará el control).

El equipo básico mínimo de protección como: casco, lentes y calzado de seguridad, protectores auditivos, guantes y ropa adecuada deben ser usados

durante las horas de trabajo o durante todo el tiempo que demore la ejecución de la labor o tarea.

Los Equipos de Protección Personal que se utilizaran principalmente son:

Casco y tafilete (suspensión)

Lentes de Seguridad.

Calzado de seguridad

Mascara de Soldar

Careta para esmerilar

Protectores auditivos

Protector respiratorio

Guantes de Nitrilo

Traje para soldador

Arnés de cuerpo entero

Línea de Vida

Línea de anclaje

Barbiquejo

Chaleco con cinta reflectiva

El trabajador es responsable por el debido uso de su equipo de protección personal y, por el buen estado de conservación y mantenimiento del mismo, pudiendo proceder a cambiarlo, cuando sea necesario con la correspondiente autorización del supervisor o encargado de seguridad.

A los trabajadores que ejecutan labores especializadas y peligrosas se les dotara de equipo de protección especial y adicional. Estos deben estar en perfecto estado de funcionamiento, conservación e higiene.

Todo soldador de arco eléctrico y sus ayudantes estarán protegidos durante su labor con anteojos adecuados, una máscara, casco, guantes, respirador y vestimenta incombustible.

Los trabajadores en soldadura autógena y sus ayudantes estarán igualmente provistos, durante la labor, de anteojos adecuados, guantes, respirador y vestimenta incombustible.

El área de soldadura de arco eléctrico debe estar aislada visualmente del resto del ambiente.

3.5.5.13 TRANSPORTE DE PERSONAL Y MATERIALES

Está terminantemente prohibido subir o saltar un vehículo en movimiento o bajar de él cuando no está completamente detenido.

Sólo se permite transportar en un vehículo la cantidad de personas que la tarjeta de propiedad indica y de acuerdo al número de cinturones de seguridad que éste tenga.

Está prohibido transportar personal en la tolva o plataforma de un vehículo. Cuando se viaje en estos vehículos deberá hacerlo sentado en un asiento debidamente construido para ese fin. NO se permitirá viajar parado o sentado en las barandas o puerta de la tolva.

Está prohibido el transporte de materiales y gente a la vez en la tolva de un camión o camioneta.

Cuando se transporta materiales éstos tienen que estar debidamente asegurados para evitar que puedan moverse o rodar y caerse.

El conductor del vehículo es el responsable que el personal que viaja como pasajeros se coloque el cinturón de seguridad.

3.5.5.14 ACCIDENTES DE TRABAJO

Pautas que se deben considerar:

Todo accidente personal que ocurra en el lugar de trabajo se considera como accidente de trabajo.

Todo accidente de trabajo por leve que sea, deberá ser comunicado al Supervisor inmediatamente. El incumplimiento de esta disposición dará origen a que cualquier reclamación posterior no sea considerada como accidente de trabajo.

El Supervisor es responsable de ver que el accidentado sea atendido de manera inmediata en centros de salud autorizados y con personal competente.

Los botiquines existentes son para simples curaciones de primeros auxilios.

Es obligación de todo Supervisor y del Departamento de Seguridad, efectuar de inmediato la investigación de los accidentes personales o de los equipos ocurridos en su departamento o sección y reportarlos en el formulario apropiado, dentro de las 72 horas de haber ocurrido.

Al tener que levantar a una persona seriamente accidentada deben seguirse los procedimientos recomendados con el fin de evitar mayores daños en las lesiones del accidentado. En caso de accidente fatal o accidente grave notifique inmediatamente a la gerencia de la empresa y a los supervisores de la empresa que nos emplea.

3.5.5.15 CHARLAS DE 05 MINUTOS

El propósito fundamental de la charla es el de dar una orientación diaria, para despertar en el trabajador la percepción del riesgo y modelar paulatinamente la actitud segura del trabajador e inducirlo a que el trabajo es de equipo.

3.5.5.16 DIFUSIÓN.

Difundir mediante boletines, comunicados y carteles, etc. Las actividades y logros de capacitación en salud seguridad y cuidado ambiental.

3.5.5.17 INCENTIVOS

Establecer el Programa de Incentivos para los trabajadores considerando buena conducta en Seguridad, Salud y Cuidado Ambiental serán distinguidos de acuerdo a Horas-Hombre sin Accidentes y al Mejor Grupo de Trabajo.

3.5.5.18 DISCIPLINA

Calificar la conducta preventiva del personal de los proyectos, durante el desarrollo de su trabajo y evaluar su compromiso frente a la Política de Seguridad de la empresa.

3.5.5.19 INDICES

Son formulaciones matemáticas que permiten observar la situación actual y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, en relación con objetivos y metas previstas e impactos esperados.

Índice de frecuencia de accidentes incapacitantes (IF)

Es el índice utilizado para indicar la cantidad de accidentes fatales e incapacitantes por cada millón de horas hombre trabajadas, en un periodo determinado.

$$IF = \frac{N^{\circ} \text{Accidentes (Incapacitantes+Fatales)} \times 200,000}{\text{Horas Hombre Trabajadas}}$$

Horas Hombre Trabajadas

Índice de Severidad de accidentes (IS)

Es el índice utilizado para indicar la cantidad de días perdidos o cargados por cada millón de horas hombre trabajadas, en un periodo determinado.

$$IS = \frac{\text{Total días perdidos} \times 200,000}{\text{Horas Hombre Exposición}}$$

Índice de Accidentabilidad de accidentes (IA)

Es una medición que combina el índice de frecuencia de lesiones con tiempo perdido (IF) y el índice de severidad de lesiones (IS), como un medio de clasificar a las empresas mineras.

$$IA = \frac{IF \times IS}{1,000}$$

3.5.5.20 PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO

El Departamento de Seguridad prepara un programa de entrenamiento como respaldo a todas las inducciones a ser aplicadas en las áreas de trabajo.

De acuerdo a las labores a realizar se llevará los cursos de seguridad dictados por el área de entrenamiento del cliente, los cuales serán un requisito indispensable para poder realizar un determinado trabajo según el manual de Prevención de Pérdidas.

3.5.5.21 CURSO DE INDUCCIÓN GENERAL

Esta capacitación se da una vez al año y la realiza el departamento de Seguridad tratando temas como:

Gestión de Riesgos.

Análisis y Evaluación de Peligros y Riesgos.

Medidas Preventivas y medidas de control.

Normas Básicas de Seguridad y Medio Ambiente.

Manejo y Etiquetado de productos químicos.

Reporte de Incidentes.

Orden y Limpieza.

3.5.5.22 INDUCCIÓN ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS

Se capacitará a los trabajadores en los siguientes temas:

Riesgos Específicos del lugar del trabajo.

Medidas preventivas y mecanismos de control.

Manejo de Desechos.

- Sistema de permisos de materiales.

Procedimientos de trabajo seguro.

Evaluar los riesgos que se encuentran en el trabajo.

Primeros Auxilios.

Manejo de Extintores.

Material Peligroso (Inducción del uso adecuado de Productos Químicos).

Seguridad en manos, dedos y muñecas.

Almacenamiento adecuado de materiales.

3.5.5.23 CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

El propósito del programa es el de proveer la información necesaria para planificar las actividades de supervisión en el trabajo con seguridad e incrementar su conocimiento de los requisitos de seguridad, salud y medio ambiente. Esto quiere decir que debe estar familiarizado en la prevención de la salud, en salvaguardar la seguridad en todos los aspectos relacionados al flujo de

operaciones de la empresa y preservar el medio ambiente donde se está trabajando, dentro de los parámetros exigidos por la ley.

Esta capacitación será en forma rigurosa y podrá contener los siguientes temas:

Reglamento Interno de la compañía en la que ejecuta la obra.

SHE (Seguridad y Medio Ambiente).

Sistema Integrado de Gestión

Identificación de peligros.

Liderazgo y Comportamiento seguro.

Administración de riesgos y cuidado ambiental.

Evaluación de Riesgos.

Investigación de Accidentes/ Incidentes.

Inspecciones.

Primeros auxilios.

Manejo Defensivo.

Etiquetado de productos químicos.

Orden y limpieza.

Seguridades manos, dedos y muñecas.

Herramientas manuales y eléctricas portátiles.

Enfermedades ocupacionales.

Almacenamiento adecuado de materiales.

Respuesta a emergencias.

3.5.6 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El contratista implementa un detallado programa de cumplimiento ambiental el cual se inicia durante el diseño del presente proyecto para asegurar que los estándares ambientales y el cumplimiento de las normativas sean alcanzados durante la construcción y mantenidos durante la operación, restauración y cierre del proyecto.

El manejo ambiental no sólo se refiere al logro de un número de estándares, sino consiste más bien de una actitud, una filosofía de trabajo y un compromiso de ejecutar un buen trabajo en la operación día a día, el cual hace posible lograr dichos estándares ambientales.

El contratista ha procurado desarrollar una filosofía y políticas ambientales a través de conceptos fundamentales incluyendo planeamiento, organización, delegación y control. Que nos permite trabajar y actuar con responsabilidad ambiental durante las labores diarias.

El cuidado ambiental es tarea de todos, por lo que quiere un involucramiento personal que se manifiesta con una buena aptitud y un compromiso de todos.

3.5.6.1 VISIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE

Estar a la vanguardia en la aplicación e innovación de estándares y normas ambientales más exigentes en minería, para ser reconocidos como el mejor equipo de manejo y control ambiental a nivel nacional y mundial.

3.5.6.2 MISIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE

Brindar al personal que labora con el contratista el entrenamiento y la asesoría necesarios para crear una conciencia de trabajo que este en armonía con el medio ambiente y la sociedad, a través del seguimiento y evaluación del cumplimiento de

nuestra filosofía, política y procedimientos ambientales así como identificar, comunicar, implementar y monitorear el cumplimiento de los compromisos medioambientales del cliente, aplicando un manejo de riesgos medioambientales eficiente y rentable.

3.5.6.3 MANDATOS AMBIENTALES

El contratista ha adoptado los mandatos ambientales desarrollados por el cliente. Estos mandatos forman las bases del Manual de Manejo Ambiental el cual es rigurosamente apoyado desde la Gerencia y debe ser aplicados por todos los trabajadores. Todos los niveles en la organización de la empresa tienen la responsabilidad de asegurar el cumplimiento de lo establecido en el Manual de Manejo Ambiental. Es importante recalcar que el modelo no funcionaría si la cadena de responsabilidades del manejo ambiental, se rompe, o cualquier nivel descuida sus responsabilidades ambientales.

3.5.6.4 FILOSOFÍA AMBIENTAL

El contratista está comprometido a establecer estándares de excelencia con respecto a la conservación ambiental.

El contratista reconoce que el manejo y los procedimientos ambientales adecuados SON ESENCIALES PARA NUESTRA EXISTENCIA OPERACIONAL.

El contratista se compromete a cumplir con la letra y el espíritu, todas las leyes y regulaciones ambientales del Perú y las especificadas en el ISO 14001 y requerimientos internos corporativos en todas las fases del proyecto para asegurar un manejo ambiental adecuado.

El contratista está comprometido a desarrollar, diseñar, y operar de una manera tal que conserve la calidad ambiental y LA SALUD HUMANA en cualquier área del proyecto.

3.5.6.5 POLÍTICAS AMBIENTALES

Cada supervisor tiene la obligación de asegurar que los empleados, equipo, instalaciones y recursos relacionados con su área de responsabilidad sean manejados de manera tal que minimicen los riesgos ambientales.

Cada empleado debe ser responsable, dentro de los límites de su control, del cumplimiento de todo lo pertinente a regulaciones ambientales.

Toda ley, regulación o reglamento ambiental aplicable debe ser cumplida todo el tiempo.

Cada empleado deberá ser entrenado para desarrollar su trabajo cumpliendo con leyes y prácticas ambientales.

La empresa asegurará que los aspectos ambientales sean controlados adecuadamente en todas las fases del proyecto.

El contratista está comprometido a proveer un grupo ambiental profesional para planificar, dirigir y conducir programas de cumplimiento y para asistir en actividades de entrenamiento e instrucción.

El modelo de manejo ambiental es sólo tan fuerte como el componente más débil. Por lo tanto, las responsabilidades inherentes para los niveles de cumplimiento ambiental Corporativo, Ingeniería de Diseño/Construcción y Recuperación/Cierre de Mina requieren de igual compromiso y disciplina para asegurar las funciones del proceso. El contratista implementa este proceso con el serio compromiso de educar a empleados y a la comunidad minera peruana.

El éxito que el contratista alcance en lo que a control ambiental se refiere será un indicador de que todos los trabajadores de la empresa apoyan el compromiso del

cumplimiento del manejo ambiental. Es necesario recordar que la clave para lograr realizar un manejo ambiental exitoso no solo depende de las tecnologías a aplicar e implementar, sino de los valores personales como la moral, la aptitud personal, la educación ambiental, cooperación y compromiso a la excelencia, que cada uno de los trabajadores tenga hacia el cuidado del medio ambiente.

3.5.6.6 PROCEDIMIENTOS

El contratista ha desarrollado procedimientos específicos de manejo ambiental para el desarrollo del presente proyecto, esto procedimientos son:

- Procedimiento ante de derrames y suelos contaminados
- Procedimiento para el abastecimiento de combustibles
- Procedimiento para sistemas de contención, erosión y sedimentos
- Procedimiento para el manejo de baños portátiles
- Procedimiento para el desechos de construcción
- Procedimiento para el manejo de productos químicos
- Procedimiento para el manejo de suelos contaminados
- Procedimiento para el manejo de trapos contaminados con hidrocarburos
- Procedimiento para el manejo de chatarra
- Procedimiento para el control de la erosión

3.6 EJECUCION DEL MONTAJE MECANICO

El procedimiento de montaje mecánico involucra tres etapas claramente definidas, montaje de tuberías de acero al carbono, tuberías de HDPE y montaje de bombas.

3.6.1 MONTAJE DE BOMBAS CENTRIFUGAS

- Se procede a verificar las medidas geométricas de las bases de concreto, teniendo en consideración las medidas que deben ser mayores

a las bases portantes metálicas del sistema de bombeo (bomba-motor eléctrico).

- Verificación de los pernos de anclaje, separaciones longitudinales y transversales debidamente espaciadas.
- Inspección de la rugosidad en la superficie de la base de concreto, la cual estará en contacto con la portante metálica del sistema de bombeo, de no presentar la adecuada rugosidad se procederá al picado respectivo (escariado).
- Se verificara que la cara inferior de la portante metálica en contacto con las bases de concreto, se encuentren libre de suciedad, grasas y o pintura.
- La ubicación en posición del sistema de bombeo se realizara mediante pórticos y tecles de 3 ton.
- Posicionado el sistema de bombeo se procederá a su nivelación mediante contratuercas ubicadas en los perno de anclaje.



Figura 3.4 Bomba centrífuga montada en el km 31

- Como parte del montaje del sistema de bombeo se procede a verificar el alineamiento del acoplamiento flexible mediante el uso de una regla recta y un calibrador de ahusamiento, a lo largo de los cantos del

acoplamiento, operación que se realiza en los cuatro puntos del mismo a espaciados a 90° cada uno (técnica correspondiente al método 1).

- Finalizada las operaciones de posicionamiento y nivelación se procede al sellado del espacio entre la base de concreto y la base metálica haciendo uso de un mortero pre dosificado para nivelación de maquinas (SIKAGROUT 212), es preciso indicar que la superficie de la base de concreto debe encontrarse completamente limpia y húmeda.



Figura 3.5 Bomba centrífuga montada en el km 37

3.6.2 SOLDADURA Y MONTAJE DE TUBERÍAS

Tuberías de Acero al carbono (km 31 – km 37):

El procedimiento de montaje se describe a continuación:

- Se verifica antes de la fijación de los soportes que no haya interferencias ni con equipos ni con otras líneas de tubos, ni con pasajes de mantenimiento.
- Los soportes que se instalan antes que la tubería se inspeccionan para confirmar su corrección en cuanto a las ubicaciones y niveles indicados

en los planos y/o autorizados por el Cliente (replanteo topográfico) y se hace el resane de pintura en los soportes que presenten daños.

- Si es necesario se colocan soportes temporales como apoyo o elementos colgantes. Para los mismos, se evita en la medida de lo posible se suelden a otros elementos y nunca se soldarán a tuberías o equipos.
- Para mantener los elementos a unir alineados, se hace uso acoplamiento temporales o puntos de soldadura.
- Los puntos de soldadura utilizados para asegurar el alineamiento se eliminan luego completamente o se preparan para su posterior incorporación a la soldadura.
- En caso de existir ovalamiento en los tubos y uno de ellos permita ser girado alrededor de su eje sin alterar la posición final en el sistema (es decir, no tiene ramificaciones), se colocan los diámetros mayores de cada uno coincidentes para evitar sobrepasar las tolerancias anteriormente especificadas.
- No se preparan ni sueldan dos elementos que se compruebe una vez ensamblados van a exceder las tolerancias permitidas. Estos desalineamientos se corrigen de manera pertinente siempre que ello no repercuta sobre otras tolerancias de fabricación o reduzca espesores de pared por debajo del mínimo especificado.
- En uniones embridadas, debe existir un perfecto acoplamiento y coincidencia en los agujeros antes de colocar ningún perno; el contacto entre las caras de las bridas debe ser uniforme. Si las bridas son de material distinto, se coloca un aislamiento entre ellas para prevenir la corrosión y en ese sentido los pernos deben ser también de material compatible con el de las bridas. Antes de ajustar los pernos se revisan

las caras de las bridas, las cuales no deben presentar daños superficiales, suciedad o exceso de aceite o grasa.

- Se usa una secuencia lógica de ajuste de los pernos para asegurar la adecuada compresión de las empaquetaduras, como se indica en ASME/ANSI B16.5. Las empaquetaduras deben estar de acuerdo a lo indicado por las normas ANSI/ASME B16.21 y ASTM F-104 o según marca aprobada (Garlock 3000).
- Los accesorios y válvulas se montan de acuerdo a planos e instrucciones de los fabricantes. Antes de montarse, las válvulas son revisadas y comprobadas en su limpieza, estado y funcionamiento.



Figura 3.6 Spool de tubería de acero montada en el km 31



Figura 3.7 Spool de tubería de acero montada en el km 37

Tuberías de HDPE SDR 11 y 17

- El proceso de soldeo por termofusión se inicia cuando las tuberías de HDPE, se encuentran debidamente alineadas a la zanja, donde posteriormente serán enterradas.
- Como parte del proceso constructivo se implementa una carpa móvil que servirá como protección ante brisas de viento.
- El equipo básico de termofusión utilizado se muestra en la figura 3.8.
- Las condiciones climáticas deben de ser tomadas en cuenta, es necesario tener una humedad relativa baja, de preferencia menor a 80% es recomendable.
- Se ubicaran y alinearan los tubos o accesorios a soldar en la máquina de termofusión.
- colocar refrentador en posición de trabajo.
- Se procede a refrentar los bordes de los tubos y/o accesorios.
- Finalizado el proceso de refrentado se procede a controlar el paralelismo confrontando los extremos de las partes a soldar (tol. máx. 0.5 mm.).
- El desalineamiento permitido no debe exceder como máximo el 10% del espesor de la pared.
- Se debe de garantizar la limpieza de las superficies a unir, para lo cual se recomienda el uso de solventes químicos volátiles,
- La temperatura óptima del plato calefactor debe de ser $240^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$.
- Se recomienda realizar pruebas iniciales, con la finalidad de determinar la presión necesaria para la fusión óptima de los bordes a unir.
- Finalmente las superficies a unir una vez alcanzada la temperatura adecuada, serán unidas mediante presión adecuada por un periodo de 15 min aproximadamente, buscando formar labios uniformes producto de la fusión adecuada.

- El espesor del doble reborde deberá ser de 2 a 2 ½ veces su altura, y ser uniforme en tamaño y forma todo el derredor de la junta.



Figura 3.8 Equipo de termo fusión.

3.6.3 CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS

Los requerimientos de control de calidad para el proyecto se basan en las especificaciones técnicas dadas por el cliente, desarrollaremos los principales puntos de control de calidad realizados en el montaje del sistema de captación:

3.6.3.1 Control de calidad en el montaje de tuberías.

Tuberías de Acero al Carbono.

Inspección visual de uniones soldadas.

La inspección visual de las uniones soldadas se realiza en las siguientes etapas:

1.- Antes del proceso de soldeo:

- Verificación de las marcas correspondientes a cada elemento para su respectivo ensamble, según planos de fabricación.
- Verificación del procedimiento de soldadura a emplear WPS-CBN-08-001 (anexo C1).

- Verificación del buen estado de los equipos de soldeo (maquina de soldar, cables de conexión, pinza porta electrodo, conexión a tierra).
- Verificación del correcto almacenamiento del material de aporte electrodos celulósicos E6010 y electrodos de bajo hidrogeno E7018 en hornos con una temperatura de 90°C a 120°C.
- Verificación de las características físicas del material a ser soldado, diámetro de 3" y 4", sch. 40, tubería sin costura.
- Adecuada preparación de los biseles, según WPS-CBN-08-001 (anexo C1), bisel en V de $30^\circ \pm 2^\circ$, apertura de raíz de $1/8" \pm 1\text{mm}$ y talón de junta de $1/8" \pm 1\text{mm}$.
- Verificación de la limpieza en las superficies de las juntas a soldar, libre de suciedad, óxidos, grasas y aceites.

2.- Durante el proceso de soldeo:

- Verificación de los parámetros de soldeo, amperaje, voltaje.
- Verificación de la temperatura de conservación de los electrodos de bajo hidrogeno.
- Verificación del correcto acondicionamiento del área de trabajo, libre de lluvias, vientos fuertes.
- Verificación de la correcta limpieza entre pases de soldadura.

3.- Después del proceso de soldeo:

- Control dimensional a la junta soldada, sobremontas menores a 3 mm., soldaduras a filete con un cateto no mayor a 6 mm (figura 3.9).
- Inspección a uniones soldadas con socavación acumulada no mayor a 1" en una longitud de 12" y profundidad no mayor a 1.5 mm.
- Inspección a la deformación de los miembros soldados.
- Inspección de la limpieza de la junta soldada, libre de salpicadura y escoria.

Los criterios de aceptación y rechazo general de las juntas soldadas se detallan en el anexo C2, según ASME B 31.3 Y ASME SECC V.



Figura 3.9 Inspección a juntas soldadas – Filete.

Inspección por líquidos penetrantes.

La inspección por líquidos penetrantes se realiza finalizado el pase de raíz, con la finalidad de descartar presencia de fisuración, presencia de escoria atrapada y porosidad, el criterio de aceptación o rechazo de la junta soldada se evalúa según ASTM E165 y ASME SECCION V, artículo 6, anexo C3.

Inspección por ultrasonido.

La inspección por ultrasonido se realizara finalizado el proceso de soldeo, al 10% del total de las juntas soldadas, con la finalidad de descartar la presencia de fisuración transversal, escoria atrapada, presencia de porosidad, socavación interior, etc. El criterio de aceptación o rechazo de la junta se evalúa según ASME SECCION V, artículo 5.

Inspección de pintado.

La inspección de superficies pintadas se realizara en dos etapas:

Preparación de superficies

Se usara granalla ASTM G40, con la finalidad de obtener una superficie rugosa de 2 a 2.5 mils.

Las superficies deben encontrarse libre de laminaciones, óxidos, rebabas del proceso de oxicorte, salpicadura de soldadura, grasas, aceites, superficies secas, superficies redondeadas, etc.

Las superficies preparadas y aprobadas no deberán de exponerse al medio ambiente más de tres horas sin pintarse.

La preparación de las superficies se realizaran bajo la norma SSPC-SP6, y la inspección visual de las superficies será en función al estándar SSPC-VIS 1-89 (Visual Standard for Abrasive Blast Cleaned Steel).

Aplicación de Pinturas

Solo de pintaran superficies de acero.

Se pide usar equipos de pintura por sistema AIRLESS.

El recubrimiento de pintura en general se realizara a un espesor de 10 mils medido en seco, con una tolerancia de $\pm 20\%$, según norma SSPC-PA 2.

No se permite la presencia de defectos en las superficies pintadas como piel de naranja, palomeos, chorreaduras, salpicadura, etc.

La medición de espesores de película seca se realizará por muestreo y con un calibrador magnético de película seca, según el estándar SSPC-SP 2 (Measurement of dry coating thickness with magnetic gages).

Pruebas hidrostáticas.

Las pruebas hidrostáticas se realizaran a las líneas de tuberías de acero al carbono, finalizado los procesos de soldeo y montaje final.

Las pruebas hidrostáticas se realizarán con el llenado de agua potable a presión constante hasta alcanzar la presión de prueba de 1.5 veces la presión de diseño, en este caso se tendrá lo siguiente:

- Presión de prueba tubería acero al carbono : 800 PSI

La presión del sistema de prueba será verificado con manómetros de glicerina debidamente calibrados, instalados en el punto más bajo y alto del segmento de línea de tubería probado.

Se tendrá en cuenta la instalación de válvulas de purga en los extremos correspondientes a cada segmento de línea de tubería probada, para la evacuación del agua finalizada las pruebas.

Las pruebas hidrostáticas se realizarán en función al código ASME B31.3, según fluido de la categoría D.

Tuberías de HDPE.

Inspección de visual de soldaduras por termo fusión.

Durante la inspección visual se tendrá en consideración los siguientes aspectos:

La fusión de los borde debe ser continuo y coherente en todo el tamaño el grosor de la tubería.

La doble fusión será uniforme.

No habrá presencia de socavación exterior adyacente a la fusión.

El ancho del total del cordón de soldadura de fusión deberá ser de 2 a 2 ½ veces la altura.

No se permiten des alineamientos en los extremos a unir de las tuberías.

No se permite ninguna porosidad en la fusión de la tubería.

Ensayo de doblez y tracción.

El ensayo de doblez se realizara según requerimiento del área de pre operaciones del cliente, cada 40 uniones soldadas se procederá al corte de la probeta según dimensiones dadas y ensayo de doblez en campo.

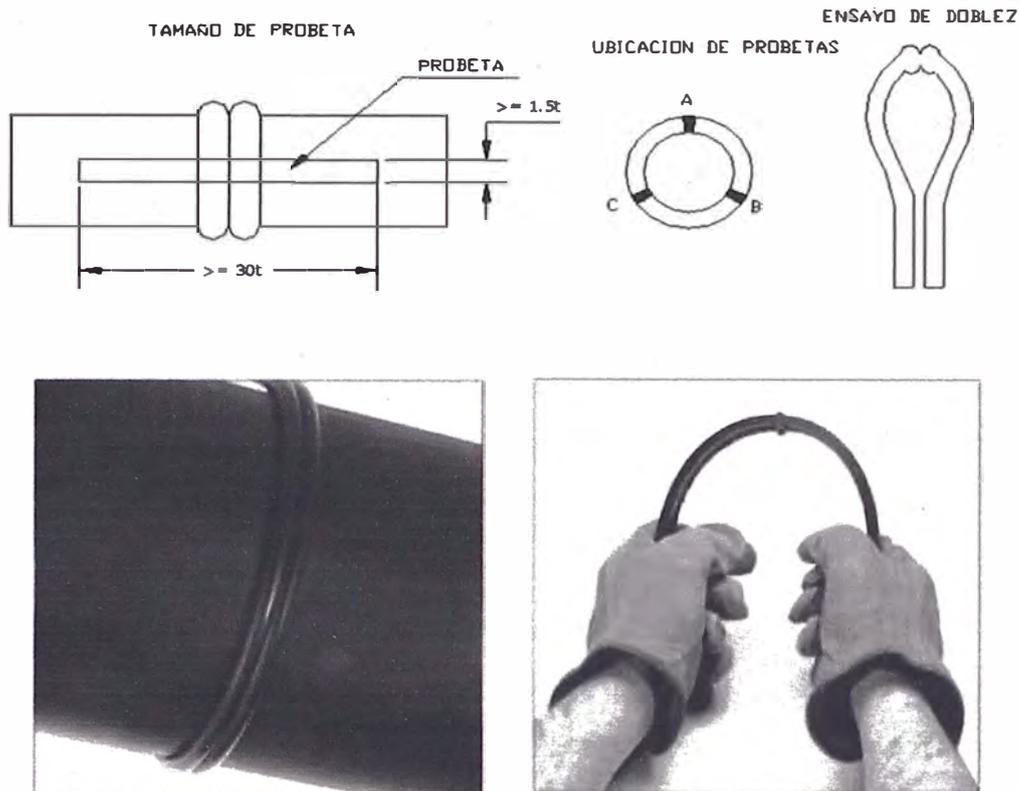


Figura 3.10 Dimensiones de probetas para tuberías HDPE – ensayo en campo de doblez.

Los ensayos de tracción se realizarán al inicio de la primera junta a soldar, se tomará muestras según las dimensiones de la figura 3.10 y se ensayarán en un laboratorio adecuado.

Se considerará válido el ensayo cuando se obtenga por resultado una rotura de la junta en el material base (ver anexo C4 – informe de ensayo de tracción).

Pruebas hidrostáticas.

- Las pruebas hidrostáticas se realizarán a las líneas de tuberías de HDPE, finalizado los procesos de soldeo y montaje final.
- Las pruebas hidrostáticas se realizarán con el llenado de agua potable a presión constante hasta alcanzar la presión de prueba de 1.5 veces la presión de diseño, en este caso se tendrá lo siguiente:
 - Presión de prueba tubería HDPE: 150 PSI

- La presión del sistema de prueba será verificado con manómetros de glicerina debidamente calibrados, instalados en el punto más bajo y alto del segmento de línea de tubería probado.
- Se tendrá en cuenta la instalación de válvulas de purga en los extremos correspondientes a cada segmento de línea de tubería probada, para la evacuación del agua finalizada las pruebas.
- Las pruebas hidrostáticas se realizaran en función al código ASME B31.3, según fluido de la categoría D.

3.6.3.2 Control de calidad en el montaje de bombas.

Bases de concreto y base metálica.

- Debe encontrarse debidamente curada y con la resistencia adecuada, de acuerdo al tipo de concreto, en este caso será concreto de 210 Mpa. Con un fraguado no menor a 28 días.
- La superficie de la base debe presentar un acabado tipo frotachado, debe encontrarse libre polvo, partes libres o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasas, pintura entre otros.
- Los pernos de anclaje deben de fijarse durante el proceso de vaciado de la base de concreto, teniendo en consideración la figura 3.11.
- Las superficies metálicas soportes de la bomba en contacto con el concreto deben encontrarse libre de pinturas adheridas, aceites o grasas.

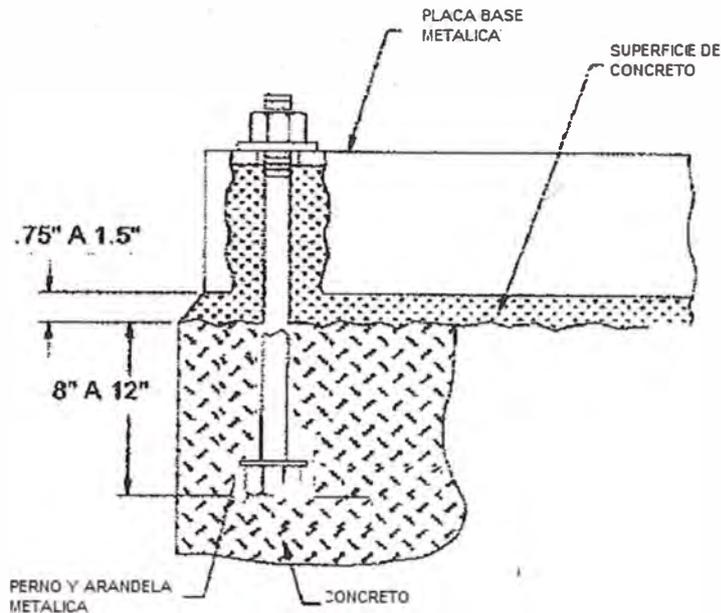


Figura 3.11 Pernos de anclaje

Inspección de nivelación.

- Las superficies metálicas serán niveladas respecto a la superficie de concreto a una distancia no menor de $3/4$ " y no mayor a 1.5", como se indica en la figura 3.11.
- La nivelación de las superficies se realizara con contratueras fijadas entre la superficie de concreto y la superficie metálica.
- Eventualmente se podrá hacer uso de lanas metálicas entre las superficies de concreto y superficies metálicas, con la finalidad de compensar cualquier desnivel presente.

Inspección de alineamiento.

- Finalizado el proceso de nivelación del sistema de bombeo (base metálica, motor y bomba), se debe proceder al alineamiento del eje de la bomba y el eje del motor.
- Se procede con un alineamiento angular para garantizar el paralelismo de las caras de los acoples, como indica la figura 3.12
- Se procede al alineamiento horizontal, mediante el uso de una regla metálica recta, como se indica en la figura 3.12
- Finalmente se procede a hacer uso del reloj comparador dividiendo el perímetro de los acoples en cuatro cuadrantes, y procediendo a medir el desalineamiento angular y

paralelo, teniendo una aceptación de no mayor a 0.13 mm de desviación, la figura 3.13 ilustra el método descrito.

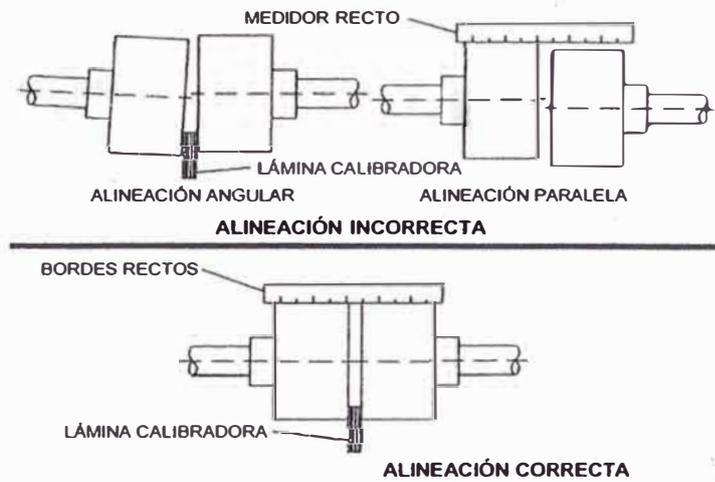


Figura 3.12 Alineamiento con lamina calibradora y regla

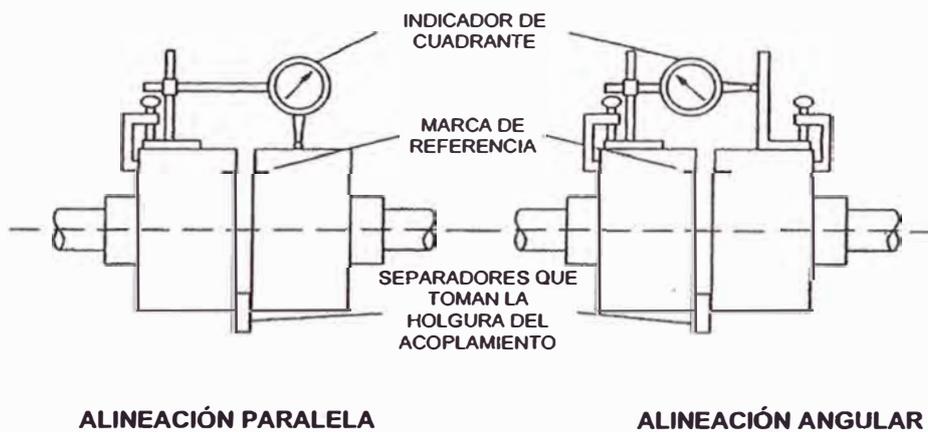


Figura 3.13 Alineamiento con reloj comparador

Inspección en mortero de nivelación.

- Siguiendo la especificación técnica dada, se utilizara un mortero pre dosificado para anclajes y nivelación de maquinas, sika grout 212.
- La aplicación del mortero se realizara en superficies limpias de polvo, partes libres o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasas, pintura entre otros.

- La superficie de concreto debe saturarse de agua, sin presencia de la misma durante la aplicación del mortero, previo encofrado del perímetro de la base metálica correspondiente a la bomba.
- Teniendo en cuenta el clima de la zona, la temperatura adecuada para la preparación del mortero epóxico debe de ser de 20 a 22 °C.
- La aplicación debe hacerse por un lado de la placa metálica, hasta que escurra hacia el lado opuesto, para ayudar al vaciado se deben de usar cables de acero o vibradores de inmersión, en este punto deberán de tomarse como mínimo 07 probetas, para el respectivo ensayo de compresión.
- Cuando el mortero haya endurecido totalmente (72 horas), se procederá al ajuste final de los pernos de anclaje.

1.9.3.3 Control de calidad en la dimensión y torque de espárragos en tuberías de acero al carbono.

- Los espárragos serán según ASTM A193 Gr. B7.
- Las dimensiones a cumplir por los espárragos deben de considerarse de acuerdo a la tabla dada en la figura 3.14, según ASME B16.5.
- El valor del torque a aplicar será como se indica:

Bridas clase 150 RF

3" ϕ			4" ϕ		
Diam.	TORQUE	TORQUE	Diam.	TORQUE	TORQUE
Pernos	NIM. (ft-lbs)	MAX. (ft-lbs)	Pernos	NIM. (ft-lbs)	MAX. (ft-lbs)
5/8"	89	120	5/8"	63	120

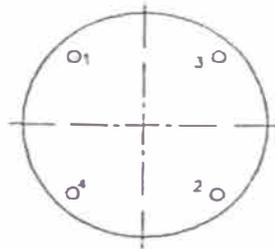
- La secuencia de ajuste de los pernos correspondientes a los espárragos de las uniones bridadas; se realizara en forma cruzada y tomando como punto inicial un esparrago cualquiera, ver anexo C5.



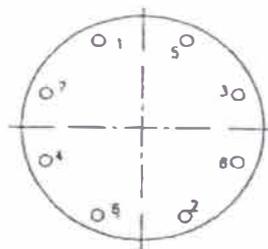
Tige avec écrous / Stud bolt with nuts

Diamètre nominal Nominal pipe size		Tiges filetées / Stud bolts									
		Pour brides ISO PN 20 / For class 150 flanges				Pour brides ISO PN 50 / For class 300 flanges					
		Diamètre des tiges Diameter of bolts		Longueur des tiges (1) Length of bolts (1)		Diamètre des tiges Diameter of bolts		Longueur des tiges (1) Length of bolts (1)			
		UNC pouces inches	ISO mm	1,6 mm RF mm	Ring joint mm	UNC pouces inches	ISO mm	1,6 mm RF mm	Ring joint mm		
15	1/2	4	1/2	M 14	60	-	4	1/2	M 14	65	80
20	3/4	4	1/2	M 14	65	-	4	5/8	M 16	80	90
25	1	4	1/2	M 14	65	80	4	5/8	M 16	80	90
32	1 1/4	4	1/2	M 14	70	85	4	5/8	M 16	85	95
40	1 1/2	4	1/2	M 14	70	85	4	3/4	M 20	90	100
50	2	4	5/8	M 16	85	95	8	5/8	M 16	90	100
65	2 1/2	4	5/8	M 16	90	100	8	3/4	M 20	100	115
80	3	4	5/8	M 16	90	100	8	3/4	M 20	110	120
-	3 1/2	8	5/8	M 16	90	100	8	3/4	M 20	110	130
100	4	8	5/8	M 16	90	100	8	3/4	M 20	115	130
125	5	8	3/4	M 20	95	110	8	3/4	M 20	120	135
150	6	8	3/4	M 20	100	115	12	3/4	M 20	125	140
200	8	8	3/4	M 20	110	120	12	7/8	M 24	140	155

Dimensionamiento de espárragos



BRIDA 4 PERNOS



BRIDA 8 PERNOS

Secuencia de ajuste en pernos para bridas

Figura 3.14 Dimensionamiento y ajuste de pernos

3.7 SEGUIMIENTO Y CONTROL

El seguimiento y control del proyecto se realiza a través de la siguiente documentación establecida por el cliente:

Reporte de control diario.

Panel de control de avance (curva S).

3.7.1 REPORTES DE CONTROL

Conocido también como reporte diario (anexo D1), se presenta diariamente a la oficina de control de proyectos y supervisión de proyecto de CLIENTE, finalizada las actividades laborales, el formato contempla la siguiente información:

- Horario laboral (hora de inicio y fin de la jornada laboral)
- Condiciones climáticas.
- Cantidad de personal obrero involucrado en las tareas asignadas del día (hh).
- Recurso usado, maquinas y equipo (h-maq.).
- Descripción de las actividades del día.
- Observaciones del contratista (interrupciones, desviaciones, actividades extras, ocurrencias inusuales, etc.).
- Comentarios de la supervisión de obra, por parte de CLIENTE.

Los reportes diarios forman parte de la documentación contractual del proyecto, debido a que cumplen la función equivalente de un cuaderno de obra; esta documentación es válida para negociaciones futuras de ampliación de plazos, reconocimiento de adicionales de obra, valorizaciones entre otros.

3.7.2 PANEL DE CONTROL DE AVANCE (CURVA S)

El panel de control establecido para realizar el seguimiento del avance del proyecto se basa en las partidas contractuales del presupuesto, programación de actividades a lo largo del desarrollo del proyecto, avance porcentual real logrado, cantidad de recurso humano, maquinas y equipos usados realmente, versus la programación establecida al inicio de la obra.

Es preciso señalar que se elabora un único panel de control para realizar el seguimiento de avance y valorizaciones del proyecto, el cual es presentado a la supervisión de obra y la oficina de control de proyectos, anexo D2.

A continuación se elaboran curvas S con la única finalidad de mostrar la programación de los trabajos mecánicos, las curvas mostradas en la figura 3.16 indican el seguimiento de avance a los trabajos ejecutados, esta curva está basada en los índices de avance mostrados en la figura 3.15.

Esta curva solo se elabora referencialmente, debido a que el seguimiento del proyecto se hace de forma integral a través de una planificación global de todo el proyecto en conjunto, obras civiles, mecánicas, eléctricas y de instrumentación.

La actualización del panel de control se realiza semanalmente para su presentación a la supervisión de obra.

3.7.3 INDICE DE CONTROL

Adicionalmente el estado de avance del proyecto es evaluado a través de SPI (Schedule performance index) o índice de rendimiento del cronograma.

Este indicador nos da a conocer si estamos ejecutando el trabajo al ritmo previsto.

Según la grafica de la figura 3.17 podemos apreciar que el proyecto mantuvo un avance de atraso al inicio, adelanto en una etapa intermedia y finaliza con un atraso muy sesgado que puede ser tolerable.

Método de Cálculo aplicado:

Para el desarrollo del presente análisis, se hará uso de las formulas, recomendadas por la Guía de Fundamentos de Dirección de Proyectos (PMBOK 3era edición 2004).

Datos:

Valor ganado

(EV^C)

Valor planificado

(PV^C)

Índices de Control:

$CPI^C : EV^C/PV^C$

Consideraciones:

Si : $SPI^C > 1 \rightarrow$ Adelanto

Si : $SPI^C < 1 \rightarrow$ Atrazo

ACTIVIDAD	Job hours	Weight		21-Sep	28-Sep	05-Oct	12-Oct	19-Oct	26-Oct	02-Nov	09-Nov	16-Nov	23-Nov	30-Nov	07-Dic	14-Dic	21-Dic	28-Dic	04-Ene
	Contract Base																		
ACTIVO ESTRUCTURAL																			
SUMINISTRO E INSTALACION DE CIRCO CON CONCERITONA	26.000	0.006%	Sche.	0.002%	0.004%	0.004%	0.004%	0.004%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%
			Act.	0.003%	0.004%	0.004%	0.004%	0.004%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%
SUMINISTRO E INSTALACION CIRCO PERIOMETRICO METALICO	98.000	0.024%	Sche.	0.005%	0.012%	0.018%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%
			Act.	0.009%	0.016%	0.016%	0.016%	0.016%	0.016%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%
SUMINISTRO E INSTALACION TAPA PARA CAJA DE VALVULAS	6.500	0.002%	Sche.	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.001%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%
			Act.	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%
PURTELA ACANALADA 1.5x2.25m INCLUYE CERRAJERIA	1.680	0.0004%	Sche.	0.0001%	0.0002%	0.0002%	0.0002%	0.0002%	0.0002%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0004%
			Act.	0.0000%	0.0002%	0.0002%	0.0002%	0.0002%	0.0002%	0.0002%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0003%	0.0003%	0.0004%	0.0004%
INSTALACION DE TUBERIAS																			
INSTALACION DE BOMBA 4511-PU-16001 Y DESINSTALACION DE BOMBA EXISTENTE	350.360	0.0970%	Sche.	0.0145%	0.0338%	0.0485%	0.0485%	0.0485%	0.0485%	0.0485%	0.0630%	0.0776%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0240%	0.0250%	0.0800%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%
INSTALACION DE TANQUE 4511-TN-16001-MY DE 25 M3	48.180	0.0120%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0066%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0080%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%
INSTALACION DE BOMBA 4511-PU-16002	4.808.000	1.1944%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.4450%	0.9972%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.6000%	0.8000%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%	1.1944%
DOCTOS PRINCIPALES	391.319.280	97.2112%	Sche.	14.5817%	24.3028%	33.0518%	41.8008%	52.4941%	64.1594%	70.9642%	83.8017%	89.4343%	92.2949%	94.8261%	97.2112%	97.2112%	97.2112%	97.2112%	97.2112%
			Act.	9.4295%	16.1058%	39.7887%	63.2775%	78.9412%	80.5129%	84.4612%	87.0696%	92.5600%	92.5600%	95.8381%	95.8381%	97.2112%	97.2112%	97.2112%	97.2112%
ZONA DE CASITA DE BOMBAS	770.000	0.1913%	Sche.	0.0383%	0.0856%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%
			Act.	0.0000%	0.0755%	0.0755%	0.0890%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%
INSTALACION DE VALVULAS VIENTOSAS (4 8 VALVULAS)	1.728.500	0.4294%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.2284%	0.4294%	0.4294%	0.4294%	0.4294%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.2579%	0.3879%	0.3879%	0.4294%	0.4294%
INSTALACION DE PURGAS (4 3 VALVULAS)	448.500	0.1114%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0811%	0.1114%	0.1114%	0.1114%	0.1114%	0.1114%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0880%	0.1114%	0.1114%	0.1114%	0.1114%
DESCARGA A TANQUE 25 M3 - LA QUEJIRA	12.180	0.0030%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0015%	0.0024%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0023%	0.0025%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%
REDOSE DE TANQUE 25 M3 - LA QUEJIRA	12.180	0.0030%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0021%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0024%	0.0027%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%
SUCCION DE BOMBA 4511-PU-16002-MY	680.000	0.1689%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0507%	0.1182%	0.1689%	0.1689%	0.1689%	0.1689%	0.1689%	0.1689%	0.1689%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.1312%	0.1689%	0.1689%	0.1689%	0.1689%	0.1689%	0.1689%	0.1689%	0.1689%
DESCARGA DE BOMBA 4511-PU-16002	720.000	0.1789%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0537%	0.1252%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.1294%	0.1473%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%
SOPORTES DE TUBERIAS	720.000	0.1789%	Sche.	0.0356%	0.0715%	0.0715%	0.0715%	0.0715%	0.0715%	0.0715%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%
			Act.	0.0000%	0.0567%	0.0567%	0.0567%	0.0567%	0.0567%	0.0567%	0.0567%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%
LIMPIEZA CON AGUA Y PILERAS	720.000	0.1789%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0518%	0.1208%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0894%	0.1294%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%
PINTADO Y KITQUETADO	16.000	0.0040%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0016%	0.0020%	0.0036%	0.0040%	0.0040%	0.0040%	0.0040%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0040%	0.0040%	0.0012%	0.0020%	0.0020%	0.0028%	0.0032%
PINTADO DE REPORTE	20.000	0.0050%	Sche.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0030%	0.0050%	0.0050%	0.0050%
			Act.	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0030%	0.0050%
	402.545.360	100%																	
Avance Prog. Parcial				7.1%	9.4%	10.9%	11.7%	12.8%	14.3%	12.7%	9.4%	4.3%	3.1%	2.1%	1.0%	0.8%	0.5%	0.0%	0.0%
Avance Prog. Acumulado				7.1%	16.5%	27.4%	39.1%	51.8%	66.1%	78.8%	88.2%	92.5%	95.6%	97.7%	98.7%	99.5%	100.0%	100.0%	100.0%
Avance Real Parcial				9.7%	4.9%	11.7%	14.5%	16.7%	18.8%	7.9%	2.8%	1.7%	1.5%	1.2%	1.1%	1.1%	0.0%	1.0%	1.5%
Avance Real Acumulado				9.7%	14.6%	26.3%	40.8%	57.4%	76.3%	84.2%	87.0%	88.7%	90.2%	91.4%	92.5%	93.5%	93.5%	94.5%	96.0%

Figura 3.15 Índices de Avance Físico

CURVA S DE AVANCE FISICO

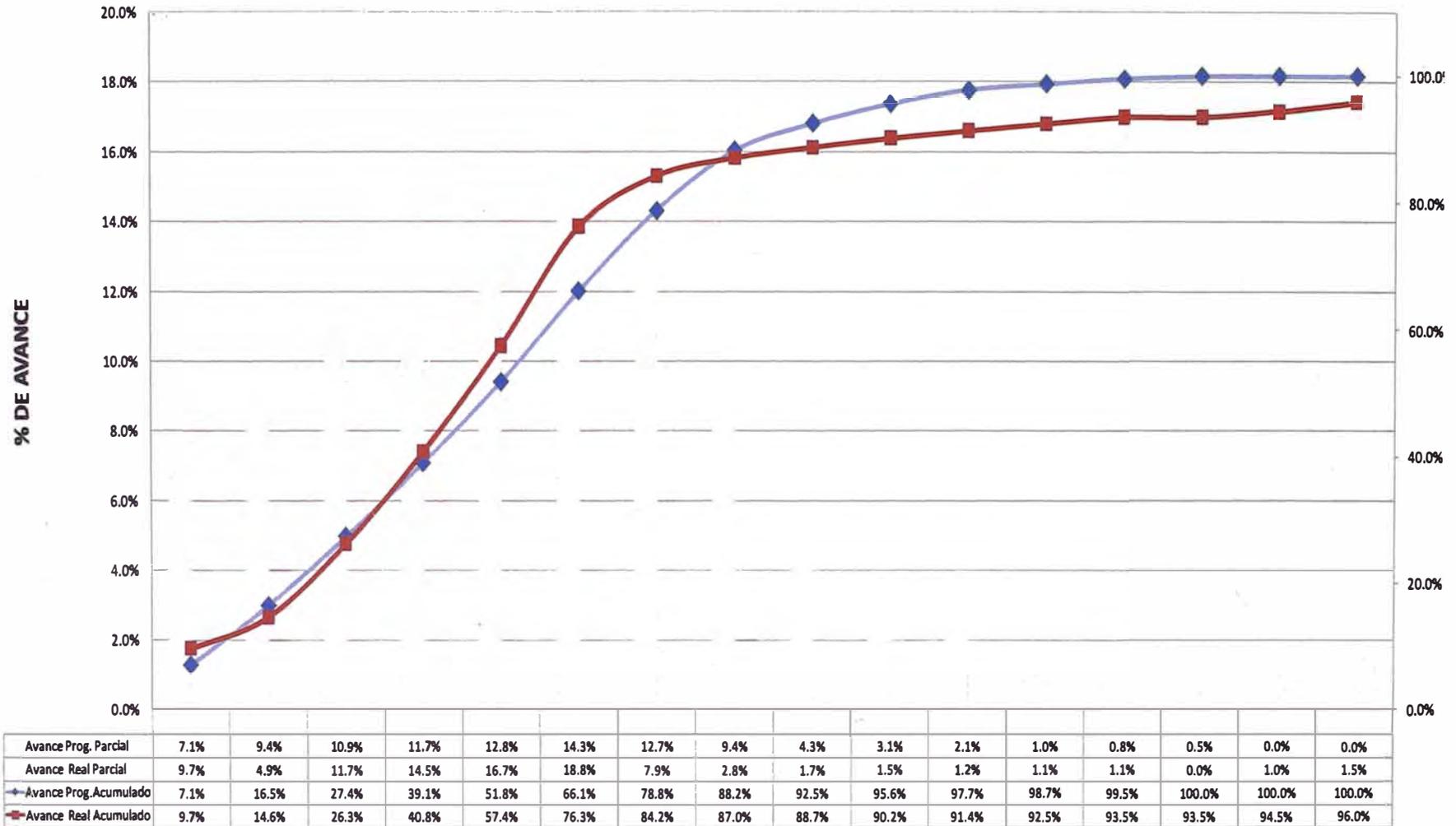


Figura 3.16 Curva S de Avance Fisico

INDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA SPI

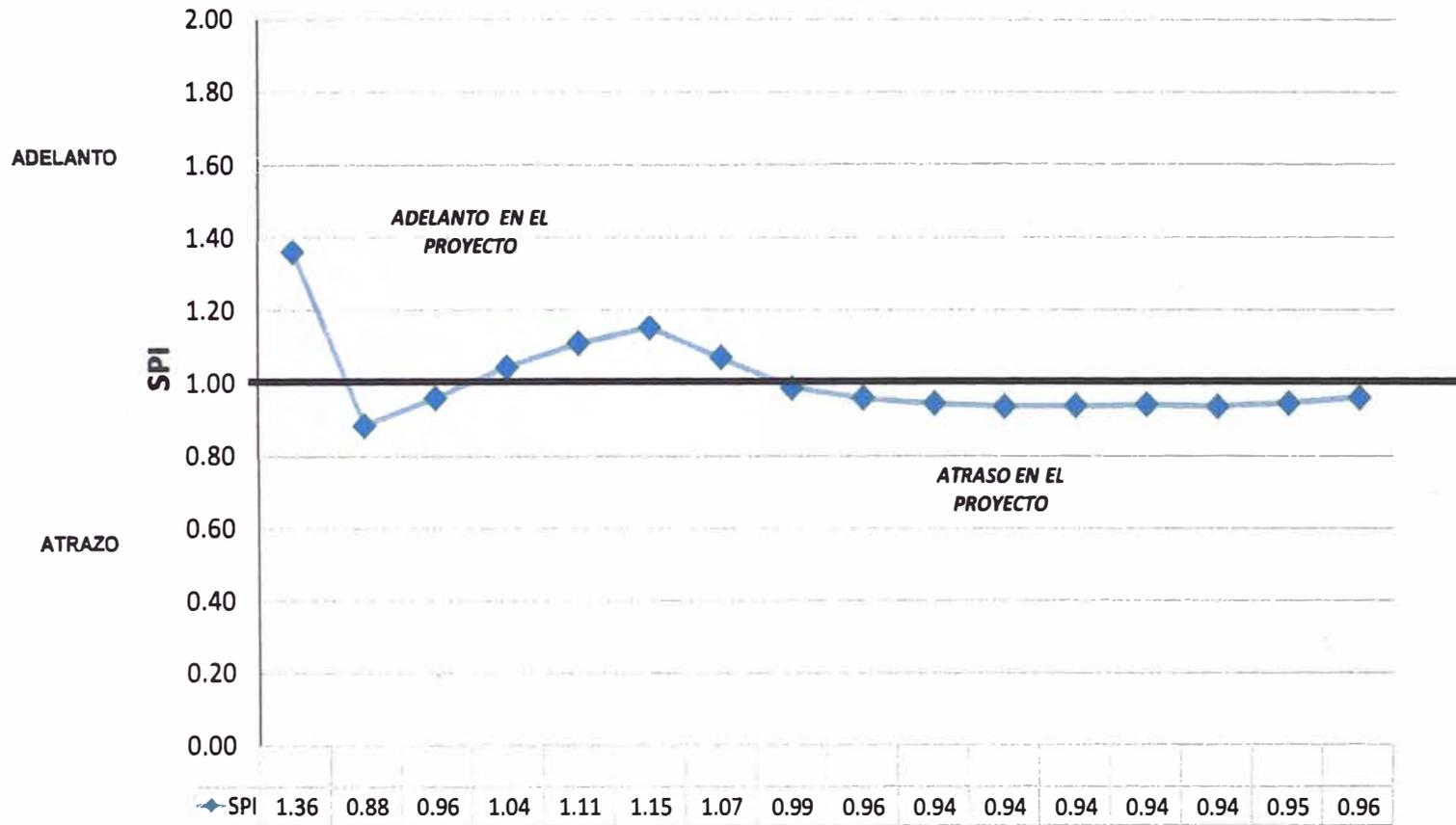


Figura 3.17 Índice de rendimiento del cronograma (SPI)

CAPITULO IV

COSTOS

Los costos totales involucrados en el desarrollo del montaje de un sistema para captar agua de manantiales involucran obras civiles, mecánicas, eléctricas y de instrumentación.

El presente informe presenta los costos incurridos en el montaje mecánico, desde el presupuesto inicial del proyecto, resumen de gastos realizados y valorizaciones realizadas por la compañía contratista, como parte del control de costos durante el desarrollo del proyecto; finalmente se presenta un comparativo de costos a través de las curvas S y el análisis de rendimiento económico (CPI – cost performance index) para cada valorización realizada.

6.1 PRESUPUESTO

La elaboración del presupuesto de montaje mecánico toma los requerimientos específicos del cliente y se basa en:

Plantilla de requerimiento de cotización por parte del cliente, incluye metrados referenciales.

Consultas a proveedores y base de datos de la empresa, registro histórico.

Revistas Técnicas especializadas (COSTOS Y PRESUPUESTOS).

Las principales consideraciones para la realización del presupuesto son:

Partidas por análisis de precios unitarios.

Especificaciones técnicas requeridas por el cliente.

90 % del personal a realizarlos trabajos son de la zona (local).

Los materiales críticos (tuberías, bombas y tanque) son entregados por el cliente.

El pago al personal obrero se encuentra bajo el régimen común (básico +bonificación especial).

Teniendo en consideración lo mencionado anteriormente se desarrolla el presupuesto del montaje mecánico, como indica la figura 4.1

PRESUPUESTO MONTAJE MECANICO

Payment Item	Item	Cost Code			Activity Description	Size	CLASS	Quantity	Unit Basis	Bid Unit Rate	Bid Total
		Area Code	SubArea Code	Activity Code							
2.2.1.4					ACERO ESTRUCTURAL						
2.2.1.4-A	1	4	511		SUMINISTRO E INSTALACION DE CERCO CON CONCERTINA	N/A	N/A	365.00	KG	6.09	2,222.13
2.2.1.4-B	2	4	511		SUMINISTRO E INSTALACION CERCO PERIMETRICO METALICO	N/A	N/A	240.00	KG	6.97	1,671.60
2.2.1.4-C	3	4	511		SUMINISTRO E INSTALACION TAPA PARA CAJA DE VALVULAS	N/A	N/A	84.80	KG	7.30	616.00
2.2.1.4-D	4	4	511		PUERTA ACANALADA 1.2x2.25mt INCLUYE CERRAJERIA	N/A	N/A	105.00	KG	2.46	258.01
2.2.1.6					MECANICO						
2.2.1.6A	5	4	511		INSTALACIÓN DE BOMBA 4511-PU-18001 Y DESINSTALACIÓN DE BOMBA EXISTENTE	N/A	N/A	1	GLB	3,800.41	3,800.41
2.2.1.6B	6	4	511		INSTALACIÓN DE TANQUE 4511-TK-16-001-MY DE 25 M3	N/A	N/A	1	GLB	758.88	758.88
2.2.1.6C	7	4	511		INSTALACIÓN DE BOMBA 4511-PU-18002	N/A	N/A	1	GLB	5,587.20	5,587.20
2.2.1.6D	8	4	511		DUCTOS PRINCIPALES						
					PIPE SDR 17 PE 3408 HD POLYETHYLENE IPS	4"		3360	ML	6.87	24,558.00
					PIPE SDR 11 PE 3408 HD POLYETHYLENE IPS	4"		552	ML	6.17	3,816.40
					CULVERT PROTECTION, CORRUGATED PIPE	8"		48	ML	82.64	4,000.00
2.2.1.6E	9	4	511		ZONA DE CASETA DE BOMBAS	N/A	N/A	1	GLB	5,327.43	5,327.43
2.2.1.6F	10	4	511		INSTALACION DE VALVULAS VENTOSAS (x 8 VÁLVULAS)	N/A	N/A	8	UNID	762.11	6,096.84
2.2.1.6G	11	4	511		INSTALACION DE PURGAS (x 3 VÁLVULAS)	N/A	N/A	3	UNID	693.06	2,079.17
2.2.1.6H	12	4	511		DESCARGA A TANQUE 25 M3 - LA QUINUA (TUB. HDPE SDR 17 - 4" DIAM)	N/A	N/A	2.5	ML	410.85	1,026.63
2.2.1.6I	13	4	511		REBOSE DE TANQUE 25 M3 - LA QUINUA (TUB. HDPE SDR 17 - 4" DIAM)	N/A	N/A	3.5	ML	223.73	783.06
2.2.1.6J	14	4	511		SUCCION DE BOMBA 4511-PU-18002-MY (TUB. AC. AL CARBONO - 3" DIAM)	N/A	N/A	1	ML	1,517.80	1,517.80
2.2.1.6K	15	4	511		DESCARGA DE BOMBA 4511-PU-18002 (TUB. AC. AL CARBONO - 3" DIAM)	N/A	N/A	20	ML	244.09	4,881.84
2.2.1.6L	16	4	511		SOPORTES DE TUBERIAS, KM 31 - KM37	N/A	N/A	1	GLO	2,348.64	2,348.64
2.2.1.6M	17	4	511		LIMPIEZA CON AGUA Y PRUEBAS HIDROSOTATICAS	N/A	N/A	1	GLO	3,134.40	3,134.40
2.2.1.6N	18	4	511		PINTADO Y ETIQUETADO	N/A	N/A	18.5	M2	11.76	217.80
2.2.1.6O	19	4	511		PINTADO DE RETOQUE	N/A	N/A	4.82	M2	11.76	54.33
					TOTAL						74,736.18
TOTAL COSTO DIRECTO										74,736.18	
UTILIDADES (En Dólares) 14%										10463.06	
GASTOS GENERALES (En Dólares) 45%										33631.28	
SUB TOTAL (En Dólares)										118,830.52	
SON: CIENTO DIESIOCHO MIL OCHOSIENTOS TREINTA CON 52/100 DOLARES											

Figura 4-1 Presupuesto Base del Montaje Mecánico

Del análisis de precios unitarios (anexo E) se obtiene la distribución del total de costos estimados en el presupuesto para la mano de obra, equipos y herramientas, materiales como se muestra a continuación:

	HH	US\$/HH	US\$
Capataz	520.00	4.90	2,548.00
Operario (*)	1,880.00	3.95	7,426.00
Oficial	2,400.00	3.50	8,400.00
Peón	3,000.00	2.95	8,850.00
Total	7,800.00		27,224.00

COSTO DIRECTO		US\$
DESCRIPCION		
Mano de obra		27,224.00
Equipos y herramientas		23,382.08
Materiales		18,130.10
Otros (**)		6,000.00
	Total	74,736.18
TOTAL COSTO DIRECTO		74,736.18
GASTOS GENERALES (En Dólares)	45%	33,631.28
SUB TOTAL (En Dólares)		108,367.46
UTILIDADES (En Dólares)	14%	10,463.06
TOTAL (En Dólares)		118,830.52

(*) Operario : La categoría soldador esta considerada como operario.
 (**) Otros : Pruebas, ensayos, calificaciones, colocacion de casing, tie ins, etc.

6.2 GASTOS GENERADOS

De los costos reales incurridos durante el desarrollo del montaje, se debe de tener en consideración lo siguiente:

- Consumibles menores se obtienen de proveedores locales.
- Elementos como válvulas, flujómetros y equipos eléctricos son adquiridos de proveedores en la ciudad de lima.

- Por requerimientos del montaje, los materiales y equipos son adquiridos al inicio del proyecto, lo cual indica un desembolso significativo por parte del contratista.
- Los trabajos de montaje mecánico se efectuaron con un total de 12 780.00 horas hombre consumidas como mano de obra directa, 01 supervisor mecánico y 01 supervisor de calidad y 01 supervisor de seguridad, los dos últimos a medio tiempo.
- El resumen de los gastos incurridos se detalla a continuación:

RESUMEN HH REALES - Obreros			
	HH	US\$/HH (*)	US\$
Capataz	780.00	3.70	2,887.74
Operario	2,580.00	3.24	8,364.96
Oficial	3,840.00	2.55	9,800.57
Peón	4,920.00	2.32	11,425.38
Operador	660.00	3.24	2,139.87
Total	12,780.00		34,618.53

RESUMEN GG REAL			
	HH	US\$/HH	US\$
Residente	340	6.18	2102.15
Sup. Mecanico	260	3.86	1004.70
Sup. QC	340	3.40	1156.18
Sup. Seguridad	580	5.41	3137.77
Total	1,520.00		7,400.81

DESCRIPCION G.G.	US\$
Direccion Tecnica	7,400.81
Transporte	9,366.00
Facilidades de Obra en Mina	150.16
Comunicación	166.79
Proteccion de personal	1,517.25
Señalización y primeros auxilios	213.75
Alimentacion	3,688.73
Seguros	1,773.00
Oficina principal	434.90
Total	24,711.39

GASTOS GENERADOS		
DESCRIPCION		US\$
Mano de obra		34,618.53
Equipos y herramientas		25,821.33
Materiales		19,250.25
Otros (**)		4,542.00
	Total	84,232.12
TOTAL COSTO DIRECTO		84,232.12
GASTOS GENERALES (En Dólares)	29%	24,711.39
SUB TOTAL (En Dólares)		108,943.51

(*) **US\$/HH:** Los costos unitarios incluyen liquidaciones
 (**) **Otros :** Pruebas, ensayos, calificaciones, colocacion de casing, tie ins, etc.

6.3 CONTROL DE COSTOS (CURVA S)

El control de costos correspondiente al montaje del sistema de captación se elaboro en función a la plantilla de panel de control usado por el cliente, documento que basa su análisis en:

- Partidas contractuales, según el presupuesto de obra.
- Montos contractuales por partidas, según el presupuesto de obra.
- Duración de actividades, según cronograma de obra.
- Cantidad de recursos a utilizar, equipos y herramientas (h-máq).
- Cantidad de Horas Hombre (h-h) utilizadas en cada actividad del cronograma

El seguimiento del control de costos, tanto valorizaciones como gastos generados se dan con una periodicidad semanal.

La plantilla de panel de control muestra los porcentajes de avance programado y propuesto por el contratista, los porcentajes de avance semanal están referenciados a los porcentajes de incidencia o pesos económicos que tiene cada partida.

Las valorizaciones realizadas según los índices porcentuales de avance se muestran en la figura 4.2, donde se puede apreciar la evolución de los costos que el contratista cobro a su cliente, durante el desarrollo del proyecto.

Para un mejor control grafico de los costos se elabora la curva S, de valorizaciones y gastos incurridos en el proyecto, figura 4.3 y figura 4.4 respectivamente.

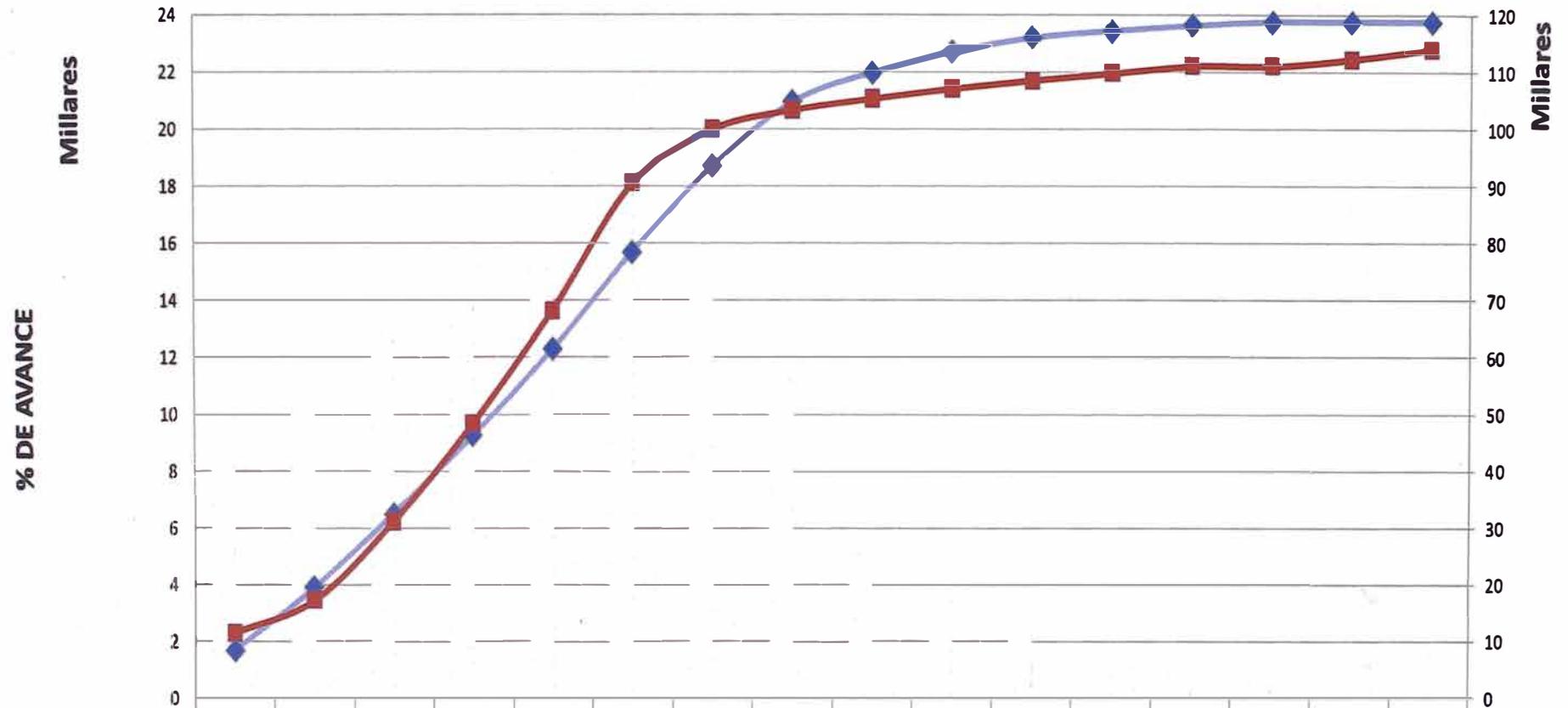
Es preciso señalar que los cuadros y gráficos mostrados, fueron elaborados a partir del panel de control máster (anexo D2) de la totalidad del proyecto para la captación de agua de manantiales.

ACTIVIDAD	UBS	% Inicial	21-Sep	28-Sep	05-Oct	12-Oct	19-Oct	26-Oct	02-Nov	09-Nov	16-Nov	23-Nov	30-Nov	07-Dic	14-Dic	21-Dic	28-Dic	04-Ene
AGERO ESTRUCTURAL																		
SABIMSTRO E INSTALACION DE CERCO CON CONCRETINA	2,222.133	1,870%	Sche. 0.002%	0.004%	0.004%	0.004%	0.004%	0.004%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
			Act. 0.000%	0.004%	0.004%	0.004%	0.004%	0.004%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%
SABIMSTRO E INSTALACION CERCO PERIMETRICO METALICO	1,671.600	1,407%	Sche. 0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.024%	0.024%	0.024%	0.024%
			Act. 0.003%	0.016%	0.016%	0.016%	0.016%	0.016%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
SABIMSTRO E INSTALACION TAPA PARA CAJA DE VALVULAS	618.000	0,520%	Sche. 0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%
			Act. 0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.002%	0.002%	0.002%
PUERTA ACAMALADA 1.2x2.25m INCLUYE CERRAJERIA	258.013	0,217%	Sche. 0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
			Act. 0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
INSTALACION DE TUBERIAS																		
INSTALACION DE BOMBA 4011-PU-10001 Y DESINSTALACION DE BOMBA EXISTENTE	3,800.41	3,186%	Sche. 0.0145%	0.0330%	0.0485%	0.0485%	0.0485%	0.0485%	0.0485%	0.0630%	0.0776%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%	0.0970%
			Act. 0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.0240%	0.0350%	0.0800%	0.0870%	0.0870%	0.0870%	0.0870%	0.0870%	0.0870%	0.0870%
INSTALACION DE TANQUE 4011-TK-16-001-MY DE 25 M3	750.68	0,630%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0066%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0080%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%	0.0120%
INSTALACION DE BOMBA 4011-PU-10002	5,987.20	4,662%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.4450%	0.8072%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.6000%	0.8000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
DUCTOS PRINCIPALES	32,374.400	27,244%	Sche. 14.5817%	24.3039%	33.0518%	41.8008%	52.4041%	64.1584%	70.9642%	83.6917%	88.4343%	92.2940%	94.6281%	97.2112%	97.2112%	97.2112%	97.2112%	97.2112%
			Act. 9.4295%	16.1038%	28.7887%	63.2775%	78.9412%	80.5129%	84.4612%	87.0666%	92.5600%	92.5600%	95.8381%	95.8381%	97.2112%	97.2112%	97.2112%	97.2112%
ZONA DE CASETA DE BOMBAS	5,327.427	4,483%	Sche. 0.0383%	0.0856%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%	0.1913%
			Act. 0.0000%	0.0755%	0.0755%	0.0896%	100.0000%	100.0000%	100.0000%	100.0000%	100.0000%	100.0000%	100.0000%	100.0000%	100.0000%	100.0000%	100.0000%	100.0000%
INSTALACION DE VALVULAS VENTOSAS (r 0 VALVULAS)	6,096.040	5,131%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.2294%	0.4294%	0.4294%	0.4294%	0.4294%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.2579%	0.3879%	0.3879%	0.4294%	0.4294%
INSTALACION DE PURGAS (r 3 VALVULAS)	2,078.171	1,750%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0811%	0.1114%	0.1114%	0.1114%	0.1114%	0.1114%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0800%	0.1114%	0.1114%	0.1114%	0.1114%
DESCARGA A TANQUE 25 M3 - LA QUINUA	1,026.625	0,864%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0015%	0.0024%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0023%	0.0025%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%
REBOSÉ DE TANQUE 25 M3 - LA QUINUA	783.081	0,859%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0021%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0024%	0.0027%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%	0.0030%
SUCCIÓN DE BOMBA 4011-PU-10003-8Y	1,517.799	1,277%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0507%	0.1182%	0.1688%	0.1688%	0.1688%	0.1688%	0.1688%	0.1688%	0.1688%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.1312%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
DESCARGA DE BOMBA 4011-PU-10002	4,881.839	4,108%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0537%	0.1252%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.1294%	0.1473%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
BOPORTES DE TUBERIAS	2,346.640	1,975%	Sche. 0.0350%	0.0715%	0.0715%	0.0715%	0.0715%	0.0715%	0.0715%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%
			Act. 0.0002%	0.0567%	0.0567%	0.0567%	0.0567%	0.0567%	0.0567%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%	60.0000%
LIMPIEZA CON AGUA Y PRUEBAS	3,134.400	2,638%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0518%	0.1258%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0804%	0.1294%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%	0.1789%
PINTADO Y ETIQUETADO	217.800	0,183%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0018%	0.0035%	0.0035%	0.0040%	0.0040%	0.0040%	0.0040%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0040%	0.0040%	0.0040%	0.0040%	0.0040%	0.0040%	0.0040%
PINTADO DE RETOQUE	54.331	0,468%	Sche. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0030%	0.0050%	0.0050%	0.0050%
			Act. 0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0030%	0.0030%	0.0050%
UTILIDADES	10,483.085	8,805%	Sche. 0.0270%	1.4545%	2.4143%	3.4022%	4.5630%	5.8224%	7.7885%	9.445.11	3.337.22	1.972.45	1.788.99	1.378.05	1.330.32	1.254.29	1.164.54	1.282.45
			Act. 0.0525%	1.3860%	2.3147%	3.3802%	5.057.48	6.715.79	7.415.63	7.962.94	7.888.03	7.941.61	8.043.71	8.141.51	8.234.54	8.234.54	8.320.81	8.452.38
GASTOS GENERALES	33,631.270	28,302%	Sche. 2.0153%	4.6750%	7.7602%	11.0578%	14.6889%	18.7140%	22.2864%	24.9704%	28.1857%	27.0566%	27.6500%	27.9340%	28.1604%	28.3019%	28.3019%	28.3019%
			Act. 2.7402%	4.1339%	7.4491%	11.5389%	16.2580%	21.3663%	23.8369%	24.6307%	25.1004%	25.5285%	25.6547%	26.1662%	26.4579%	26.4579%	26.7533%	27.1699%

V. Económica Prog. Parcial	0,481.51	11,167.41	12,653.83	13,845.90	15,152.89	16,698.11	18,507.38	15,227.38	5,102.79	3,658.58	2,485.44	1,188.31	950.84	594.15	0.00	0.00
V. Económica Prog. Acumulada	8,481.51	19,628.92	32,582.75	46,428.64	61,581.53	78,577.84	93,615.23	104,842.61	109,946.40	113,601.98	116,087.42	117,285.72	118,236.37	118,830.52	118,830.52	118,830.52
V. Económica Real Parcial	11,505.42	5,650.35	13,882.29	17,213.52	19,801.32	22,380.29	9,445.11	3,337.22	1,972.45	1,788.99	1,378.05	1,330.32	1,254.29	1,164.54	1,282.45	
V. Económica Real Acumulada	11,505.42	17,365.76	31,238.55	48,452.07	68,253.39	90,633.88	100,078.99	103,416.20	105,388.65	107,177.64	108,555.69	109,876.01	111,130.30	111,130.30	112,394.84	114,077.30

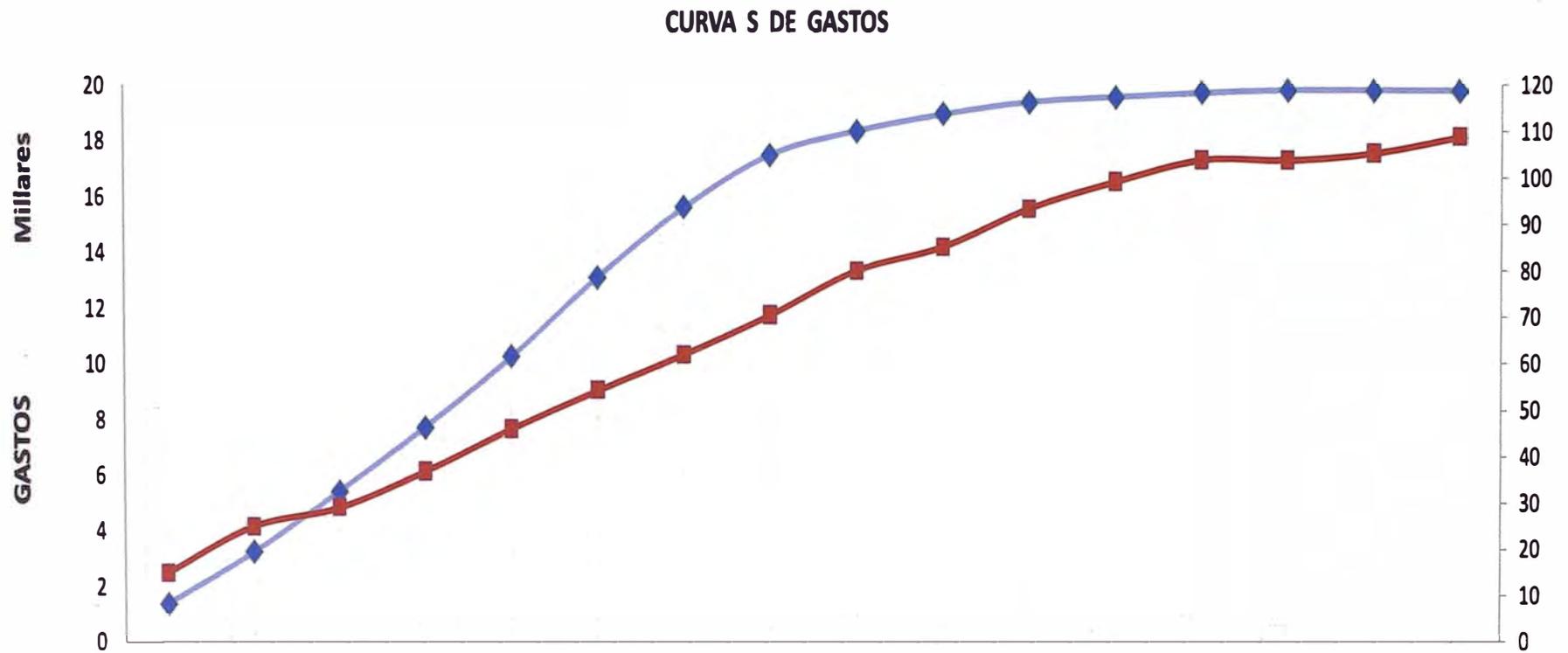
Figura 4-2 Índices de valorizaciones

CURVA S DE VALORIZACION



V. Economica Prog. Parcial	8,461.51	11,167.41	12,953.83	13,845.90	15,152.89	16,996.11	15,037.59	11,227.38	5,102.79	3,656.58	2,495.44	1,188.31	950.64	594.15	0.00	0.00
V. Economica Real Parcial	11,505.42	5,850.35	13,882.79	17,213.52	19,801.52	22,380.29	9,445.11	3,337.22	1,972.45	1,788.99	1,378.05	1,320.32	1,254.29	0.00	1,164.54	1,782.46
◆ V. Economica Prog. Acumulado	8,461.51	19,628.92	32,582.75	46,428.64	61,581.53	78,577.64	93,615.23	104,842.61	109,945.40	113,601.98	116,097.42	117,285.72	118,236.37	118,830.52	118,830.52	118,830.52
■ V. Economica Real Acumulado	11,505.42	17,355.76	31,238.55	48,452.07	68,253.59	90,633.88	100,078.99	103,416.20	105,388.65	107,177.64	108,555.69	109,876.01	111,130.30	111,130.30	112,294.84	114,077.30

Figura 4-3 Curva S de Valorizaciones



	21-Sep	28-Sep	05-Oct	12-Oct	19-Oct	26-Oct	02-Nov	09-Nov	16-Nov	23-Nov	30-Nov	07-Dic	14-Dic	21-Dic	28-Dic	04-Ene
V. Economica Prog. Parcial	8,461.51	11,167.41	12,953.83	13,845.90	15,152.89	16,996.11	15,037.59	11,227.38	5,102.79	3,656.58	2,495.44	1,188.31	950.64	594.15	0.00	0.00
V. Economica Real Parcial	15,075.03	10,043.09	4,101.54	7,751.13	9,075.93	8,289.10	7,583.92	8,546.71	9,419.11	4,546.71	8,226.73	5,871.95	4,711.96	0.00	1,553.00	3,595.96
◆ V. Economica Prog. Acumulado	8,461.51	19,628.92	32,582.75	46,428.64	61,581.53	78,577.64	93,615.23	104,811.27	109,914.06	113,570.64	116,066.08	117,254.39	118,205.03	118,799.18	118,799.18	118,799.18
■ V. Economica Real Acumulado	15,075.03	25,118.13	29,219.67	36,970.80	46,046.73	54,335.83	61,919.75	70,466.45	79,885.56	84,983.90	93,210.63	99,082.58	103,794.54	103,794.54	105,347.54	108,943.51

Figura 4-4 Curva S de Gastos

6.4 INDICES DE RENDIMIENTO ECONOMICO

El indicador más común y recomendado para el seguimiento de los proyectos es el CPI (Cost performance index / Índice de rendimiento de costos).

El CPI nos da a conocer la eficiencia de los costos incurridos en el proyecto (ganancia o pérdida).

Este índice forma parte de la técnica de valor ganado aplicado al seguimiento y control de costos y avance en el desarrollo de un proyecto.

El Valor Ganado es una técnica de gestión de proyectos que permite controlar la ejecución de un proyecto a través de su presupuesto y de su calendario de ejecución. Compara la cantidad de trabajo ya completada en un momento dado con la estimación realizada antes del comienzo del proyecto.

A continuación se detalla el método de cálculo utilizado para determinar el CPI del montaje mecánico.

Método de Cálculo aplicado:

Para el desarrollo del presente análisis, se hará uso de las formulas, recomendadas por la Guía de Fundamentos de Dirección de Proyectos (PMBOK).

Datos:

Valor ganado
Coste real

(EV^C)
 (AC^C)

Consideraciones:

Si: $CPI^C > 1 \rightarrow$ Ganancia

Si: $CPI^C < 1 \rightarrow$ Sobre costo

Calculo:

Variación del costo $(CV^C) : EV^C - AC^C$

Índices de Control:

$CPI^C : EV^C / AC^C$

El cálculo de índices de rendimiento económico aplicados a todas las etapas del proyecto se muestran en la figura 4.5.

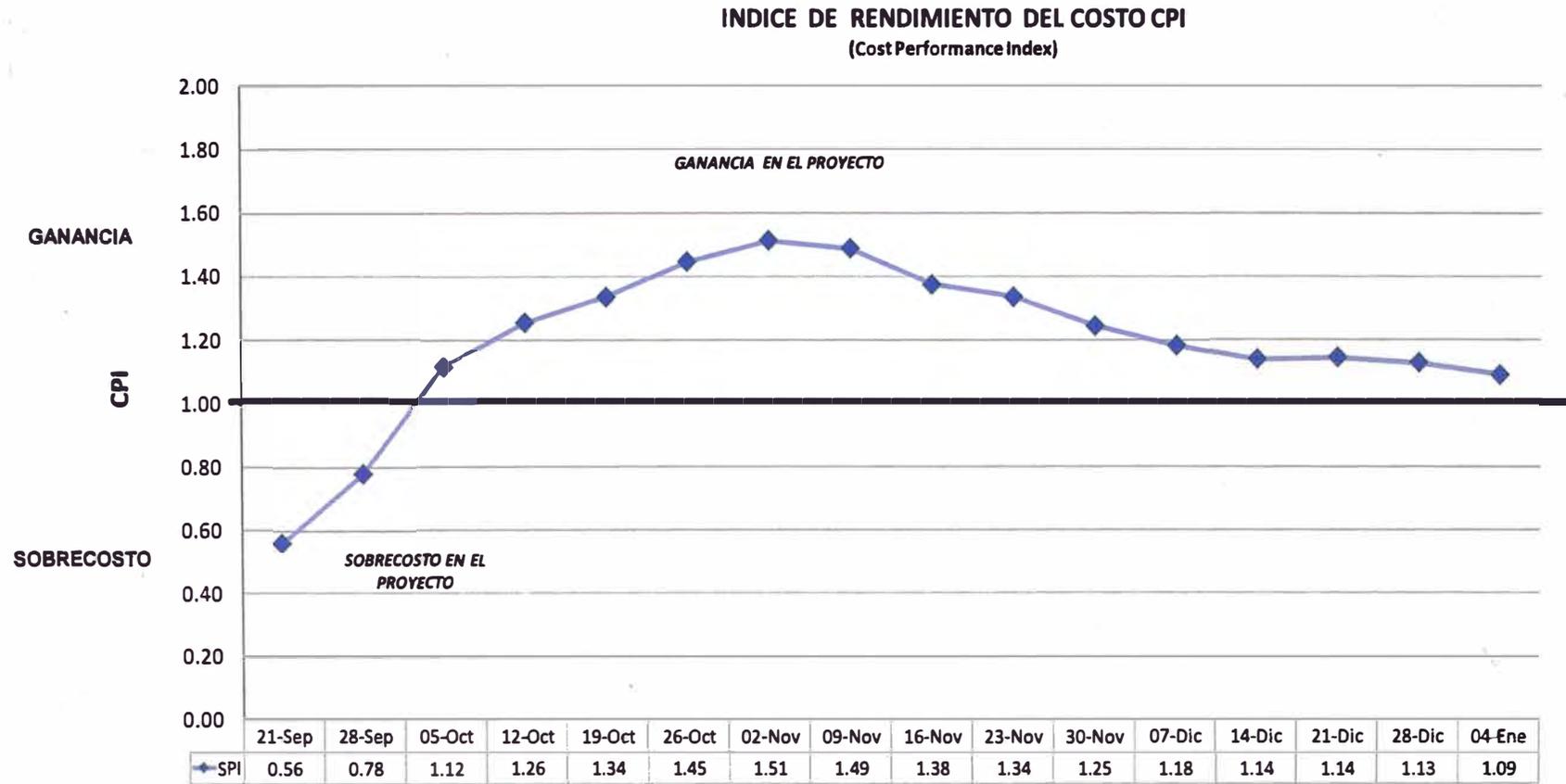


Figura 4-5 Grafico de CPI

CONCLUSIONES

El presente informe muestra que se logro la correcta ejecución de actividades necesarios para complementar la eficiente ejecución del proceso de captación de agua de manantiales, dentro de los márgenes del cronograma previsto, del presupuesto planeado y cumpliendo los requerimientos técnicos, legales, de seguridad, calidad y medio ambiente que establece la Cia. Minera.

El desarrollo del trabajo realizado cumple en gran parte con lo indicado en la "Guía de los fundamentos de la dirección de Proyectos" (Guía del PMBOK), teniendo como base la experiencia que se tiene en trabajos similares, sin embargo la aplicación real de esta herramienta estandarizada permitiría lograr mejores resultados en cuanto a costos y tiempos, así como realizar un control efectivo, minimizando los riesgos a lo largo del proyecto.

Normalmente los hitos que dan las pautas, para la planificación del proyecto son proporcionados por el cliente, de acuerdo a sus necesidades y prioridades.

La planificación de los trabajos se fundamentan en:

- Plazos contractuales.
- Facilidades de acceso al área de trabajo.
- Stock y plazos de entrega en el suministro de materiales tanto en los almacenes del cliente como la logística de la compañía constructora.
- Factor clima, teniendo en consideración las épocas de lluvias en la sierra norte del país.
- Relaciones con las comunidades aledañas, se debe de tener en consideración que el área de trabajo es propiedad de la compañía minera, más no los caminos de herradura, ríos y pastizales adyacentes al proyecto.

De acuerdo a los requerimientos del cliente, se ha especificado que el 60% de la mano de obra debe de considerarse local y el resto foránea, es preciso indicar

que la mano de obra calificada y especializada no es local, especialistas en soldadura de tuberías en acero al carbono, tuberías HDPE, instrumentación y técnicos en ensayos no destructivos (Ultrasonido) utilizados en el proyecto son de la ciudad de Lima.

La distribución del recurso humano y material está en función al cronograma establecido, para el desarrollo específico de las actividades a ejecutarse.

El soporte logístico es fundamental para el normal desarrollo de las actividades programadas.

Durante la etapa inicial del proyecto se debe tener un desglose total del presupuesto, con la finalidad llevar un control efectivo en el costo asignado a las horas hombre (hh), consumibles, suministro de materiales, pruebas y ensayos a realizar, debido a que normalmente el responsable de dirigir el proyecto no ha ejecutado el presupuesto, llevar un flujo de caja mensual es lo más apropiado y recomendable.

El seguimiento oportuno de los procedimientos del plan de manejo ambiental garantizan el máximo cuidado al medio ambiente, teniendo en consideración lo complicado de trabajar en áreas abiertas y cerca de comunidades campesinas.

Los trabajos ejecutados para captar agua de manantiales no perjudican el abastecimiento de agua a las comunidades campesinas, debido a un estudio previo de los afluentes naturales en épocas de lluvia (meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo).

Finalizado el proyecto fue responsabilidad del contratista reestablecer el área de trabajo (restitución del Top Zoil) plantaciones de ichu nativo de la zona.

RECOMENDACIONES

La dirección del proyecto se hace más efectiva y se logra mediante la división de las actividades en procesos.

La elaboración del organigrama para el proyecto, está basada en las necesidades de las distintas áreas involucradas, la implementación del área de control de proyectos ayuda a realizar un seguimiento oportuno a todas las actividades, variaciones y control documentario generados durante el normal desarrollo del proyecto.

El conocimiento teórico y práctico de las normas nacionales e internacionales que rigen las construcciones, así como el seguimiento de las buenas prácticas de la ingeniería en la ejecución de los trabajos de montaje electromecánico, proporcionan los fundamentos necesarios para cumplir con los objetivos trazados del proyecto.

Se debe de tener un conocimiento profundo los alcances y especificaciones técnicas que rigen el proyecto en ejecución.

ANEXOS

ANEXO A ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PROYECTO

A continuación se detallan las especificaciones técnicas de los principales componentes del proyecto para captar agua de manantiales, las cuales son:

- a) BOMBAS
- b) FLUJOMETROS
- c) VALVULAS REGULADORAS DE PRESION
- d) VALVULAS VENTOSAS
- e) TANQUE DE 25 M3

Bomba Centrifuga

Data Sheet (SI Units)

Datasheet Nº **B1-DS-4511-4-16-001** Tag Number: **4511-PU-16001**
 Project Nº: _____ RFQ Number: _____ P.O. Number: _____ Date: 16-Jun-08
 Project Name: Captación Manantiales Cerro N Spec Number: 000 256 56029 Motor Spec Nº: _____ By: C. Escobar

● For: _____ ○ Unit: General
 ● Site: _____ ○ Service: **Agua de manantial hacia Campamento Km 37**
 ● Quantity: 1 Pump Size: _____ Type: Bomba Centrifuga
 Vendor: _____ Model: _____ Serial Number: _____

○ GENERAL

● Number Motor Driven Es parte de la bomba ○ Number Turbine Driven _____ ○ Gearbox Item Number _____
 ● Motor Item Number Por Vendor ○ Turbine Item Number _____ ○ Gearbox Provided By _____
 ● Motor Provided By Por Vendor ○ Turbine Provided By _____ ○ Gearbox Mounted By _____
 ● Motor Mounted By Por Vendor ○ Turbine Mounted By _____

○ OPERATING CONDITIONS

	Rated	Cond. 1	Cond. 2
Capacity (lps)	11.5		
Suction Pressure (kPa/psig)			
Discharge Pressure (kPa/psig)			
Differential Pressure (kPa/psi)			
TDH (m Fluid)	107		
Hydraulic Power (kW)	-		

At Designated Capacity

	Rated	Cond. 1	Cond. 2
Operating Time (hr/day@day/year)	24@360		
NPSH Available (m Fluid)	2.49		

System Design

● Stand Alone Operation ○ Parallel Operation
 ○ Series Operation With Item Number: _____
 Suction Pressure Min./Max. _____ (kPa/psig)

Service

● Continuous ○ Intermittent (Starts/Day) _____
 System Control Method
 ○ Speed ○ Flow ○ Level ○ Temperature
 ○ Pressure ○ Pipe Friction Resistance Only

☑ PERFORMANCE (por Vendor)

☑ Performance Curve No. _____ Speed (rpm) _____

Measured at Capacity

	Rated	Cond. 1	Cond. 2
☑ NPSH Req'd (m)			
☑ Total Differential Head @ Rated Impeller _____ (m)			
☑ Max. Differential Head @ Rated Impeller _____ (m)			
☑ Minimum Continuous Flow (m3/hr)			

Thermal _____ Stable _____
 ☑ Allowable Operating Region: _____ To _____ (m3/hr)
 ☑ Best Efficiency Point for Rated Impeller _____ (%)
 Suction Specific Speed _____
 ☑ Impeller Diameter: Rated _____ Max _____ Min _____ (mm)
 ☑ Pump Rated Efficiency _____ >62 _____ (%)
 ☑ Pump Rated Power _____ (kW)
 ☑ Maximum Power @ Rated Impeller _____ (kW)
 ☑ Rotation (Viewed From Pump Coupling End) ☑ CW CCW
 Viscosity Corrections _____

Case Pressure Rating

☑ Max. Allowable Working Pressure _____ (kPa/psi)
 @ _____ (°C)
 ☑ Hydrostatic Test Pressure _____ (kPa/psi)

○ PUMPED FLUID

Pumped Fluid: Agua

	Rated	Cond. 1	Cond. 2
Pumping Temperature (°C)	10	15	5
At Designated Temperature:	Rated		
Specific Gravity	1.001	1.001	1.001
Vapor Pressure (kPa/psia)	1.227/0.178	1.705/0.247	0.872/0.126
Viscosity (cp)	1.31	1.11	1.56
Specific Heat (kJ/kg °C)			

Initial Boiling Point 87 (°C) @ 62 (kPa abs.)
 Liquid ○ Hazardous ○ Flammable
 ● Other pb 6 - 9. No Aluminium, brass or copper desired.
 Corrosion / Erosion Caused by:
 % Solids N/A Max. Particle Size N/A (mm)

○ SITE CONDITIONS

Location ○ Indoor ● Outdoor ○ _____
 Altitude 4100 (m)
 Range of Ambient Temperatures Min./Max. 0.5 / 15 (°C)
 Electrical Area Classification: ● Unclassified (Non-Hazardous)
 ○ Class _____ Group _____ Division _____
 ○ T-Rating _____

○ GENERAL REMARKS

1) **Vendedor debe incluir la curva de performance (TDH, Eficiencia, NPSH, y potencia en la oferta tecnico economica, de lo contrario la oferta no sera considerada**

REV	DATE	REASON FOR REVISION	BY	CHECK	APPROVED	CLIENT
1	2/Jun/08	Para Construcción	C. Escobar	M. Iribarren	C. Nestares	
0	16/Jun/08	Para Construcción	C. Escobar	M. Iribarren	C. Nestares	
B	28/May/08	Para revisión del cliente	C. Escobar	L. García	L. García	
A	23/May/08	Para revisión interna	C. Escobar	L. García	L. García	

Bomba Centrifuga

Data Sheet (SI Units)

PAGE 2 of 2

Datasheet Nº **B1-DS-4511-4-16-001** Tag Number: **4511-PU-16001**
 Project Nº: _____ RFQ Number: **0** P.O. Number: _____ Date: **16 Jun 08**
 Project Name: **Captación Manantiales Cerro** Spec Number: **000 256 56029** Motor Spec Nº: _____ By: _____

MECHANICAL DATA

Nozzle Connections: Size Rating Facing

Suction			
Discharge			

Aux. Case Connection: Drain Req'd
 Size _____ (mm)
 Threaded Welded and Flanged

PAINT AND SHIPMENT PREPARATION

Pump **4**
 Vendor's Standard Baseplate
 Other _____ Vendor's Standard
 Other _____

Shipment
 Domestic Export Export Boxing Required

Number of Months of Storage _____
Total Weight _____ (lbs) _____ (kg)

MATERIALS

Material Class Code: _____

Casing	Fc fundido
Impeller	Fc fundido
Cover	
Shaft	Acero Inoxidable
Shaft Sleeve	Acero inoxidable
Casing Gasket	Por Vendor
Impeller Gasket	Por vendor
Casing Fasteners	Steel
Bearing Housing	Cast Iron
Bearing Housing Adapter	Cast Iron

Bearing Housing End Seats	
Coupling Guard	Steel
Mechanical Seal Gland	Cast Iron
Mechanical Seal Gland Fasteners	Steel

DRIVER

Horsepower Rating	40/30 (HP/kW)	Speed	By Manufacturer (rpm)
Motor Rotation	By Manufacturer	Service Factor	1.15
		Speed	(rpm)
Volt./Phases/Freq	380/3F/60 Hz	Duty	Continuos
Locked Rotor Current	By Manufacturer (A)	Nema design	B
Insulation class	F	Rise	Class B (80°C) at F.L.
Operation altitude	3600 (masl)	Effic.	NEMA Premium
Enclosure	TEFC	Weight	By Manufacturer (kg)
Bearing Life	By Manufacturer	T. Box	IEEE 841-1994 Section 6.5
Manufact. make	By Manufacturer	Nema frame	By Manufacturer
Inverter Characteristics	Inverter duty motor (able to be operated with VFD)		

Vendor DOCUMENTATION REQUIREMENTS

For Vendor Data Requirements Refer to: E-212 Drawing and Data Commitment
 Remarks _____

Bomba Centrifuga

Data Sheet (SI Units)

PAGE 1 of 2

BISA Datasheet N° HD-005GP0095J-511-04-002

Datasheet N° **BI-DS-4511-4-16-002** Tag Number: **4511-PU-16002**
 Project N°: _____ RFO Number: _____ P.O. Number: _____ Date: 13-Jun-08
 Project Name: Captación Manantiales Cerro N Spec Number: 000 256 56029 Motor Spec N°: _____ By: C. Escobar

● For: _____ ○ Unit: General
 ● Site: _____ ○ Service: Agua de manantial hacia PTAP's Campamento Km 37
 ● Quantity: 1 □ Pump Size: _____ □ Type: Bomba Centrifuga
 Vendor: _____ □ Model: _____ □ Serial Number: _____

○ GENERAL

● Number Motor Driven Es parte de la bomba ○ Number Turbine Driven _____ ○ Gearbox Item Number _____
 ● Motor Item Number Por Vendor ○ Turbine Item Number _____ ○ Gearbox Provided By _____
 ● Motor Provided By Por Vendor ○ Turbine Provided By _____ ○ Gearbox Mounted By _____
 ● Motor Mounted By Por Vendor ○ Turbine Mounted By _____

○ OPERATING CONDITIONS

Capacity (lps)

Rated	Cond.1	Cond. 2
8	11.5	

 Suction Pressure (kPa/psig) _____
 Discharge Pressure (kPa/psig) _____
 Differential Pressure (kPa/psig) _____
 TDH (m Fluid)

57.5	59	
------	----	--

 Hydraulic Power (kW) _____
At Designated Capacity
 Operating Time (hr/day@day/year)

Rated	Cond.1	Cond. 2
24@360	24@360	

 NPSH Available (m Fluid)

1.86	1.86	
------	------	--

System Design
 ● Stand Alone Operation ○ Parallel Operation
 ○ Series Operation With Item Number: _____
 Suction Pressure Min./Max. _____ (kPa/psig)
Service
 ● Continuous ○ Intermittent (Starts/Day) _____
System Control Method
 ○ Speed ○ Flow ○ Level ○ Temperature
 ○ Pressure ○ Pipe Friction Resistance Only

○ PUMPED FLUID

Pumped Fluid: Agua

Rated	Cond. 1	Cond. 2
10	15	5

 Pumping Temperature (°C) _____
At Designated Temperature:
 Specific Gravity

Rated	Cond. 1	Cond. 2
1.001	1.001	1.001

 Vapor Pressure (kPa/psia)

1.227/0.178	1.705/0.247	0.872/0.126
-------------	-------------	-------------

 Viscosity (cp)

1.31	1.11	1.56
------	------	------

 Specific Heat (kJ/kg °C) _____
 Initial Boiling Point 87 (°C) @ 62 (kPa abs.)
 Liquid ○ Hazardous ○ Flammable
 ● Other pb 6 - 9. No Aluminium, brass or copper desired.
 Corrosion / Erosion Caused by: _____
 % Solids N/A Max. Particle Size N/A (mm)

☑ PERFORMANCE (por Vendor)

☑ Performance Curve No. _____ □ Speed (rpm) _____
Measured at Capacity

Rated	Cond.1	Cond. 2
5.50	5.35	

 ☑ NPSH Req'd (m) _____
 ☑ Total Differential Head @ Rated Impeller _____ (m)
 ☑ Max. Differential Head @ Rated Impeller _____ (m)
 ☑ Minimum Continuous Flow (m3/hr) _____
 Thermal _____ Stable _____
 ☑ Allowable Operating Region: _____ To _____ (m3/hr)
 ☑ Best Efficiency Point for Rated Impeller _____ (%)
 □ Suction Specific Speed _____
 ☑ Impeller Diameter: Rated _____ Max _____ Min _____ (mm)
 ☑ Pump Rated Efficiency _____ >62 (%)
 ☑ Pump Rated Power _____ (kW)
 ☑ Maximum Power @ Rated Impeller _____ (kW)
 ☑ Rotation (Viewed From Pump Coupling End) ☑ CW □ CCW
 □ Viscosity Corrections _____
Case Pressure Rating
 ☑ Max. Allowable Working Pressure _____ (kPa/psi)
 @ _____ (°C)
 ☑ Hydrostatic Test Pressure _____ (kPa/psi)

○ SITE CONDITIONS

Location ○ Indoor ● Outdoor ○ _____
 Altitude 3500 (m)
 Range of Ambient Temperatures Min./Max. 0.5 / 15 (°C)
 Electrical Area Classification: ● Unclassified (Non-Hazardous)
 ○ Class _____ Group _____ Division _____
 ○ T-Rating _____

○ GENERAL REMARKS

1) **Vendedor debe incluir la curva de performance (TDH, Eficiencia, NPSH, y potencia en la oferta tecnico economica, de lo contrario la oferta no sera considerada**

REV	DATE	REASON FOR REVISION	BY	CHECK	APPROVED	CLIENT
0	1/Jun/08	Para construcción	C. Escobar	M. Iribarren	C. Nestares	
B	26/Jun/08	Para revisión del cliente	C. Escobar	L. García	L. García	
A	23/Jun/08	Para revisión interna	C. Escobar	L. García	L. García	

**INGENIERIA DE DETALLE DEL PROYECTO:
CAPTACIÓN MANANTIALES CERRO NEGRO
LA QUINUA**

**HOJA DE DATOS TECNICOS
FLUJOMETRO MAGNETICO**

INSTRUMENTACION

**BISA: HD-005GP0095J-711-07-001
MYRSL: BI-DS-4511-7-16-001**

Aprobado por:

Coordinador de Proyecto: Ing. Carlos Nestares _____
Gerente de Ingeniería: Ing. José Mendivil _____
Cliente: Ing. G. Guerrero _____

REV.	POR	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	J. García	J. Zúñiga	Revisión	02-May-08	✓
B	J. García	J. Solano	Revisión y Aprobación del Cliente	18-Jun-08	✓
0	J. García	F. Castillo	Construcción	04-Jul-08	✓

Comentarios:

HOJA DE DATOS TECNICOS

HD-005GP0095J-711-07-001

Rev: 0

Fecha: 04/07/2008

I.- REQUERIMIENTO DE DISEÑO DE EQUIPO			DS - 01	1 DE 1
Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	DATO	
1.0	IDENTIFICACION DEL EQUIPO			
1.1	Descripción		Flujómetro Magnético	
1.2	TAG Nº		FIT-4516001	
1.3	Cantidad		1	
1.4	Diagrama P&ID		BI-4511-9-16-011	
2.0	INFORMACIÓN GENERAL			
2.1	Ciclo de uso (continuo / intermitente)		Continuo	
2.2	Horas por día		24	
2.3	Días por año		365	
3.0	CONDICIONES AMBIENTALES			
3.1	Ubicación de la Planta		Laguna de Captación Manantiales	
3.2	Ambiente		Limpio / con presencia de polvo	
3.3	Altura sobre el nivel del mar	(m.s.n.m)	4200	
3.4	Temperatura (máxima / promedio / mínima)	(°C)	20 / 12 / -15	
4.0	ENERGÍA DISPONIBLE			
4.1	Voltaje principal / auxiliar	V	120 (CA)	
4.2	Frecuencia	Hz	60	
4.3	Fases	Ø	1	
4.4	Voltaje para control	V	120 (CA)	
5.0	CONDICIONES DE OPERACION			
	Aplicación		Bombeo de Agua	
	Lugar		Laguna de Captación Manantiales	

HOJA DE DATOS TECNICOS

HD-005GP0095J-711-07-001

Rev: 0

Fecha: 04/07/2008

II.- CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO			DS - 02	1 DE 3
IDENTIFICACION DEL EQUIPO				
Descripción			Flujómetro Magnético	
TAG N°			FIT-4516001	
Cantidad			1	
Diagrama P&ID			BI-4511-9-16-011	
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	COTIZADO
1.0	CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO			
1.1	Líquido a medir		Agua	
1.2	Temperatura	°C	5 - 15	
1.3	Gravedad Específica	gr/cc	1.00	
1.4	pH		7	
1.5	% de Sólidos	%	0.00	
2.0	REQUERIMIENTOS OPERATIVOS			
2.1	Caudal Mínimo	m ³ /h		
2.2	Caudal de Operación	m ³ /h	42.00	
2.3	Caudal de Diseño	m ³ /h	52.00	
2.4	Caudal Máximo	m ³ /h	80.00	
2.5	Temperatura Máxima del Fluido	°C	15	
3.0	INDICADOR / TRANSMISOR			
3.1	Fabricante /Marca		SIEMENS / ROSEMOUNT	
3.2	Modelo			
3.3	Grado de Protección Indicador / Transmisor		Nema 4 como mínimo	
3.4	Material del Indicador / Transmisor		Aluminun Alloy	
3.5	Montaje del Indicador / Transmisor		Tubería de 4" (Incluir Mounting Kit)	
3.6	Tipo		Indicador, Transmisor	
3.7	Voltaje Requerido		120 Vac, 60 Hz	
3.8	Señal de Salida (Transmisor)	mA	4 - 20	
Observaciones: Las partes metálicas que tengan contacto con el fluido deberán ser fabricadas de un material de calidad equivalente o superior al indicado, tomando en cuenta las características del fluido a ser medido.				

	HOJA DE DATOS TECNICOS	HD-005GP0095J-711-07-001 Rev: 0 Fecha: 04/07/2008
--	-------------------------------	---

II.- CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO (Continuación)	DS - 02	2 DE 3
---	----------------	---------------

IDENTIFICACION DEL EQUIPO				
	Descripción		Flujómetro Magnético	
	TAG N°		FIT-4516001	
	Cantidad		1	
	Diagrama P&ID		BI-4511-9-16-011	
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	COTIZADO
3.9	Señal de Salida (Totalizado)		Relee, 1 SPDT, 120 Vac@1A.	
3.10	Señal de Entrada (Transmisor)		Del Sensor	
3.11	Rango		Programable. Mínimo requerido, el rango del tubo magnético.	
3.12	Precisión		0.25 % del Rango	
3.13	Ajuste de Rango		Requerido	
3.14	Totalizador Local		Requerido	
4.0	TUBO MAGNETICOS Y ACCESORIOS			
4.1	Fabricante/Marca			
4.2	Modelo			
4.3	Numero de Plano		BI-4511-7-16-004	
4.4	Numero de tubería		Por definir	
4.5	Diámetro de la tubería	Pulgadas	4	
4.6	Cedula de la tubería	SCH	Por definir	
4.7	Fluido		Agua	
4.8	Diámetro del Tubo magnético	pulgada	4	
4.9	Conexión a Procesos		Bridado, ANSI #150, RF	
4.10	Anillo de Tierra / Material		Requerido / 316 SS	
4.11	Material del Revestimiento		PTFE (Teflón)	
4.12	Material de los electrodos		Hastelloy C276	
4.13	Tipo		Bobinas de AC o DC	

Observaciones:

- 1.- Las partes metálicas que tengan contacto con el fluido deberán ser fabricadas de un material de calidad equivalente o superior al indicado, tomando en cuenta las características del fluido a ser medido.
- 2.- La unidad de indicación/transmisión y el tubo detector se debe considerar como una sola unidad.

HOJA DE DATOS TECNICOS

HD-005GP0095J-711-07-001

Rev: 0

Fecha: 04/07/2008

II.- CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO (Continuación)	DS - 02	3 DE 3
---	----------------	---------------

IDENTIFICACION DEL EQUIPO		
Descripción		Flujómetro Magnético
TAG Nº		FIT-4516001
Cantidad		1
Diagrama P&ID		BI-4511-9-16-011

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	COTIZADO
4.14	Material del Alojamiento		Acero al carbono ASTM A 105, Resistente a la corrosión, dos capas epoxicas (min. 150 µm).	
4.15	Material del Tubo		AISI 304 (1.4301) (Internal)	
4.16	Material de la Brida		316 SS	
4.17	Tipo de Electrodo		Fijos	
4.18	Símbolo de Indicación de Flujo		Requerido, visible, en alto relieve y fabricado con el tubo magnético.	
4.19	Caja Terminal		Acero Inoxidable AISI 316 (1.4436)	
4.20	Grado de Protección		Nema 4 como mínimo	
4.21	Conexión Eléctrica	Pulgadas	2 x ½ NPT	
4.22	Cable de Interconexión (Entre Tubo y Transmisor)	mts	10 (Cables de Señal y Control)	
4.21	Certificado de Calibración		No Requerido	
4.24	Certificado – Áreas Peligrosas		No requerido	
4.25	Rango Mínimo	m3/hr	0 a 80	

Observaciones:

- 1.- Las partes metálicas que tengan contacto con el fluido deberán ser fabricadas de un material de calidad equivalente o superior al indicado, tomando en cuenta las características del fluido a ser medido.
- 2.- La unidad de indicación/transmisión y el tubo detector se debe considerar como una sola unidad.

**INGENIERIA DE DETALLE DEL PROYECTO:
CAPTACIÓN MANANTIALES CERRO NEGRO
LA QUINUA**

**HOJA DE DATOS TECNICOS
FLUJOMETRO MAGNETICO**

INSTRUMENTACION

**BISA: HD-005GP0095J-711-07-002
MYRSL: BI-DS-4511-7-16-002**

Aprobado por:

Coordinador de Proyecto: Ing. Carlos Nestares _____

Gerente de Ingeniería: Ing. José Mendivil _____

Cliente: Ing. G. Gutierrez _____

REV.	POR	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	J. García	J. Zúñiga	Revisión	02-May-08	✓
B	J. García	J. Solano	Revisión y Aprobación del Cliente	18-Jun-08	✓
0	J. García	F. Castillo	Construcción	04-Jul-08	✓

Comentarios:

HOJA DE DATOS TECNICOS

HD-005GP0095J-711-07-002
 Rev: 0
 Fecha: 04/07/2008

I.- REQUERIMIENTO DE DISEÑO DE EQUIPO			DS - 01	1 DE 1
Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	DATO	
1.0	IDENTIFICACION DEL EQUIPO			
1.1	Descripción		Flujómetro Magnético	
1.2	TAG Nº		FIT-4516003	
1.3	Cantidad		1	
1.4	Diagrama P&ID		BI-4511-9-16-011	
2.0	INFORMACIÓN GENERAL			
2.1	Ciclo de uso (continuo / intermitente)		Continuo	
2.2	Horas por día		24	
2.3	Días por año		365	
3.0	CONDICIONES AMBIENTALES			
3.1	Ubicación de la Planta		Campamento de operadores Km 37	
3.2	Ambiente		Limpio / con Presencia de polvo	
3.3	Altura sobre el nivel del mar	(m.s.n.m)	4200	
3.4	Temperatura (máxima / promedio / mínima)	(°C)	20 / 12 / -15	
4.0	ENERGÍA DISPONIBLE			
4.1	Voltaje principal / auxiliar	V	120 (CA)	
4.2	Frecuencia	Hz	60	
4.3	Fases	Ø	1	
4.4	Voltaje para control	V	120 (CA)	
5.0	CONDICIONES DE OPERACION			
	Aplicación		Bombeo de Agua	
	Lugar		Tanque de Agua	

HOJA DE DATOS TECNICOS

HD-005GP0095J-711-07-002
 Rev: 0
 Fecha: 04/07/2008

II.- CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO			DS – 02	1 DE 3
IDENTIFICACION DEL EQUIPO				
Descripción			Flujómetro Magnético	
TAG N°			FIT-4516003	
Cantidad			1	
Diagrama P&ID			BI-4511-9-16-011	
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	COTIZADO
1.0	CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO			
1.1	Líquido a medir		Agua	
1.2	Temperatura	°C	5 – 15	
1.3	Gravedad Específica	gr/cc	1.00	
1.4	pH		7	
1.5	% de Sólidos	%	0.00	
2.0	REQUERIMIENTOS OPERATIVOS			
2.1	Caudal Mínimo	m ³ /h		
2.2	Caudal de Operación	m ³ /h	31.00	
2.3	Caudal de Diseño	m ³ /h	39.00	
2.4	Caudal Máximo	m ³ /h	60.00	
2.5	Temperatura Máxima del Fluido	°C	15	
3.0	INDICADOR / TRANSMISOR			
3.1	Fabricante /Marca		SIEMENS / ROSEMOUNT	
3.2	Modelo			
3.3	Grado de Protección Indicador / Transmisor		Nema 4 como mínimo	
3.4	Material del Indicador / Transmisor		Aluminun Alloy	
3.5	Montaje del Indicador / Transmisor		Tubería de 2" (Incluir Mounting Kit)	
3.6	Tipo		Indicador, Transmisor	
3.7	Voltaje Requerido		120 Vac, 60 Hz	
3.8	Señal de Salida (Transmisor)	mA	4 – 20	
Observaciones: Las partes metálicas que tengan contacto con el fluido deberán ser fabricadas de un material de calidad equivalente o superior al indicado, tomando en cuenta las características del fluido a ser medido.				

HOJA DE DATOS TECNICOS

HD-005GP0095J-711-07-002

Rev: 0

Fecha: 04/07/2008

II.- CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO (Continuación)			DS - 02	2 DE 3
IDENTIFICACION DEL EQUIPO				
Descripción		Flujómetro Magnético		
TAG N°		FIT-4516003		
Cantidad		1		
Diagrama P&ID		BI-4511-9-16-011		
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	COTIZADO
3.9	Señal de Salida (Totalizado)		Relee, 1 SPDT, 120 Vac@1ª	
3.10	Señal de Entrada (Transmisor)		Del Sensor	
3.11	Rango		Programable. Mínimo requerido, el rango del tubo magnético.	
3.12	Precisión		0.25 % del Rango	
3.13	Ajuste de Rango		Requerido	
3.14	Totalizador Local		Requerido	
4.0	TUBO MAGNETICOS Y ACCESORIOS			
4.1	Fabricante/Marca		SIEMENS / ROSEMOUNT	
4.2	Modelo			
4.3	Numero de Plano		BI-4511-7-16-006	
4.4	Numero de tubería		Por definir	
4.5	Diámetro de la tubería	Pulgadas	3	
4.6	Cedula de la tubería	SCH	Por definir	
4.7	Fluido		Agua	
4.8	Diámetro del Tubo magnético	pulgada	3	
4.9	Conexión a Procesos		Bridado, ANSI #150, RF	
4.10	Anillo de Tierra / Material		Requerido / 316 SS	
4.11	Material del Revestimiento		PTFE (Teflón)	
4.12	Material de los electrodos		Hastelloy C276	
4.13	Tipo		Bobinas de AC o DC	
Observaciones: 1.- Las partes metálicas que tengan contacto con el fluido deberán ser fabricadas de un material de calidad equivalente o superior al indicado, tomando en cuenta las características del fluido a ser medido. 2.- La unidad de indicación/transmisión y el tubo detector se debe considerar como una sola unidad.				

HOJA DE DATOS TECNICOS

HD-005GP0095J-711-07-002

Rev: 0

Fecha: 04/07/2008

II.- CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO (Continuación)			DS – 02	3 DE 3
IDENTIFICACION DEL EQUIPO				
Descripción		Flujómetro Magnético		
TAG Nº		FIT-4516003		
Cantidad		1		
Diagrama P&ID		BI-4511-9-16-011		
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	COTIZADO
4.14	Material del Alojamiento		Acero al Carbon ASTM A 105, Resistente a la corrosión, dos capas epoxicas (min. 150 µm).	
4.15	Material del Tubo		AISI 304 (1.4301) (Internal)	
4.16	Material de la Brida		316 SS	
4.17	Tipo de Electrodo		Fijos	
4.18	Símbolo de Indicación de Flujo		Requerido, visible, en alto relieve y fabricado con el tubo magnético.	
4.19	Caja Terminal		Stainless steel AISI 316 (1.4436)	
4.20	Grado de Protección		Nema 4 como mínimo	
4.21	Conexión Eléctrica	Pulgadas	2 x ½ NPT	
4.22	Cable de Interconexión (Entre Tubo y Transmisor)	mts	10 (Cables de Señal y Control)	
4.21	Certificado de Calibración		No Requerido	
4.24	Certificado – Áreas Peligrosas		No requerido	
4.25	Rango Mínimo	m3/hr	0 a 60	

Observaciones:
 1.- Las partes metálicas que tengan contacto con el fluido deberán ser fabricadas de un material de calidad equivalente o superior al indicado, tomando en cuenta las características del fluido a ser medido.
 2.- La unidad de indicación/transmisión y el tubo detector se debe considerar como una sola unidad.

**INGENIERIA DE DETALLE DEL PROYECTO:
CAPTACIÓN MANANTIALES CERRO NEGRO
LA QUINUA**

**HOJA DE DATOS TECNICOS
FLUJOMETRO MAGNETICO**

INSTRUMENTACION

BISA: HD-005GP0095J-711-07-003

MYRSL: BI-DS-4511-7-16-003

Aprobado por:

Coordinador de Proyecto: Ing. Carlos Nestares _____

Gerente de Ingeniería: Ing. José Mendivil _____

Cliente: Ing. G. Guerrero _____

REV.	POR	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	J. García	J. Zúñiga	Revisión interna BISA	02-May-08	✓
B	J. García	J. Solano	Revisión y Aprobación del Cliente	18-Jun-08	✓
0	J. García	F. Castillo	Construcción	04-Jul-08	✓

Comentarios:

HOJA DE DATOS TECNICOS

HD-005GP0095J-711-07-003

Rev: 0

Fecha: 04/07/2008

I.- REQUERIMIENTO DE DISEÑO DE EQUIPO			DS - 01	1 DE 1
Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	DATO	
1.0	IDENTIFICACION DEL EQUIPO			
1.1	Descripción		Flujómetro Magnético	
1.2	TAG Nº		FIT-4516004	
1.3	Cantidad		1	
1.4	Diagrama P&ID		BI-4511-9-16-011	
2.0	INFORMACIÓN GENERAL			
2.1	Ciclo de uso (continuo / intermitente)		Continuo	
2.2	Horas por día		24	
2.3	Días por año		365	
3.0	CONDICIONES AMBIENTALES			
3.1	Ubicación de la Planta		Campamento Km 31	
3.2	Ambiente		limpio / con presencia de polvo	
3.3	Altura sobre el nivel del mar	(m.s.n.m)	4200	
3.4	Temperatura (máxima / promedio / mínima)	(°C)	20 / 12 / -15	
4.0	ENERGÍA DISPONIBLE			
4.1	Voltaje principal / auxiliar	V	120 (CA)	
4.2	Frecuencia	Hz	60	
4.3	Fases	Ø	1	
4.4	Voltaje para control	V	120 (CA)	
5.0	CONDICIONES DE OPERACION			
	Aplicación		Bombeo de Agua	
	Lugar		Cisterna Km 31	

BI-DS-4511-7-16-003_0.doc

HOJA DE DATOS TECNICOS

HD-005GP0095J-711-07-003
 Rev: 0
 Fecha: 04/07/2008

II.- CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO			DS – 02	1 DE 3
IDENTIFICACION DEL EQUIPO				
	Descripción		Flujómetro Magnético	
	TAG Nº		FIT-4516004	
	Cantidad		1	
	Diagrama P&ID		BI-4511-9-16-011	
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	COTIZADO
1.0	CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO			
1.1	Líquido a medir		Agua	
1.2	Temperatura	°C	5 – 15	
1.3	Gravedad Específica	gr/cc	1.00	
1.4	pH		7	
1.5	% de Sólidos	%	0.00	
2.0	REQUERIMIENTOS OPERATIVOS			
2.1	Caudal Mínimo	m ³ /h		
2.2	Caudal de Operación	m ³ /h	11.00	
2.3	Caudal de Diseño	m ³ /h	14.00	
2.4	Caudal Máximo	m ³ /h	20.00	
2.5	Temperatura Máxima del Fluido	°C	15.00	
3.0	INDICADOR / TRANSMISOR			
3.1	Fabricante /Marca		SIEMENS / ROSEMOUNT	
3.2	Modelo			
3.3	Grado de Protección Indicador / Transmisor		Nema 4 como mínimo	
3.4	Material del Indicador / Transmisor		Aluminun Alloy	
3.5	Montaje del Indicador / Transmisor		Tubería de 2" (Incluir Mounting Kit)	
3.6	Tipo		Indicador, Transmisor	
3.7	Voltaje Requerido		120 Vac, 60 Hz	
3.8	Señal de Salida (Transmisor)	mA	4 – 20	
Observaciones: Las partes metálicas que tengan contacto con el fluido deberán ser fabricadas de un material de calidad equivalente o superior al indicado, tomando en cuenta las características del fluido a ser medido.				

	HOJA DE DATOS TECNICOS	HD-005GP0095J-711-07-003 Rev: 0 Fecha: 04/07/2008
--	-------------------------------	---

II.- CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO (Continuación)			DS - 02	2 DE 3
IDENTIFICACION DEL EQUIPO				
Descripción		Flujómetro Magnético		
TAG N°		FIT-4516004		
Cantidad		1		
Diagrama P&ID		BI-4511-9-16-011		
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	COTIZADO
3.9	Señal de Salida (Totalizado)		Relee, 1 SPDT, 120 Vac@1A	
3.10	Señal de Entrada (Transmisor)		Del Sensor	
3.11	Rango		Programable. Mínimo requerido, el rango del tubo magnético.	
3.12	Precisión		0.25 % del Rango	
3.13	Ajuste de Rango		Requerido	
3.14	Totalizador Local		Requerido	
4.0	TUBO MAGNETICOS Y ACCESORIOS			
4.1	Fabricante/Marca		SIEMENS / ROSEMOUNT	
4.2	Modelo			
4.3	Numero de Plano		BI-4511-7-16-007	
4.4	Numero de tubería		Por definir	
4.5	Diámetro de la tubería	Pulgadas	4	
4.6	Cedula de la tubería	SCH	Por definir	
4.7	Fluido		Agua	
4.8	Diámetro del Tubo magnético	pulgada	4	
4.9	Conexión a Procesos		Bridado, ANSI #150, RF	
4.10	Anillo de Tierra / Material		Requerido / 316 SS	
4.11	Material del Revestimiento		PTFE (Teflón)	
4.12	Material de los electrodos		Hastelloy C276	
4.13	Tipo		Bobinas de AC o DC	
Observaciones: 1.- Las partes metálicas que tengan contacto con el fluido deberán ser fabricadas de un material de calidad equivalente o superior al indicado, tomando en cuenta las características del fluido a ser medido. 2.- La unidad de indicación/transmisión y el tubo detector se debe considerar como una sola unidad.				

HOJA DE DATOS TECNICOS

HD-005GP0095J-711-07-003
 Rev: 0
 Fecha: 04/07/2008

II.- CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO (Continuación)			DS - 02	3 DE 3
IDENTIFICACION DEL EQUIPO				
Descripción		Flujómetro Magnético		
TAG N°		FIT-4516004		
Cantidad		1		
Diagrama P&ID		BI-4511-9-16-011		
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	COTIZADO
4.14	Material del Alojamiento		Acero al Carbón ASTM A 105, Resistente a la corrosión, dos capas epoxicas (min. 150 µm).	
4.15	Material del Tubo		AISI 304 (1.4301) (Internal)	
4.16	Material de la Brida		316 SS	
4.17	Tipo de Electrodo		Fijos	
4.18	Símbolo de Indicación de Flujo		Requerido, visible, en alto relieve y fabricado con el tubo magnético.	
4.19	Caja Terminal		Acero Inoxidable AISI 316 (1.4436)	
4.20	Grado de Protección		Nema 4 como mínimo	
4.21	Conexión Eléctrica	Pulgadas	2 x ½ NPT	
4.22	Cable de Interconexión (Entre Tubo y Transmisor)	mts	10 (Cables de Señal y Control)	
4.21	Certificado de Calibración		No Requerido	
4.24	Certificado – Áreas Peligrosas		No requerido	
4.25	Rango Mínimo	m3/hr	0 a 20	
Observaciones:				
1.- Las partes metálicas que tengan contacto con el fluido deberán ser fabricadas de un material de calidad equivalente o superior al indicado, tomando en cuenta las características del fluido a ser medido.				
2.- La unidad de indicación/transmisión y el tubo detector se debe considerar como una sola unidad.				

PROJECT 2008

GENERAL INFORMATION					
TAG NUMBER	:	4511-VA-16003-MY			
FECHA	:	16-06-08			
REALIZADO POR	:	Christian Escobar Arce			
AFE	:	08660010			
PROYECTO	:	Captación de Manantiales Cerro Negro			
ESPECIFICACION GUIA	:	-----			
COMPRA PARA	:				
SERVICIO	:	Limitación de caudal a un valor máximo.			
EQUIPO	:	Válvula de control de caudal			
REGULACIÓN DE CAUDALES					
VALVULA (AP 37-1)=	:	Caudal nominal = 5 l/s, Caudal máximo = 7.19 l/s (a futuro) (Ubicada en derivación hacia la planta de tratamiento AP 37-1)			
VALVULA (AP 37-2)=	:	Caudal nominal = 3 l/s, Caudal máximo = 4.31 l/s (a futuro) (Ubicada en derivación hacia la planta de tratamiento AP 37-2)			
DESCRIPCIÓN DEL FLUIDO					
FLUIDO	:	AGUA DE MANANTIALES			
pH / % DE SÓLIDOS	:	NEUTRO / NO SIGNIFICATIVO			
TEMPERATURA	:	5 – 15 °C			
GENERAL					
FUNCIONES	:	Sostener una presión mínima aguas arriba y mantener constante una presión aguas abajo independientemente de las fluctuaciones del flujo			
DIAMETRO	:	3"			
CONEXIÓN	:	Bridada (ANSI B-16.42)			
CLASE	:	150#			
MATERIALES	:	Cuerpo: Hierro dúctil ASTM A536 (Calidad similar o superior) Tapa: Hierro dúctil ASTM A536 (Calidad similar o superior) Accesorios: Acero inoxidable 316 (Calidad similar o superior) Elastómero: Buna-N (Calidad similar o superior)			
CANTIDAD=	:	2			
TAG DE VALVULAS	:	-----			
PROVEEDOR RECOMENDADO	:	CLA-VAL 40-01/640-01 o similar.			
CONDICIONES AMBIENTALES					
UBICACIÓN	:	Intemperie			
ALTITUD (msnm)	:	4100			
TEMPERATURA	:	0.5 – 22 °C			
OTROS SUMINISTROS					
NAME PLATE	:	En Stainless Steel que debe incluir las características de la Válvula			
CATALOGO	:	Si			
GARANTIAS					
AFTER DELIVERY	:	1 año mínimo			
OBSERVACIONES					
NOTES:					
1. Stainless Steel nametag shall be included. VTS: Vendor to specify.					
0	30jun08	Para construcción	C.E.	M.I.	
B	18 Jun 08	Emitido para Aprobación	C.E.	M.I.	
A	16 Jun 08	Emitido para revisión interna	C.E.	M.I.	
REV	DATE	REVISIONS	BY	APPR	
VALVULA DE CONTROL DE CAUDAL			AFE: 08660010		REV
			DATA SHEET No.		0
PROJECT 2005			BI-DS-4511-5-16-003		

PROJECT 2008

GENERAL INFORMATION				
TAG NUMBER	:	4511-VA-16002-MY		
FECHA	:	16-06-08		
REALIZADO POR	:	Christian Escobar Arce		
AFE	:	08660010		
PROYECTO	:	Captación de Manantiales Cerro Negro		
ESPECIFICACION GUIA	:	-----		
COMPRA PARA	:			
SERVICIO	:	Regular presión manométrica mínima y máxima en dos zonas de servicio		
EQUIPO	:	Válvula Sostenedora y reductora de presión		
REGULACIÓN DE PRESIONES				
PRESIÓN AGUAS ARRIBA=	:	150 PSI		
PRESIÓN AGUAS ABAJO=	:	70 PSI		
DESCRIPCIÓN DEL FLUIDO				
FLUIDO	:	AGUA DE MANANTIALES		
pH / % DE SÓLIDOS	:	NEUTRO / NO SIGNIFICATIVO		
TEMPERATURA	:	5 – 15 °C		
GENERAL				
FUNCIONES	:	Sostener una presión mínima aguas arriba y mantener constante una presión aguas abajo independientemente de las fluctuaciones del flujo		
DIAMETRO	:	4"		
TIPO	:	Globe pattern o "Y" pattern		
CONEXIÓN	:	Bridada (ANSI B-16.5)		
CLASE	:	150#		
MATERIALES	:	Cuerpo: Hierro dúctil ASTM A536 (Calidad similar o superior) Tapa: Hierro dúctil ASTM A536 (Calidad similar o superior) Accesorios: Acero inoxidable 316 (Calidad similar o superior) Elastómero: Buna-N (Calidad similar o superior)		
CANT=	:	1		
TAG DE VALVULAS	:	-----		
PROVEEDOR RECOMENDADO	:	CLA-VAL 92-01/692-01 o similar.		
CONDICIONES AMBIENTALES				
UBICACIÓN	:	Intemperie		
ALTITUD (msnm)	:	4100		
TEMPERATURA	:	0.5 – 22 °C		
OTROS SUMINISTROS				
NAME PLATE	:	En Stainless Steel que debe incluir las características de la Válvula		
CATALOGO	:	Si		
GARANTIAS				
AFTER DELIVERY	:	1 año mínimo		
OBSERVACIONES				
NOTES:				
1. Stainless Steel nametag shall be included. VTS: Vendor to specify.				
0	30jun08	Para construcción	C.E.	M.I.
B	18 Jun 08	Emitido para Aprobación	C.E.	M.I.
A	16 Jun 08	Emitido para revisión interna	C.E.	M.I.
REV	DATE	REVISIONS	BY	APPR
VALVULA SOSTENEDORA Y REDUCTORA DE PRESIÓN			AFE: 08660010	
PROJECT 2005			DATA SHEET No. BI-DS-4511-5-16-002	
				REV 0

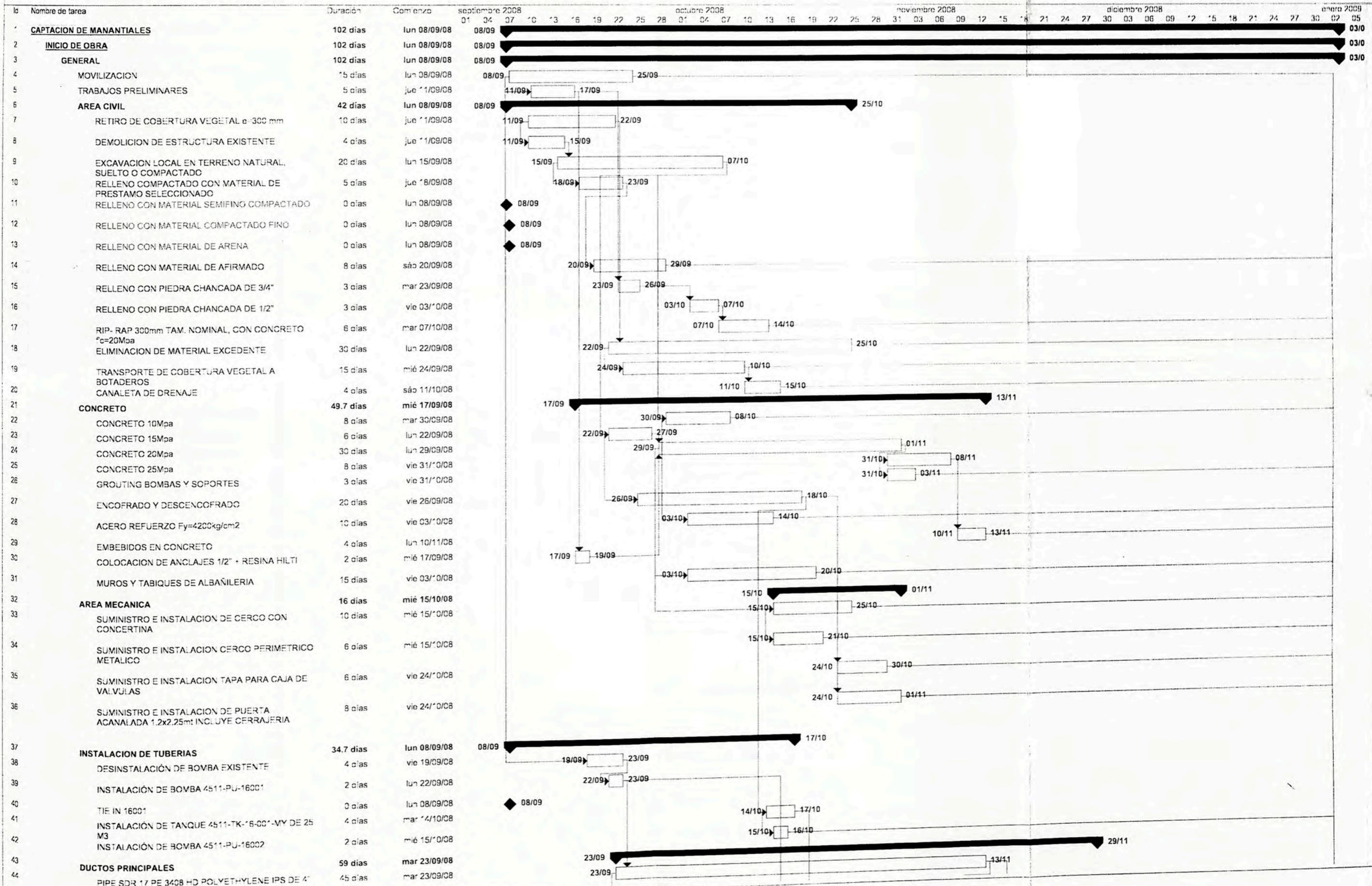
PROJECT 2008

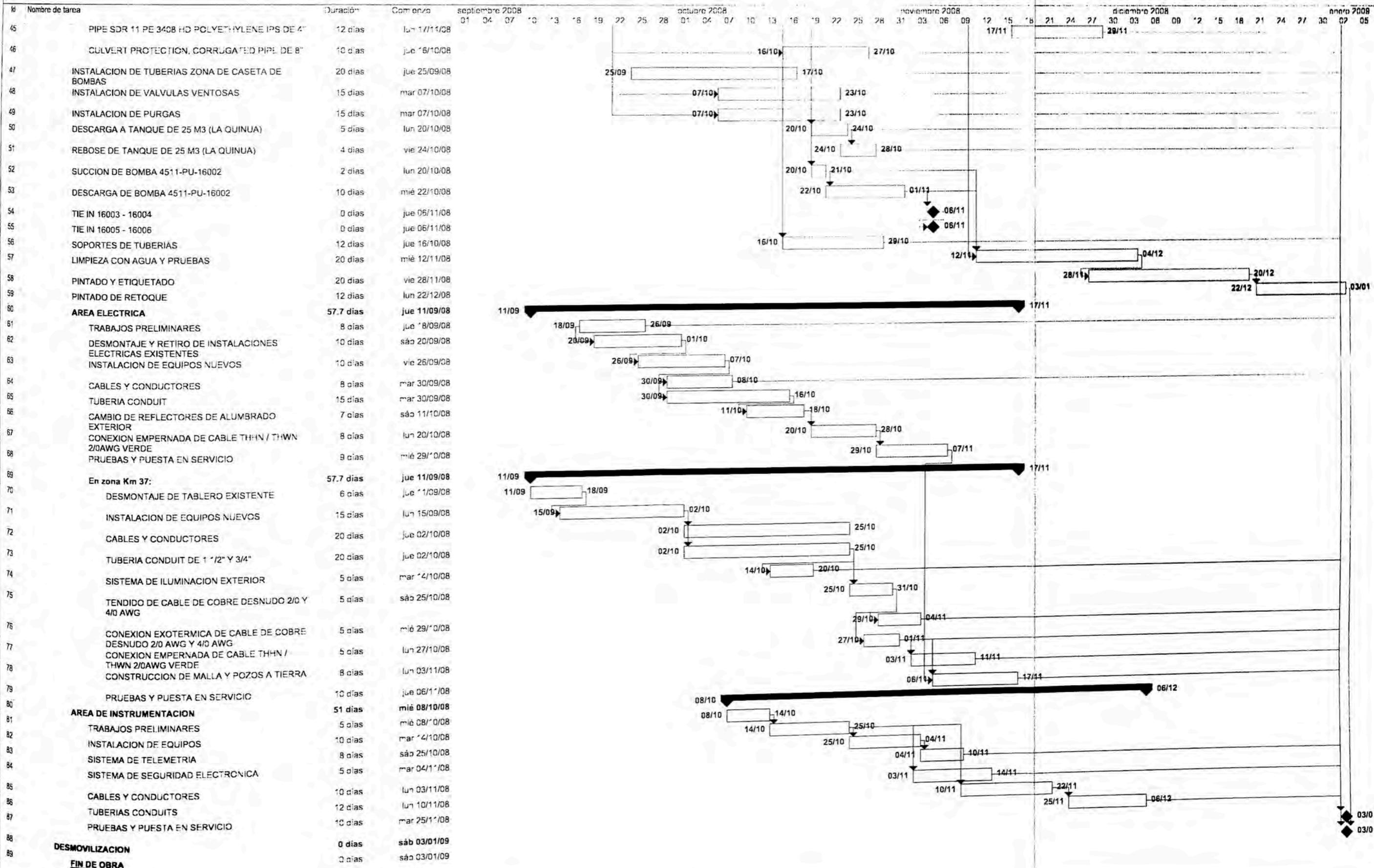
GENERAL INFORMATION					
TAG NUMBER	:	4510-VA-16001-MY			
FECHA	:	16-06-08			
REALIZADO POR	:	Christian Escobar			
AFE	:	08660010			
PROYECTO	:	Captación de Manantiales Cerro Negro			
ESPECIFICACION GUIA	:	-----			
COMPRA PARA	:				
SERVICIO	:	Venteo de tubería de presión			
EQUIPO	:	Válvula Ventosa Combinada			
PARTE AUTOMATICA					
MAX FLUJO AIRE (M3/HR)=	:	160			
AREA DE DESCARGA(mm2)=	:	12			
PARTE CINETICO					
AREA DE DESCARGA (mm2) =	:	804			
PRESION DE CIERRE PREMATURO (m.c.a.)	:	2			
GENERAL					
FUNCIONES	:	Automática y Cinética			
DIAMETRO	:	2"			
CONEXIÓN	:	Rosca hembra NPT			
CLASE	:	300#			
RING	:	Roscado			
MATERIALES	:	Cuerpo: Hierro dúctil ASTM A536 Tapa: Hierro dúctil ASTM A536 Flotador: Polipropileno expandido			
CANT=	:	8			
TAG DE VALVULAS	:				
PROVEEDOR RECOMENDADO	:	BERMAD; Válvula Ventosa Combinada, D-040-C de un solo cuerpo.			
CONDICIONES AMBIENTALES					
UBICACIÓN	:	Intemperie			
ALTITUD (msnm)	:	4100			
TEMPERATURA	:	0.5 – 22 °C			
OTROS SUMINISTROS					
NAME PLATE	:	En Stainless Steel que debe incluir las características de la Válvula			
CATALOGO	:	Si			
GARANTIAS					
AFTER DELIVERY	:	1 año mínimo			
OBSERVACIONES					
NOTES:					
1. Stainless Steel nametag shall be included. VTS: Vendor to specify.					
2. Vendor must specified, in his quotation, the electrical connection (1/2" NPT or 3/4" NPT) for each device.					
0	30jun08	Para Construcción	I.C.	L.G.	
B	17JUN08	Emitido para Aprobación	I.C.	L.G.	
A	30MAR08	Emitido para revision interna	I.C.	L.G.	
REV	DATE	REVISIONS	BY	APPR	
VALVULA DE VENDEO COMBINADA				AFE: 08660010	
PROJECT 2008				DATA SHEET No. BI-DS-4511-5-16-001	
					REV 0

GENERAL INFORMATION						
TAG NUMBER	:	4511-TK-16-001-MY				
FECHA	:	09-06-08				
REALIZADO POR	:	Marco Irribarren				
AFE	:	08660010				
PROYECTO	:	Captación Manantiales Cerro Negro				
ESPECIFICACION GUIA	:	-				
COMPRA PARA	:					
UNIDAD	:	La Quinoa				
SERVICIO	:	Línea de abastecimiento de agua				
EQUIPO	:	Sistema de tanque de 25,000 Litros.				
CARACTERISTICAS GENERALES						
TIPO	:	Cilíndrico vertical (pre.ensamblado)				
DIAMETRO	:	3.0 metros				
ALTURA de Máximo llenado	:	3.9 metros				
PRESION TRABAJO (PSI)	:	Atmosférico				
ACCESORIOS	:	Manhole superior de 18" Boquillas bridadas y roscadas según sketch				
LISTADA Y APROBADA	:	-				
MATERIAL DE CUERPO	:	Polietileno, grado alimenticio				
Color	:	Negro				
TIPO DE FLUIDO	:	Agua				
PROVEEDOR RECOMENDADO	:	ROTOPLAST				
CONDICIONES AMBIENTALES						
UBICACIÓN	:	Intemperie				
ALTITUD (msnm)	:	4100				
TEMPERATURA	:	0.5 – 22 °C				
OTROS SUMINISTROS						
CATALOGO/MANUAL	:	Si				
GARANTIAS						
AFTER DELIVERY	:	2 años				
OBSERVACIONES						
NOTES:						
1.						
0	30JUN08	Para construcción	M.I.	C.N.		
B	16 JUN 08	Emitido para aprobación	M.I.	C.N.		
A	09JUN08	Emitido para revisión interna	M.I.	C.N.		
REV	DATE	REVISIONS	BY	APPR		
SISTEMA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA				AFE: 08660010		REV 0
				DATA SHEET No. BI-DS-4511-4-16-003		

ANEXO B CRONOGRAMA DETALLADO DEL PROYECTO CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO LA QUINUA

A continuación se detalla el cronograma de ejecución del proyecto, donde se involucran las disciplinas civil, mecánica, eléctrica y de instrumentación.





ANEXO C

C1 PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

A continuación se detalla la calificación y procedimiento de soldadura elaborado para los trabajos de soldadura en tuberías de acero al carbono, según ASME SECC IX.

RECORD DE CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO (PQR)

PQR-CBN-08-001

Hoja	1 de 2
Rev.	0
Edición de formato.	02/05/07

PROYECTO: FABRICACIONES SOLDADAS DE TUBERIAS SEGÚN ASME B31.3-MYSRL

SOPORTE: PQR-CBN-08-001 CORBAN/ SMAW ASME IX

PROCESO DE SOLDADURA: SMAW POR ARCO MANUAL

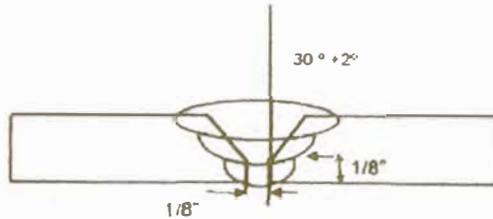
Elaborado POR: JUAN IPINCE TELLO

Fecha : 18/10/2008

PROCED: WPS-CBN-08-001

SOLICITANTE: MARIO QUISPE

JUNTAS (QW-402)



METALES BASE (W-403)

Material: ASTM A53 GRADO B

Tipo o grado: 1

P N°: 1 A P N°: 1

Espesor del cupón de prueba: 5.49mm

Diámetro del cupón de prueba: 3.5 " EXTERNO

Otros: _____

TRATAMIENTO TERMICO POST SOLDADURA (QW-407)

Temperatura: Ninguna

Time: _____

Otros: _____

METAL DE APORTE (QW-404)

Especificaciones SFA	5.1
Clasificación AWS	E-6011, E-7018
Metal De Relleno F N°	3 a E-6011, 4 a E-7018
Análisis del electrodo A N°	1
Diámetro del electrodo	1/8"
Otro	_____
Espesor de metal soldado	(2.5-3.2) mm

GAS(QW-408)

Percent Composition %

	Gas(es)	(Mixture)	Flor rate
Shielding	_____	_____	_____
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

CARACTERISTICAS ELECTRICA (QW-409)

Corriente: DC
 Polaridad: Positiva
 Amp: (80-140) Volts (20-24)
 Electrodo de Tungsteno: N/A
 Otros: _____

POSICION (QW-405)

Posición de soldadura: 6G
 Progresión de la soldadura: Ascendente
 Otros

PRECALENTAMIENTO (QW-406)

Temperatura de precalentamiento: _____
 Temperatura de internases: _____
 Otros

TECNICA (QW-410)

Velocidad: (9 a 12) cm./min.
 Oscilación: _____
 Pase simple o múltiples (por lado): Simple
 Electrodo simple o múltiple: Múltiple
 Forma del cordón
 Otros: _____

RECORD DE CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO (PQR)		PQR-CBN-08-001	
		Hoja	2 de 2
		Rev.	0
		Edición de formato.	02/05/07

QW-483 (REVERSO)

ENSAYO DE TRACCION (QW-150)

Nº de especific. QW 462.1 (a)	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza Máxima(Kg)	Esfuerzo Máximo (Kg/mm ²)	OBSERVACIONES
01	5,41	19.02	5 300	51,50	Falló En Metal Base
02	5,81	19.10	5 760	51,90	Falló En Metal Base

ENSAYO DE DOBLEZ (QW-160)

Nº de especific. QW 462.3	TIPO DE DOBLEZ	OBSERVACIONES
01	Cara	No se observan defectos
02	Raíz	No se observan defectos
03	Cara	No se observan defectos
04	Raíz	No se observan defectos

Inspección Visual

Apariencia: Aceptable

Socavado: No presenta

Porosidad: No presenta

Convexidad: No presenta

Fecha de prueba 13 de Octubre del 2008

Elaborado por: **Juan Ipince Tello**

Examinación Radiográfica – Ultrasónica

RT reporte Nº 583-2008 Resultado: ACEPTABLE

UT reporte Nº Resultado N/A

Otras pruebas: N/A

Prueba de laboratorio: Universidad Nacional De Ingenieria LAB. 04 FIM - Nº Lb4-1019-2008

Fecha del ensayo 17 de octubre del 2008

Pruebas mecánicas conducida por: **NDT Engineering S.A.C**

Inspector: **Jaime Giraldo Giraldo**

Certificamos que los datos que aparecen en este record son los correctos y que las probetas de soldadura fueron preparadas, soldadas y ensayadas en concordancia con los requerimientos del código ASME SECC IX -2007

Lima 18 de Octubre del 2008

**ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA (WPS)
SEGÚN ASME SECC IX 2007**

WPS-CBN-08-001

Hoja	1 de 2
Rev.	01
Edición de formato.	02/05/07

PROYECTO: FABRICACIONES SOLDADAS DE TUBERIAS
SEGÚN ASME B31.3 - MYSRL

PROCED: WPS CBN-08-001 CORBAN / SMAW ASME IX

PROCESO DE SOLDADURA : SMAW

ELABORADO POR: NDT ENGINEERING SAC

CWI: JUAN IPINCE TELLO

SOPORTE: PQR-CBN-08-001

SOLICITANTE: MARIO QUISPE

FECHA DE ELABORACION:
18/10/2008

***JUNTAS (QW-402)**

Diseño de la junta: **A tope en "V"**

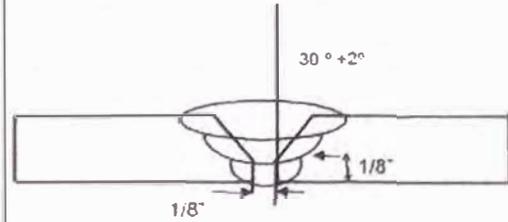
Respaldo: **N/A**

Anillo de respaldo (tipo): **N/A**

- Metal Metal no fundible
 No metálico Otro

Bosquejos, dibujos de producción, símbolos de soldadura o descripciones escritas mostrarán el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, los espacios de raíz y los detalles de la soldadura deberían ser especificados.

Detalles



***METALES BASE (QW-403)**

P.Nº 1 Grupo Nº 1 A P.Nº 1 Grupo Nº 1

Tipo de especificaciones y grado : **ASTM A 53 GR B**

A Tipo de especificaciones grado : **ASTM A 53 GR B**

Análisis Químico y Prop. Mec. : _____

a análisis Químico y Prop.Mec. : _____

Rango de Espesor : **Califica a desde (0.0625") 1.5mm a (0.43")10.98mm**

Metal Base : **T= (5.49mm)** Ranura : _____ Filete : _____

Diámetro Exterior de probeta 3.5" Sch. 40 Ranura : _____ Filete : _____

METALES DE APORTE (QW-404) Spec Nº (SFA)	1 pase raíz 5.1	2 pase caliente 5.1	3 pase hasta acabado 5.1
AWS Nº(CLASE)	E-6011	E- 7018	E- 7018
F-Nº	3	4	4
A-Nº	1	1	1
Diámetro de metal de aporte	1/8"	1/8"	1/8"
Metal de Soldadura	_____		
Rango de espesor	_____		
Ranura	En "V"		
Filete	_____	_____	_____
Electrodo fundente (clase)	_____	_____	_____
Marca del fundente	_____	_____	_____
Insertar consumible	_____	_____	_____
Otro:	_____	_____	_____

*cada combinación metal base- metal de aporte deberá ser registrada individualment

**ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA (WPS)
SEGÚN ASME SECC IX 2007**

WPS-CBN-08-001

Hoja	2 de 2
Rev.	01
Edición de formato	02/05/07

POSICIONES (QW-405) Posición (es) de ranuras : 6"G" Progresión de la soldadura : Arriba : X Abajo : Posiciones de filete :	TRAT. TERMICO DESPUES DE LA SOLDADURA (QW-407) Rango de Temperatura : _____ Rango de Tiempo : _____
--	--

* PRECALENTAMIENTO (QW-406) Temp. de precalentamiento Min. : 20 °C (*) Temp. entre pasada Max. : N/A Mantenimiento del precalentamiento : (Calor aplicado continuamente o en forma especial deberá ser registrado)	GAS (QW-408)			
	Composición %			
		Gas (es)	Mezcla	Veloc. de flujo
	Protección	_____	_____	_____
	Flujo	_____	_____	_____
	Respaldo	_____	_____	

*** CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)**
 Corriente AC o DC: **DC** Polaridad : **positiva**
 Amps. (Rango) : **80-140** Volts (Rango) : **20-24**
 (El rango de corriente y tensión deberá ser registrado para cada diámetro metal de aporte, posición, espesor, de electrodo, etc. Esta información podría ser listada en una forma tabular similar ala mostrada abajo)
 Tamaño y tipo del electrodo de Tungsteno puro, 2% toriado, etc. : **N/A**
 Modo de transferencia de metal para GMAW : **N/A**
 Rango de velocidad de alimentación del alambre : **N/A**

*** TECNICA (QW-410)**
 Pasada ancha o angosta del cordón : _____
 Diámetro de la boquilla del gas : **N/A**
 Limpieza inicial y entre pasadas (escobillado, esmerilado, etc.) : **Limpieza con esmeril circular entre 1er pase y 2do pase, limpieza con escobilla circular entre pasada y pasada restantes**
 Método de resane de raíz : **N/A**
 Oscilación : _____
 Distancia de trabajo de la boquilla : **N/A**
 Pasada única o múltiple : **única**
 Velocidad del deposito (Rango) : **9-12 cm./min.**
 Martillado : **N/A**

Otro : (*) **El precalentamiento se realiza cuando las condiciones de clima son desfavorables**

Capa(s) de soldadura	Proces	Metal de aporte		Corriente		Rango de Voltaje (V)	Rango de Velocidad Cm/min	Otro (p a, comentarios, técnicas, ángulo de arco)
		Clases	Diám.	Tipo de polaridad	Amperaje			
(1) Raiz	SMAW	E-6011	1/8"	DC (+)	80 – 100	20 – 24	9-10	ascendente
(2) Caliente	SMAW	E-7018	1/8"	DC (+)	100-140	20 – 24	11-12	ascendente
(3)Relleno	SMAW	E-7018	1/8"	DC (+)	100-140	20 – 24	11-12	ascendente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
LABORATORIO DE MECANICA - LAB N° 4
LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA, ENSAYOS MECANICOS Y METROLOGIA

INFORME TECNICO
Lb4-1019-2008

**ENSAYOS MECANICOS EN PROBETAS DE TUBO
DE ACERO SOLDADO**

SOLICITANTE : **CORBAN S.A.C. CONTRATISTAS GENERALES**
REFERENCIA : Orden de Laboratorio N° 093386
FECHA : Lima, 17 de Octubre de 2008

1. ANTECEDENTES

Se recibió un (01) tubo de acero soldado de diámetro 3", del cual se han extraído dos (02) probetas para ensayo de tracción y cuatro (04) probetas para ensayos de dobléz de cara y raíz.

2. DE LAS MUESTRAS

Se identificó según el cliente, como:

Tubo soldado, acero ASTM A53
(Para Procedimiento de Soldadura)

3. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Norma ASME SECCION IX - 2007

4. EQUIPOS UTILIZADOS

Máquina Universal de Ensayos marca AMSLER, Capacidad 5 TON.
Vernier digital, marca MITUTOYO, aproximación 0,01 mm.

5. CONDICIONES DE ENSAYO

Medio ambiente

6. RESULTADOS

6.1 Ensayo de Tracción:

MUESTRA	ESPESOR (mm)	ANCHO (mm)	FUERZA MAXIMA (Kg)	ESFUERZO MAXIMO (Kg/mm ²)	OBSERVACION
T1	5,41	19,02	5 300	51,50	Rompió en el material base
T2	5,81	19,10	5 760	51,90	Rompió en el material base





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
LABORATORIO DE MECANICA - LAB N° 4
LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA, ENSAYOS MECANICOS Y METROLOGIA

Lb4-1019-2008

6.2 Ensayo de DobleZ a 180°

MUESTRA	TIPO	CALIFICACION
DC1	CARA	No se observa defecto alguno
DR1	RAIZ	No se observa defecto alguno
DC2	CARA	No se observa defecto alguno
DR2	RAIZ	No se observa defecto alguno



Wilson J. Silva Vasquez

ING. WILSON J. SILVA VASQUEZ
CIP. 41941

Jefe del Laboratorio N° 4

**ESPECIFICACIONES DE PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA (WPS)
AWS D1.1 2006**

WPS CBN-08-002

Hoja 1 de 2

Rev. 0

Edición de formato. 04/10/07

PROYECTO: CERCO PERIMETRICO CON TUBERIAS DE ACERO GALVANIZADAS-MYSRL

PROCED: WPS CBN-08-002
CORBAN / AWS D1.1 SMAW

PROCESO DE SOLDADURA : SMAW

ELABORADO POR: NDT ENGINEERING SAC

CWI: JUAN IPINCE TELLO

SOPORTE: PRECALIFICADO

SOLICITANTE: MARIO QUISPE

FECHA DE ELABORACION:
18/10/2008

JUNTAS

Diseño de la junta: **A TOPE**

Respaldo: **N/A**

Anillo de respaldo (tipo): **N/A**

Metal

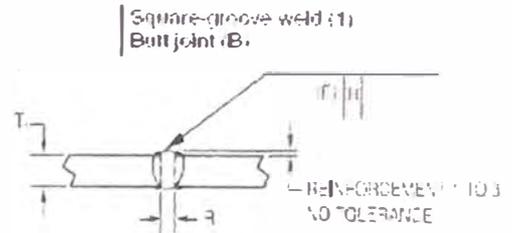
Metal no fundible

No metálico

Otro

Bosquejos, dibujos de producción, símbolos de soldadura o descripciones escritas mostrarán el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, los espacios de raíz y los detalles de la soldadura deberían ser especificados.

Detalles



B-P1c

METALES BASE

Tipo de especificaciones y grado : **Acero CS STD A 53 Galvanizado Diámetro 2"**

A Tipo de especificaciones grado :

Análisis Químico y Prop. Mec. : _____

Análisis Químico y Prop. Mec. : _____

Rango de Espesor : **Califica a desde 3mm hasta 6mm**

Metal Base : **T= 3.91 mm**

Ranura **_6G_**

Filete : **_F,V,H,OH_**

Rango de diam. de tuber: **Desde 2" a ilimitado**

Ranura : _____

Filete : _____

Clasificación del electrodo : **E 6010, E 7018**

METALES DE APORTE (QW-404) Spec N° (SFA)	1 pase raíz 5.1	2 pase 5.1	
AWS N°(CLASE)	E-6010	E- 7018	
F-N°	3	3	
A-N°	1	1	
Diámetro de metal de aporte	3/32"	3/32"	
Metal de Soldadura	_____		
Rango de espesor	_____		
Ranura	"Bisel Recto"		
Filete	_____	_____	_____
Electrodo fundente (clase)	_____	_____	_____
Marca del fundente	_____	_____	_____
Insertar consumible	_____	_____	_____
Otro:	_____	_____	_____

**ESPECIFICACIONES DE PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA (WPS)
AWS D1.1 2006**

WPS CBN-08-002

Hoja 2 de 2

Rev. 0

Edición de formato. 04/10/07

POSICIONES (QW-405)

Posición (es) de ranuras : **6G**
 Progresión de la soldadura : Arriba : **X** Abajo :
 Posiciones de filete :

TRAT. TERMICO DESPUES DE LA SOLDADURA

Rango de Temperatura : _____
 Rango de Tiempo : _____

*** PRECALENTAMIENTO**

Temp. de precalentamiento Min. : **20°C (*)**
 Temp. entre pasada Max. : **N/A**
 Mantenimiento del precalentamiento :
 (Calor aplicado continuamente o en forma especial
 deberá ser registrado)

GAS

Composición %

	Gas (es)	Mezcla	Veloc. de flujo
Protección	_____	_____	_____
Flujo	_____	_____	_____
Respaldo	_____	_____	_____

*** CARACTERISTICAS ELECTRICAS**

Corriente AC o DC: **DC** Polaridad : **positiva**
 Amps. (Rango) : **50-90** Volts (Rango) : **20-30**
 (El rango de corriente y tensión deberá ser registrado para cada diámetro del metal de aporte, posición, espesor, de electrodo, etc. Esta información podría ser listada en una forma tabular similar a la mostrada abajo)
 Tamaño y tipo del electrodo de Tungsteno puro, 2% toriado, etc. : **N/A**
 Modo de transferencia de metal para GMAW : **N/A**
 Rango de velocidad de alimentación del alambre : **N/A**

*** TECNICA**

Diámetro de la boquilla del gas : **N/A**
 Limpieza inicial y entre pasadas (escobillado, esmerilado, etc.) : **Limpieza con esmeril circular entre 1er pase y 2do pase, limpieza con escobilla circular entre pasada y pasada restantes**
 Método de resane de raíz : **N/A**
 Distancia de trabajo de la boquilla : **N/A**

 Pasada única o múltiple : **única**
 Velocidad del deposito (Rango) : **8-11 cm/min**
 Martillado : **N/A**
 Otro : (*) **El precalentamiento se realiza cuando las condiciones de clima son desfavorables**

Capa(s) de soldadura	Proces	Metal de aporte		Corriente		Rango de Voltaje (V)	Rango de Velocidad cm/min	Otro (p.e. comentarios, técnicas, ángulo de arco)
		Clases	Diám.	Tipo de polaridad	Amperaje			
(1) Raiz	SMAW	E-6010	3/32"	DC (+)	50-70	20-30	8-9	--
(2)Acabado	SMAW	E-7018	3/32"	DC (+)	65-90	20-30	9-11	--

C2 CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO DE UNIONES SOLDADAS

A continuación se detallan los principales criterios de aceptación y rechazo de uniones soldadas para tuberías de acero al carbono según ASME B 31.3 y estructuras de acero, según AWS D1.1.

TABLE 341.3.2
ACCEPTANCE CRITERIA FOR WELDS AND EXAMINATION METHODS FOR EVALUATING WELD IMPERFECTIONS

Criteria (A to M) for Types of Welds and for Service Conditions [Note (1)]													Examination Methods					
Normal and Category M Fluid Service				Severe Cyclic Conditions				Category D Fluid Service					Weld Imperfection	Visual	Radiography	Magnetic Particle	Liquid Penetrant	
Type of Weld				Type of Weld				Type of Weld										
Girth, Miter Groove & Branch Connection [Note (4)]	Longitudinal Groove [Note (2)]	Fillet [Note (3)]	...	Girth, Miter Groove & Branch Connection [Note (4)]	Longitudinal Groove [Note (2)]	Fillet [Note (3)]	...	Girth and Miter Groove	Longitudinal Groove [Note (2)]	Fillet [Note (3)]	Branch Connection [Note (4)]	...						
A	A	A	...	A	A	A	...	A	A	A	A	...	Crack	✓	✓	...	✓	✓
A	A	A	...	A	A	A	...	C	A	N/A	A	...	Lack of fusion	✓	✓	...	...	...
B	A	N/A	...	A	A	N/A	...	C	A	N/A	B	...	Incomplete penetration	✓	✓	...	...	...
E	E	N/A	...	D	D	N/A	...	N/A	N/A	N/A	N/A	...	Internal porosity	...	✓	...	...	...
G	G	N/A	...	F	F	N/A	...	N/A	N/A	N/A	N/A	...	Internal slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated indication	...	✓	...	...	...
H	A	H	...	A	A	A	...	I	A	H	H	...	Undercutting	...	✓	...	...	...
A	A	A	...	A	A	A	...	A	A	A	A	...	Surface porosity or exposed slug inclusion [Note (6)]	✓	...	...	...	...
N/A	N/A	N/A	...	J	J	J	...	N/A	N/A	N/A	N/A	...	Surface finish	✓	...	...	...	...
K	K	N/A	...	K	K	N/A	...	K	K	N/A	K	...	Concave root surface (suck up)	✓	✓	...	...	...
L	L	L	...	L	L	L	...	M	M	M	M	...	Weld reinforcement or internal protrusion	✓	...	...	...	...

GENERAL NOTES:

- (a) Weld imperfections are evaluated by one or more of the types of examination methods given, as specified in paras. 341.4.1, 341.4.2, 341.4.3 and M341.4, or by the engineering design.
 (b) N/A the Code does not establish acceptance criteria or does not require evaluation of this kind of imperfection for this type of yield.
 (c) * Alternative Leak Test requires examination of these welds, see para. 345.9
 (d) ✓ examination method generally used for evaluating this kind of weld imperfection
 (e) ... examination method not generally used for evaluating this kind and weld imperfection.

Criterion Value Notes for Table 341.3.2

341.4.1

Symbol	Criterion Measure	Acceptable Value Limits [Note (6)]										
A	Extent of Imperfection	Zero (no evident Imperfection)										
B	Depth of incomplete penetration Cumulative length of Incomplete penetration	$\leq 1 \text{ mm } (\frac{1}{32} \text{ in.})$ and $\leq 0.2 \bar{T}_w$ $\leq 38 \text{ mm } (1.5 \text{ in.})$ in any 150 mm (6 in.) weld length										
C	Depth of lack of fusion and Incomplete penetration Cumulative length of lack of fusion and incomplete penetration [Note (7)]	$\leq 0.2 \bar{T}_w$ $\leq 38 \text{ mm } (1.5 \text{ in.})$ in any 150 mm (6 in.) weld length										
D	Size and distribution of internal porosity	See BPV Code, Section VIII, Division 1, Appendix 4										
E	Size and distribution of internal porosity	For $\bar{T}_w \leq 6 \text{ mm } (\frac{1}{4} \text{ in.})$, limit is same as D For $\bar{T}_w > 6 \text{ mm } (\frac{1}{4} \text{ in.})$, limit is $1.5 \times D$										
F	Slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated Indication Individual length Individual width Cumulative length	$\leq \bar{T}_w/3$ $\leq 2.5 \text{ mm } (\frac{3}{32} \text{ in.})$ and $\leq \bar{T}_w/3$ $\leq \bar{T}_w$ in any $12 \bar{T}_w$ weld length										
G	Slag Inclusion, tungsten inclusion, or elongated Indication Individual length Individual width Cumulative length	$\leq 2 \bar{T}_w$ $\leq 3 \text{ mm } (\frac{1}{8} \text{ in.})$ and $\leq \bar{T}_w/2$ $\leq 4 \bar{T}_w$ in any 150 mm (6 in.) weld length										
H	Depth of undercut	$\leq 1 \text{ mm } (\frac{1}{32} \text{ in.})$ and $\leq \bar{T}_w/4$										
I	Depth of undercut	$\leq 1.5 \text{ mm } (\frac{1}{16} \text{ in.})$ and $\leq [\bar{T}_w/4 \text{ or } 1 \text{ mm } (\frac{1}{32} \text{ in.})]$										
J	Surface roughness	$\leq 500 \text{ min. Ra}$ per ASME B46.1										
K	Depth of root surface concavity	Total joint thickness, incl. weld reinf., $\geq \bar{T}_w$										
L	Height of reinforcement or internal protrusion [Note (8)] in any plane through the weld shall be within limits of the applicable height value in the tabulation at right, except as provided in Note (9). Weld metal shall merge smoothly into the component surfaces.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>For \bar{T}_w, mm (in.)</th> <th>Height, mm (in.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\leq 6 (\frac{1}{4})$</td> <td>$\leq 1.5 (\frac{1}{16})$</td> </tr> <tr> <td>$> 6 (\frac{1}{4}), \leq 13 (\frac{1}{2})$</td> <td>$\leq 3 (\frac{1}{8})$</td> </tr> <tr> <td>$> 13 (\frac{1}{2}), \leq 25 (1)$</td> <td>$\leq 4 (\frac{3}{32})$</td> </tr> <tr> <td>$> 25 (1)$</td> <td>$\leq 5 (\frac{3}{16})$</td> </tr> </tbody> </table>	For \bar{T}_w , mm (in.)	Height, mm (in.)	$\leq 6 (\frac{1}{4})$	$\leq 1.5 (\frac{1}{16})$	$> 6 (\frac{1}{4}), \leq 13 (\frac{1}{2})$	$\leq 3 (\frac{1}{8})$	$> 13 (\frac{1}{2}), \leq 25 (1)$	$\leq 4 (\frac{3}{32})$	$> 25 (1)$	$\leq 5 (\frac{3}{16})$
For \bar{T}_w , mm (in.)	Height, mm (in.)											
$\leq 6 (\frac{1}{4})$	$\leq 1.5 (\frac{1}{16})$											
$> 6 (\frac{1}{4}), \leq 13 (\frac{1}{2})$	$\leq 3 (\frac{1}{8})$											
$> 13 (\frac{1}{2}), \leq 25 (1)$	$\leq 4 (\frac{3}{32})$											
$> 25 (1)$	$\leq 5 (\frac{3}{16})$											
M	Height of reinforcement or internal protrusion [Note (8)] as described in L. Note (9) does not apply.	Limit is twice the value applicable for L above										

78

X = required examination NA = not applicable ... = not required

Notes follow on next page

ASME B31.3-2002

TABLE 341.3.2 (CONT'D)

NOTES:

- (1) Criteria given are for required examination. More stringent criteria may be specified in the engineering design. See also paras. 341.5 and 341.5.3.
- (2) Longitudinal groove weld includes straight and spiral seam. Criteria are not intended to apply to welds made in accordance with a standard listed in Table A-1 or Table 326.1.
- (3) Fillet weld includes socket and seal welds, and attachment welds for slip-on flanges, branch reinforcement, and supports.
- (4) Branch connection weld includes pressure containing welds in branches and fabricated laps.
- (5) These imperfections are evaluated only for welds ≤ 5 mm ($\frac{3}{16}$ in.) in nominal thickness.
- (6) Where two limiting values are separated by "and," the lesser of the values determines acceptance. Where two sets of values are separated by "or," the larger value is acceptable. \bar{T}_w is the nominal wall thickness of the thinner of two components joined by a butt weld.
- (7) Tightly butted unfused root faces are unacceptable.
- (8) For groove welds, height is the lesser of the measurements made from the surfaces of the adjacent components; both reinforcement and internal protrusion are permitted in a weld. For fillet welds, height is measured from the theoretical throat, Fig. 328.5.2A; internal protrusion does not apply.
- (9) For welds in aluminum alloy only, internal protrusion shall not exceed the following values:
 - (a) for thickness ≤ 2 mm ($\frac{3}{64}$ in.): 1.5 mm ($\frac{3}{16}$ in.);
 - (b) for thickness > 2 mm and ≤ 6 mm ($\frac{1}{4}$ in.): 2.5 mm ($\frac{3}{32}$ in.).
 For external reinforcement and for greater thicknesses, see the tabulation for Symbol L.

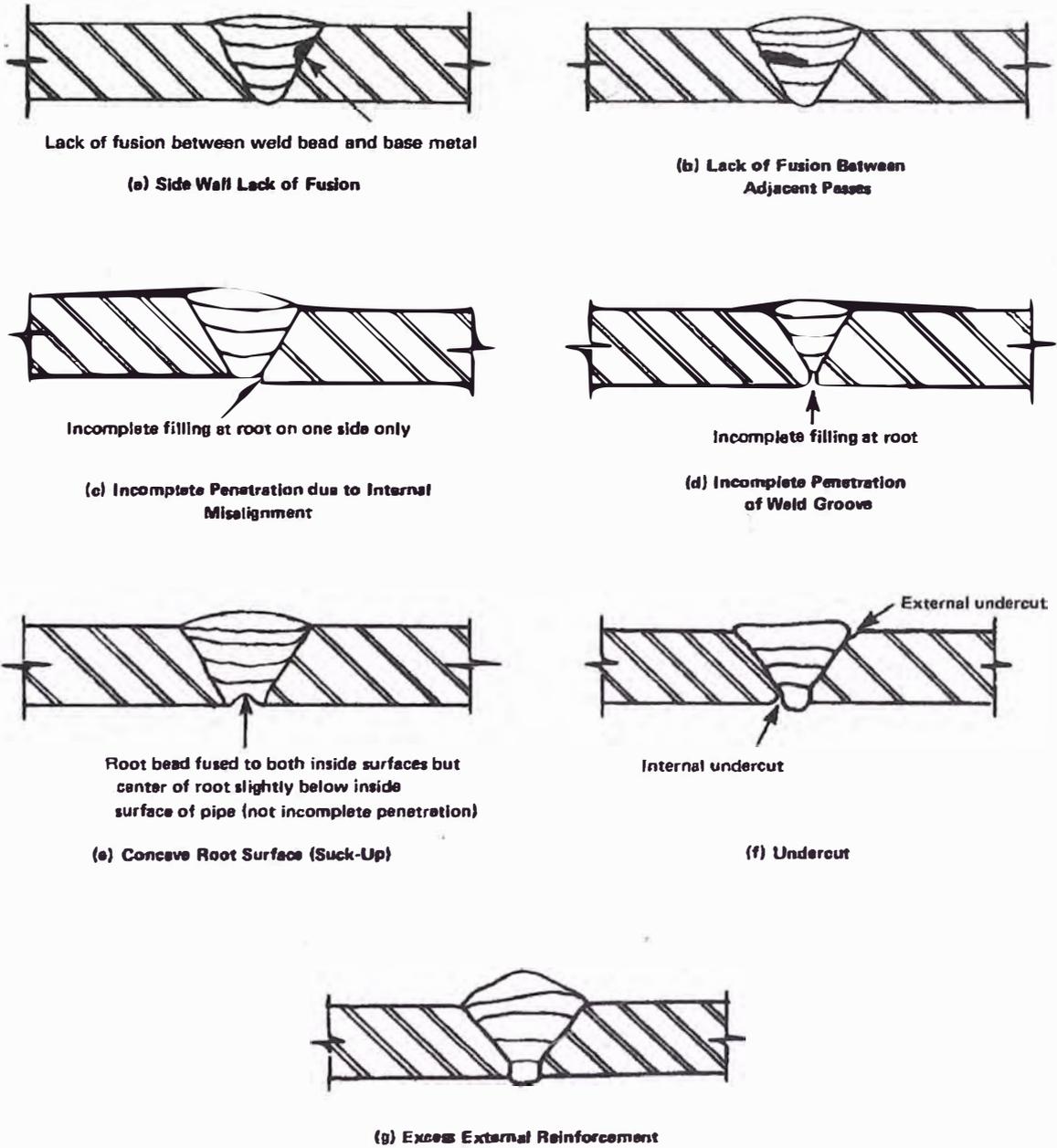


FIG. 341.3.2 TYPICAL WELD IMPERFECTIONS

Tabla 6.1
Criterio de Aceptación de Inspección Visual

Categoría de Discontinuidad y Criterio de Inspección	Uniones No Tubulares Cargadas Estáticamente	Uniones No Tubulares Cargadas Cíclicamente	Uniones Tubulares (Todas las Cargas)												
(1) Prohibición de Fisuras La soldadura no debe tener fisuras.	X	X	X												
(2) Fusión de Soldadura / Metal Base Debe existir fusión a través de los cordones adyacentes de metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base.	X	X	X												
(3) Cráter en la Sección Transversal Todos los cráteres deben ser llenados, excepto para los extremos de soldadura de filete discontinuos fuera de su largo efectivo.	X	X	X												
(4) Perfiles de Soldadura Los perfiles de soldadura deben estar conformes a 5.24.	X	X	X												
(5) Tiempo de Inspección La inspección visual de soldaduras en todos los aceros puede empezar inmediatamente después que la soldadura terminada se haya enfriado hasta temperatura ambiente. El criterio de aceptación para aceros de alta resistencia (del tipo ASTM A514, A517, y A709 Grado 100 y 100W) debe estar basado en una inspección visual realizada no menos de 48 horas luego de la terminación de la soldadura.	X	X	X												
(6) Soldaduras subdimensionadas El tamaño de filete de soldadura en cualquier soldadura continua puede ser menor que el especificado (L) sin necesitar corrección, para los siguientes valores (U):															
<table border="0"> <tr> <td align="center">L</td> <td align="center">U</td> </tr> <tr> <td align="center"><u>Tamaño de soldadura nominal</u></td> <td align="center"><u>Diferencia admisible respecto de L</u></td> </tr> <tr> <td align="center">en mm</td> <td align="center">en mm</td> </tr> <tr> <td align="center">5</td> <td align="center">2</td> </tr> <tr> <td align="center">6</td> <td align="center">2.5</td> </tr> <tr> <td align="center">8</td> <td align="center">3</td> </tr> </table>	L	U	<u>Tamaño de soldadura nominal</u>	<u>Diferencia admisible respecto de L</u>	en mm	en mm	5	2	6	2.5	8	3	X	X	X
L	U														
<u>Tamaño de soldadura nominal</u>	<u>Diferencia admisible respecto de L</u>														
en mm	en mm														
5	2														
6	2.5														
8	3														
En todos los casos la disminución del tamaño de soldadura será $\leq 10\%$ del largo de la soldadura. En las soldaduras alma con ala en vigas, no se permite subdimensionamiento en los extremos para un largo igual a dos veces el ancho del ala.															
(7) Socavación (A) Para materiales de espesores menores que 25 mm, la socavación será ≤ 1 mm, excepción: se permitirá una socavación máxima de 2 mm en un largo acumulado de 50 mm en cualquier tramo de 300 mm. Para materiales de espesores ≥ 25 mm, la socavación deberá ser ≤ 2 mm para cualquier largo de soldadura.	X														
(B) En miembros principales, la socavación será ≤ 0.25 mm de profundidad cuando la soldadura es transversal a esfuerzos de tracción bajo cualquier condición de cargas de diseño. La socavación deberá ser ≤ 1 mm de profundidad para los otros casos.		X	X												
(8) Porosidad (A) Las soldaduras a tope con JPC, transversales a la dirección de los esfuerzos de tracción computados no deberán tener ninguna porosidad vermicular visible. Para todas las otras soldaduras con bisel o soldaduras de filete, la suma de la porosidad vermicular visible ≥ 1 mm en diámetro, será ≤ 10 mm en cualquier tramo lineal de 25 mm de soldadura y ≤ 20 mm en cualquier tramo de 300 mm de largo de la soldadura.	X														
(B) La frecuencia de porosidad vermicular en soldadura de filete será menor o igual que una cada 100 mm de la largo de la soldadura y el diámetro máximo será $\leq 2,5$ mm. Excepción: las soldaduras de filete que unen los rigidizadores a la viga, la suma de los diámetros de la porosidad vermicular deberá ser ≤ 10 mm en cualquier tramo lineal de 25 mm de soldadura y ≤ 20 mm en cualquier tramo de 300 mm de largo de la soldadura.															
(C) Las soldaduras a tope con JPC, transversales a la dirección de los esfuerzos de tracción calculados no deberán tener ninguna porosidad vermicular visible. Para todas las otras soldaduras con bisel, la frecuencia de porosidad vermicular en soldadura de filete será menor o igual que una cada 100 mm de la largo de la soldadura y el diámetro máximo será $\leq 2,5$ mm.															

1. Una "X" indica aplicabilidad para el tipo de unión; el área sombreada indica no aplicabilidad.

C3 CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO POR INSPECCION DE LIQUIDOS PENETRANTES A UNIONES SOLDADAS

A continuación se detallan los principales criterios de aceptación y rechazo de inspección por líquidos penetrantes a de uniones soldadas según ASTM E165 y ASME SECC V, artículo 6.

Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination¹

This standard is issued under the fixed designation E 165; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ε) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope

1.1 This test method² covers procedures for penetrant examination of materials. They are nondestructive testing methods for detecting discontinuities that are open to the surface such as cracks, seams, laps, cold shuts, laminations, through leaks, or lack of fusion and are applicable to in-process, final, and maintenance examination. They can be effectively used in the examination of nonporous, metallic materials, both ferrous and nonferrous, and of nonmetallic materials such as glazed or fully densified ceramics, certain nonporous plastics, and glass.

1.2 This test method also provides a reference:

1.2.1 By which a liquid penetrant examination process recommended or required by individual organizations can be reviewed to ascertain its applicability and completeness.

1.2.2 For use in the preparation of process specifications dealing with the liquid penetrant examination of materials and parts. Agreement by the user and the supplier regarding specific techniques is strongly recommended.

1.2.3 For use in the organization of the facilities and personnel concerned with the liquid penetrant examination.

1.3 This test method does not indicate or suggest criteria for evaluation of the indications obtained. It should be pointed out, however, that after indications have been produced, they must be interpreted or classified and then evaluated. For this purpose there must be a separate code or specification or a specific agreement to define the type, size, location, and direction of indications considered acceptable, and those considered unacceptable.

1.4 The values stated in inch-pound units are to be regarded as the standard. SI units are provided for information only.

1.5 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.* For specific hazard statements, see Note 5, Note 12, and Note 20.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

D 129 Test Method for Sulfur in Petroleum Products (General Bomb Method)³

D 516 Test Method for Sulfate Ion in Water⁴

D 808 Test Method for Chlorine in New and Used Petroleum Products (Bomb Method)³

D 1193 Specification for Reagent Water⁴

D 1552 Test Method for Sulfur in Petroleum Products (High-Temperature Method)³

D 4327 Test Method for Anions in Water by Chemically Suppressed Ion Chromatography⁴

E 433 Reference Photographs for Liquid Penetrant Inspection⁵

E 543 Practice for Evaluating Agencies that Perform Nondestructive Testing⁵

E 1208 Test Method for Fluorescent Liquid Penetrant Examination Using the Lipophilic Post-Emulsification Process⁵

E 1209 Test Method for Fluorescent Liquid Penetrant Examination Using the Water-Washable Process⁵

E 1210 Test Method for Fluorescent Liquid Penetrant Examination Using the Hydrophilic Post-Emulsification Process⁵

E 1219 Test Method for Fluorescent Liquid Penetrant Examination Using the Solvent-Removable Process⁵

E 1220 Test Method for Visible Penetrant Examination Using the Solvent-Removable Process⁵

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations⁵

E 1418 Test Method for Visible Penetrant Examination Using the Water-Washable Process⁵

2.2 ASNT Document:

Recommended Practice SNT-TC-1A for Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification⁶

2.3 Military Standard:

MIL-STD-410 Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification⁷

³ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 05.01.

⁴ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 11.01.

⁵ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 03.03.

⁶ Available from the American Society for Nondestructive Testing, 1711 Arlington Lane, Columbus, OH 43228-0518.

⁷ Available from Standardization Documents Order Desk, Bldg. 4 Section D, 700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-5094, Attn: NPODS.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee E-7 on Nondestructive Testing and is the direct responsibility of Subcommittee E07.03 on Liquid Penetrant and Magnetic Particle Methods.

Current edition approved Jan. 15, 1995. Published March 1995. Originally published as E 165 – 60 T. Last previous edition E 165 – 94.

² For ASME Boiler and Pressure Vessel Code applications see related Recommended Test Method SE-165 in the Code.

2.4 APHA Standard:
429 Method for the Examination of Water and Wastewater⁸

3. Terminology

3.1 The definitions relating to liquid penetrant examination, which appear in Terminology E 1316, shall apply to the terms used in this standard.

4. Summary of Test Method

4.1 A liquid penetrant which may be a visible or a fluorescent material is applied evenly over the surface being examined and allowed to enter open discontinuities. After a suitable dwell time, the excess surface penetrant is removed. A developer is applied to draw the entrapped penetrant out of the discontinuity and stain the developer. The test surface is then examined to determine the presence or absence of indications.

NOTE 1—The developer may be omitted by agreement between purchaser and supplier.

NOTE 2—**Caution:** Fluorescent penetrant examination shall not follow a visible penetrant examination unless the procedure has been qualified in accordance with 10.2, because visible dyes may cause deterioration or quenching of fluorescent dyes.

4.2 Processing parameters, such as surface precleaning, penetration time and excess penetrant removal methods, are determined by the specific materials used, the nature of the part under examination, (that is, size, shape, surface condition, alloy) and type of discontinuities expected.

5. Significance and Use

5.1 Liquid penetrant examination methods indicate the presence, location and, to a limited extent, the nature and magnitude of the detected discontinuities. Each of the various methods has been designed for specific uses such as critical service items, volume of parts, portability or localized areas of examination. The method selected will depend accordingly on the service requirements.

6. Classification of Penetrations and Methods

6.1 Liquid penetrant examination methods and types are classified as shown in Table 1.

6.2 *Fluorescent penetrant examination* utilizes penetrants that fluoresce brilliantly when excited by black light (see 8.9.1.2). The sensitivity of fluorescent penetrants depends on their ability to be retained in the various size discontinuities during processing, then to bleed out into the developer coating and produce indications that will fluoresce. Fluorescent indications are many times brighter than their surroundings when viewed under black light illumination.

6.3 *Visible penetrant examination* uses a penetrant that can be seen in visible light. The penetrant is usually red, so that the indications produce a definite contrast with the white background of the developer. The visible penetrant process does not require the use of black light. However, visible penetrant indications must be viewed under adequate white light (see 8.9.2.1).

TABLE 1 Classification of Penetrant Examination Types and Methods

Type I—Fluorescent Penetrant Examination	
Method A—Water-washable (see Test Method E 1209)	
Method B—Post-emulsifiable, lipophilic (see Test Method E 1208)	
Method C—Solvent removable (see Test Method E 1219)	
Method D—Post-emulsifiable, hydrophilic (see Test Method E 1210)	
Type II—Visible Penetrant Examination	
Method A—Water-washable (see Test Method E 1418)	
Method C—Solvent removable (see Test Method E 1220)	

7. Types of Materials

7.1 *Liquid penetrant examination materials* (see Notes 3-5) consist of fluorescent and visible penetrants, emulsifiers (oil-base and water-base; fast and slow acting), solvent removers and developers. A family of liquid penetrant examination materials consists of the applicable penetrant and emulsifier or remover, as recommended by the manufacturer. Intermixing of materials from various manufacturers is not recommended.

NOTE 3—Refer to 9.1 for special requirements for sulfur, halogen and alkali metal content.

NOTE 4—**Caution:** While approved penetrant materials will not adversely affect common metallic materials, some plastics or rubbers may be swollen or stained by certain penetrants.

NOTE 5—**Warning:** These materials may be flammable or emit hazardous and toxic vapors. Observe all manufacturer's instructions and precautionary statements.

7.2 Penetrants:

7.2.1 *Post-Emulsifiable Penetrants* are designed to be insoluble in water and cannot be removed with water rinsing alone. They are designed to be selectively removed from the surface using a separate emulsifier. The emulsifier, properly applied and given a proper emulsification time, combines with the excess surface penetrant to form a water-washable mixture, which can be rinsed from the surface, leaving the surface free of fluorescent background. Proper emulsification time must be experimentally established and maintained to ensure that over-emulsification does not occur, resulting in loss of indications.

7.2.2 *Water-Washable Penetrants* are designed to be directly water-washable from the surface of the test part, after a suitable penetrant dwell time. Because the emulsifier is "built-in" to the water-washable penetrant, it is extremely important to exercise proper process control in removal of excess surface penetrant to ensure against overwashing. Water-washable penetrants can be washed out of discontinuities if the rinsing step is too long or too vigorous. Some penetrants are less resistant to overwashing than others.

7.2.3 *Solvent-Removable Penetrants* are designed so that excess surface penetrant can be removed by wiping until most of the penetrant has been removed. The remaining traces should be removed with the solvent remover (see 8.6.4.1). To minimize removal of penetrant from discontinuities, care should be taken to avoid the use of excess solvent. Flushing the surface with solvent to remove the excess penetrant is prohibited.

7.3 Emulsifiers:

7.3.1 *Lipophilic Emulsifiers* are oil-miscible liquids used to emulsify the excess oily penetrant on the surface of the part,

⁸ Available from American Public Health Association, Publication Office, 1015 Fifteenth Street, NW, Washington, DC 20005.

rendering it water-washable. The rate of diffusion establishes the emulsification time. They are either slow- or fast-acting, depending on their viscosity and chemical composition, and also the surface roughness of the area being examined (see 8.6.2).

7.3.2 *Hydrophilic Emulsifiers* are water-miscible liquids used to emulsify the excess oily fluorescent penetrant on the surface of the part, rendering it water-washable (see 8.6.3). These water-base emulsifiers (detergent-type removers) are supplied as concentrates to be diluted with water and used as a dip or spray. The concentration, use and maintenance shall be in accordance with manufacturer's recommendations.

7.3.2.1 Hydrophilic emulsifiers function by displacing the excess penetrant film from the surface of the part through detergent action. The force of the water spray or air/mechanical agitation in an open dip tank provides the scrubbing action while the detergent displaces the film of penetrant from the part surface. The emulsification time will vary, depending on its concentration, which can be monitored by the use of a suitable refractometer.

7.4 *Solvent Removers* function by dissolving the penetrant, making it possible to wipe the surface clean and free of excess penetrant as described in .

7.5 *Developers*—Development of penetrant indications is the process of bringing the penetrant out of open discontinuities through blotting action of the applied developer, thus increasing the visibility of the indications.

7.5.1 *Dry Powder Developers* are used as supplied (that is, free-flowing, non-caking powder) in accordance with 8.8.2. Care should be taken not to contaminate the developer with fluorescent penetrant, as the penetrant specks can appear as indications.

7.5.2 *Aqueous Developers* are normally supplied as dry powder particles to be either suspended or dissolved (soluble) in water. The concentration, use and maintenance shall be in accordance with manufacturer's recommendations (see 8.8.3).

NOTE 6—**Caution:** Aqueous developers may cause stripping of indications if not properly applied and controlled. The procedure should be qualified in accordance with 10.2.

7.5.3 *Nonaqueous Wet Developers* are supplied as suspensions of developer particles in a nonaqueous solvent carrier ready for use as supplied. Nonaqueous, wet developers form a coating on the surface of the part when dried, which serves as the developing medium (see 8.8.4).

NOTE 7—**Caution:** This type of developer is intended for application by spray only.

7.5.4 *Liquid Film Developers* are solutions or colloidal suspensions of resins/polymer in a suitable carrier. These developers will form a transparent or translucent coating on the surface of the part. Certain types of film developer may be stripped from the part and retained for record purposes (see 8.8.5).

8. Procedure

8.1 The following general processing guidelines apply (see Figs. 1-3) to both fluorescent and visible penetrant examination methods (see Fig. 4).

8.2 *Temperature Limits*—The temperature of the penetrant

materials and the surface of the part to be processed should be between 50 and 100°F (10 and 38°C). Where it is not practical to comply with these temperature limitations, qualify the procedure as described in 10.2 at the temperature of intended use and as agreed to by the contracting parties.

8.3 *Surface Conditioning Prior to Penetrant Examination*—Satisfactory results usually may be obtained on surfaces in the as-welded, as-rolled, as-cast, or as-forged conditions (or for ceramics in the densified conditions). Sensitive penetrants are generally less easily rinsed away and are therefore less suitable for rough surfaces. When only loose surface residuals are present, these may be removed by wiping with clean lint-free cloths. However, precleaning of metals to remove processing residuals such as oil, graphite, scale, insulating materials, coatings, and so forth, should be done using cleaning solvents, vapor degreasing or chemical removing processes. Surface conditioning by grinding, machining, polishing or etching shall follow shot, sand, grit or vapor blasting to remove the peened skin and when penetrant entrapment in surface irregularities might mask the indications of unacceptable discontinuities or otherwise interfere with the effectiveness of the examination. For metals, unless otherwise specified, etching shall be performed when evidence exists that previous cleaning, surface treatments or service usage have produced a surface condition that degrades the effectiveness of penetrant examination. (See A1.1.1.8 for precautions.)

NOTE 8—When agreed between purchaser and supplier, grit blasting without subsequent etching may be an acceptable cleaning method.

NOTE 9—**Caution:** Sand or shot blasting may possibly close discontinuities and extreme care should be used with grinding and machining operations to avoid masking discontinuities.

NOTE 10—For structural or electronic ceramics, surface preparation by grinding, sand blasting and etching for penetrant examination is not recommended because of the potential for damage.

8.4 Removal of Surface Contaminants:

8.4.1 *Precleaning*—The success of any penetrant examination procedure is greatly dependent upon the surrounding surface and discontinuity being free of any contaminant (solid or liquid) that might interfere with the penetrant process. All parts or areas of parts to be examined must be clean and dry before the penetrant is applied. If only a section of a part, such as a weld, including the heat affected zone is to be examined, all contaminants shall be removed from the area being examined as defined by the contracting parties. "Clean" is intended to mean that the surface must be free of rust, scale, welding flux, weld spatter, grease, paint, oily films, dirt, and so forth, that might interfere with the penetrant process. All of these contaminants can prevent the penetrant from entering discontinuities (see Annex on Cleaning of Parts and Materials).

NOTE 11—**Caution:** Residues from cleaning processes such as strong alkalis, pickling solutions and chromates, in particular, may adversely react with the penetrant and reduce its sensitivity and performance.

8.4.2 *Drying after Cleaning*—It is essential that the surface of parts be thoroughly dry after cleaning, since any liquid residue will hinder the entrance of the penetrant. Drying may be accomplished by warming the parts in drying ovens, with infrared lamps, forced hot air, or exposure to ambient temperature.

Incoming Parts

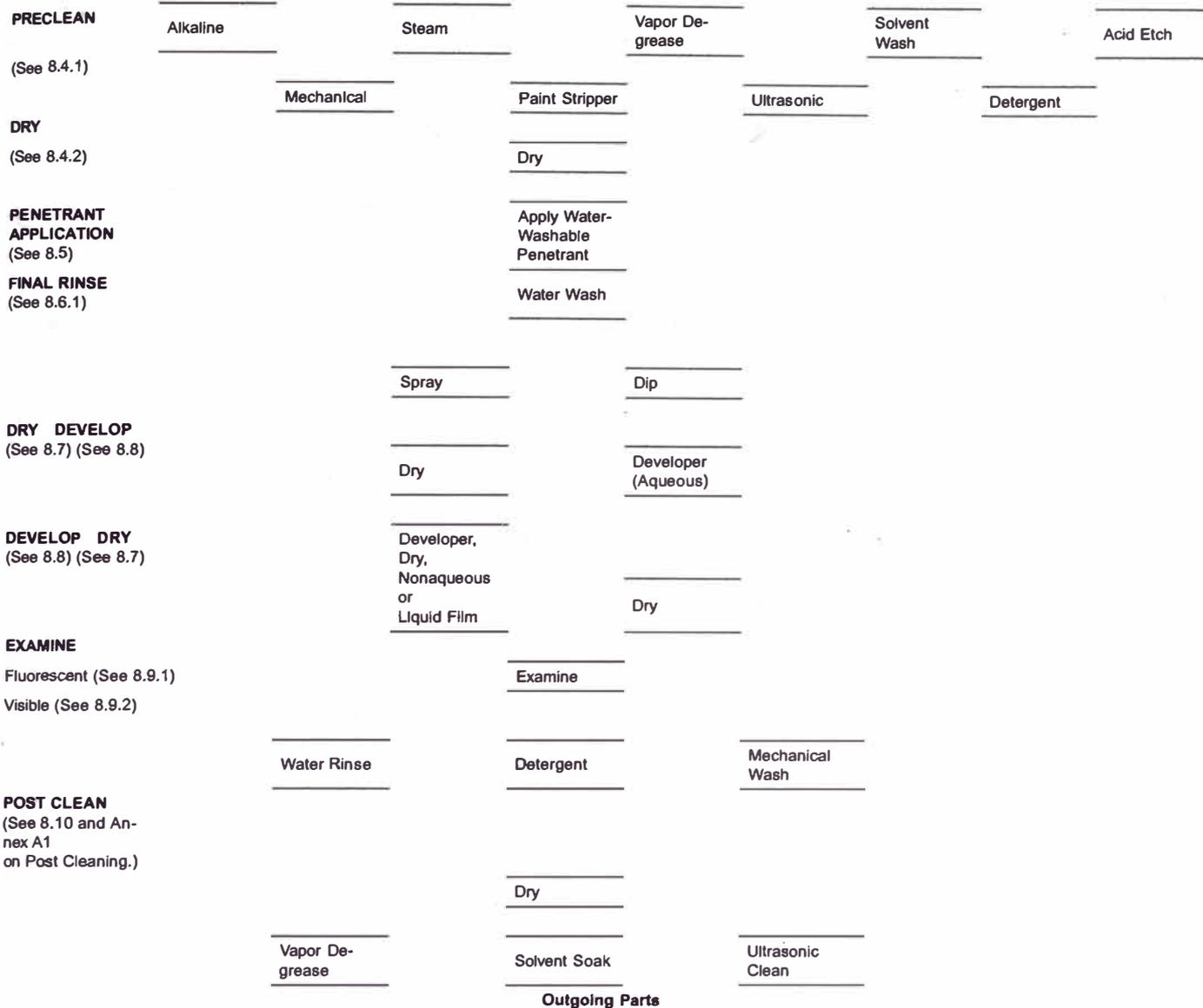


FIG. 1 General Procedure Flowsheet for Penetrant Examination Using the Water-Washable Process (Test Method E 1209 for Fluorescent and Test Method E 1220 for Visible Light)

8.5 *Penetrant Application*—After the part has been cleaned, dried, and is within the specified temperature range, the penetrant is applied to the surface to be examined so that the entire part or area under examination is completely covered with penetrant.

8.5.1 *Modes of Application*—There are various modes of effective application of penetrant such as dipping, brushing, flooding, or spraying. Small parts are quite often placed in suitable baskets and dipped into a tank of penetrant. On larger parts, and those with complex geometries, penetrant can be applied effectively by brushing or spraying. Both conventional and electrostatic spray guns are effective means of applying liquid penetrants to the part surfaces. Electrostatic spray application can eliminate excess liquid build-up of penetrant on

the part, minimize overspray, and minimize the amount of penetrant entering hollow-cored passages which might serve as penetrant reservoirs, causing severe bleedout problems during examination. Aerosol sprays are conveniently portable and suitable for local application.

NOTE 12—**Caution:** Not all penetrant materials are suitable for electrostatic spray applications, so tests should be conducted prior to use.

NOTE 13—**Warning:** With spray applications, it is important that there be proper ventilation. This is generally accomplished through the use of a properly designed spray booth and exhaust system.

8.5.2 *Penetrant Dwell Time*—After application, allow excess penetrant to drain from the part (care should be taken to prevent pools of penetrant from forming on the part), while

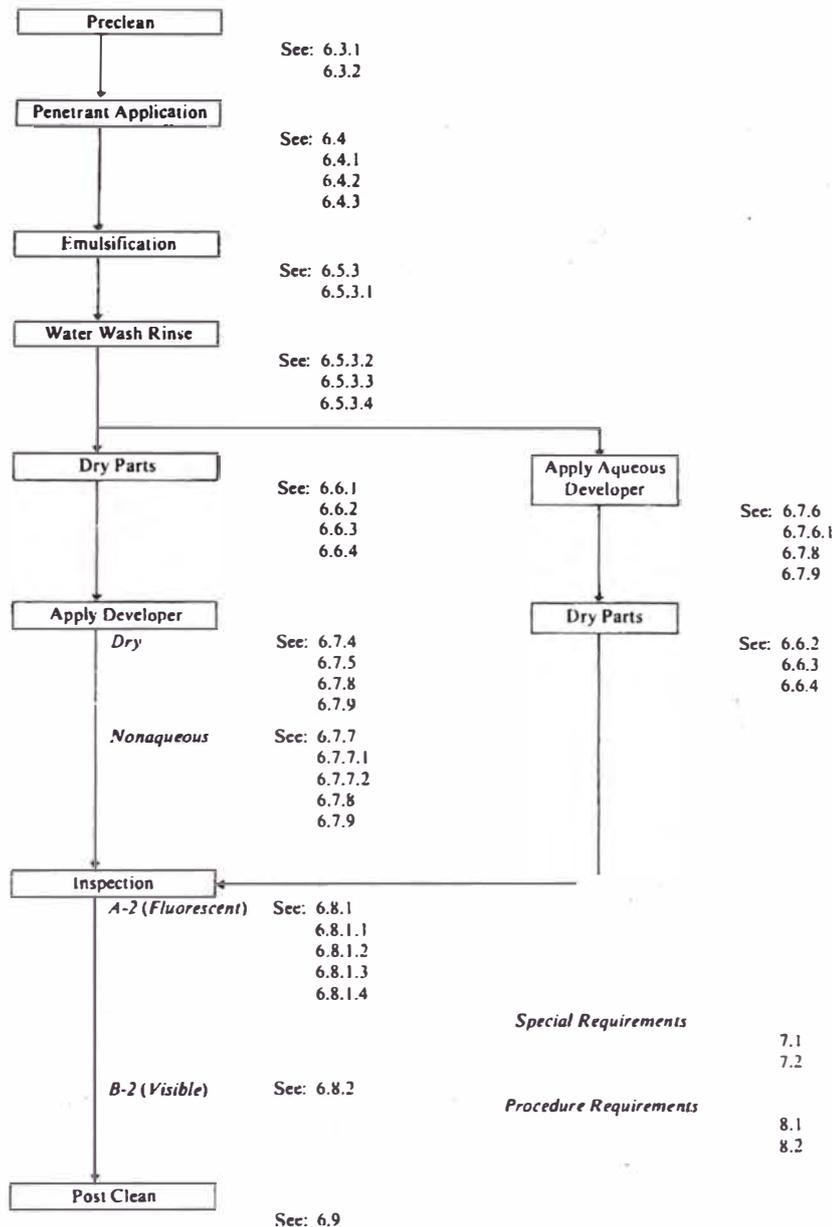


FIG. 2 Type 2—Post Emulsifiable Procedures A-2 (Fluorescent) and B-2 (Visible)

allowing for proper penetrant dwell time (see Table 2). The length of time the penetrant must remain on the part to allow proper penetration should be as recommended by the penetrant manufacturer. Table 2, however, provides a guide for selection of penetrant dwell times for a variety of materials, forms, and types of discontinuity. Unless otherwise specified, the dwell time shall not exceed the maximum recommended by the manufacturer.

NOTE 14—For some specific applications in structural ceramics (for example, detecting parting lines in slip-cast material), the required penetrant dwell time should be determined experimentally and may be longer than that shown in Table 1 and its notes.

8.6 Penetrant Removal

8.6.1 Water Washable:

8.6.1.1 Removal of Excess Penetrant—After the required penetration time, the excess penetrant on the surface being

examined must be removed with water, usually a washing operation. It can be washed off manually, by the use of automatic or semi-automatic water-spray equipment or by immersion. For immersion rinsing, parts are completely immersed in the water bath with air or mechanical agitation. Accumulation of water in pockets or recesses of the surface must be avoided. If the final rinse step is not effective, as evidenced by excessive residual surface penetrant after rinsing, dry (see 8.7) and reclean the part, then reapply the penetrant for the prescribed dwell time.

(a) The temperature of the water should be relatively constant and should be maintained within the range of 50 to 100°F (10 to 38°C).

(b) Spray-rinse water pressure should not be greater than 40 psi (280 kPa).

(c) Rinse time should not exceed 120 s unless otherwise

Incoming Parts

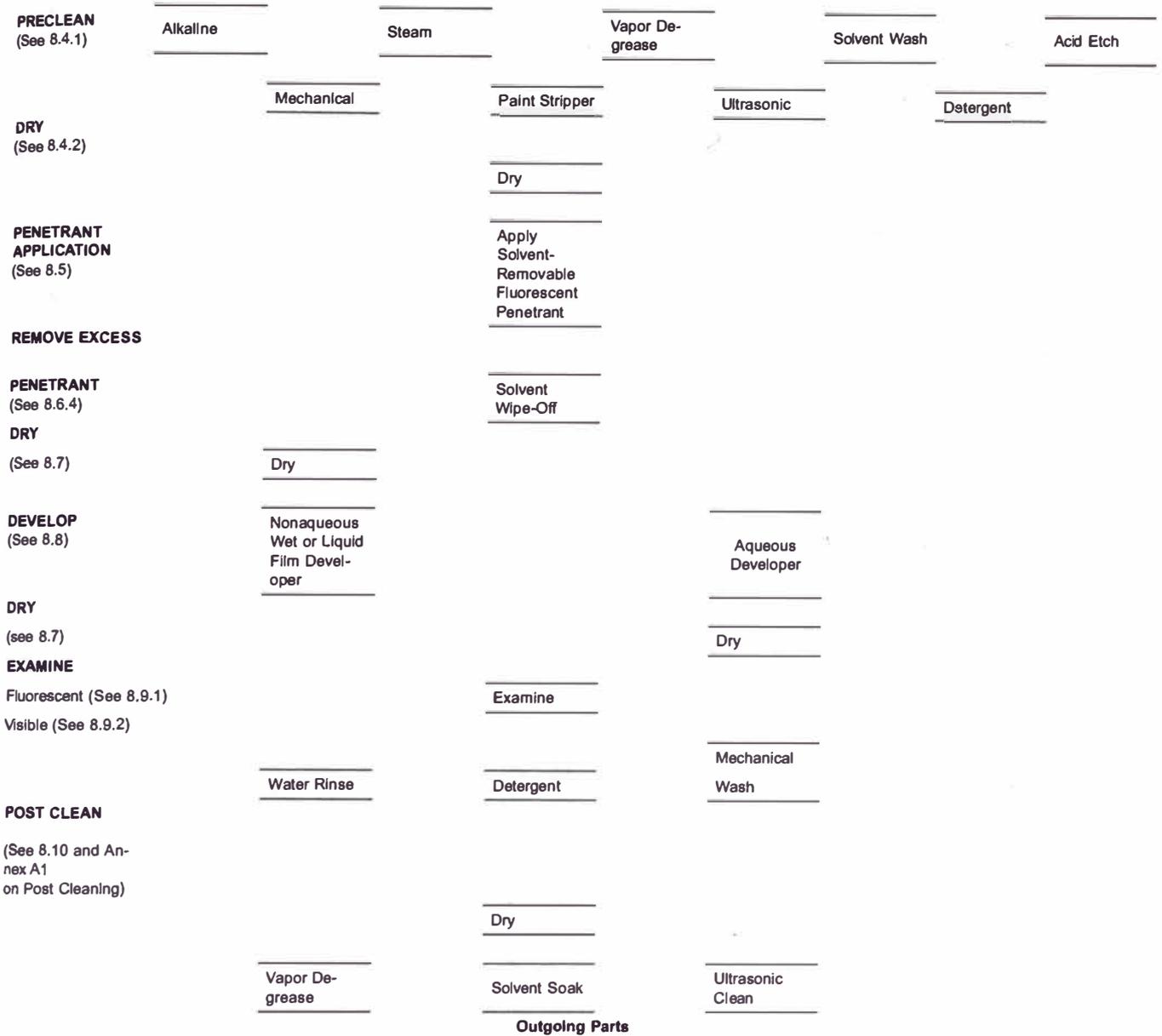


FIG. 3 Solvent-Removable Penetrant Examination General Procedure Flowsheet (Test Method E 1219 for Fluorescent and Test Method E 1220 for Visible Light)

specified by part of material specification.

NOTE 15—**Caution:** Avoid overwashing. Excessive washing can cause penetrant to be washed out of discontinuities. With fluorescent penetrant methods perform the rinsing operation under black light so that it can be determined when the surface penetrant has been adequately removed.

8.6.1.2 *Removal by Wiping*—In special applications, penetrant removal may be performed by wiping the surface with a clean, absorbent material dampened with water until the excess surface penetrant is removed, as determined by examination under black light for fluorescent methods and white light for visible methods.

8.6.2 *Lipophilic Emulsification:*

8.6.2.1 *Application of Emulsifier*—After the required penetration time, the excess penetrant on the part must be emulsified by immersing or flooding the parts with the required emulsifier (the emulsifier combines with the excess surface penetrant and makes the mixture removable with water rinsing). After application of the emulsifier, the parts are drained in a manner that prevents the emulsifier from pooling on the part(s).

8.6.2.2 *Emulsification Dwell Time* begins as soon as the emulsifier has been applied. The length of time that the emulsifier is allowed to remain on a part and in contact with the penetrant is dependent on the type of emulsifier employed and

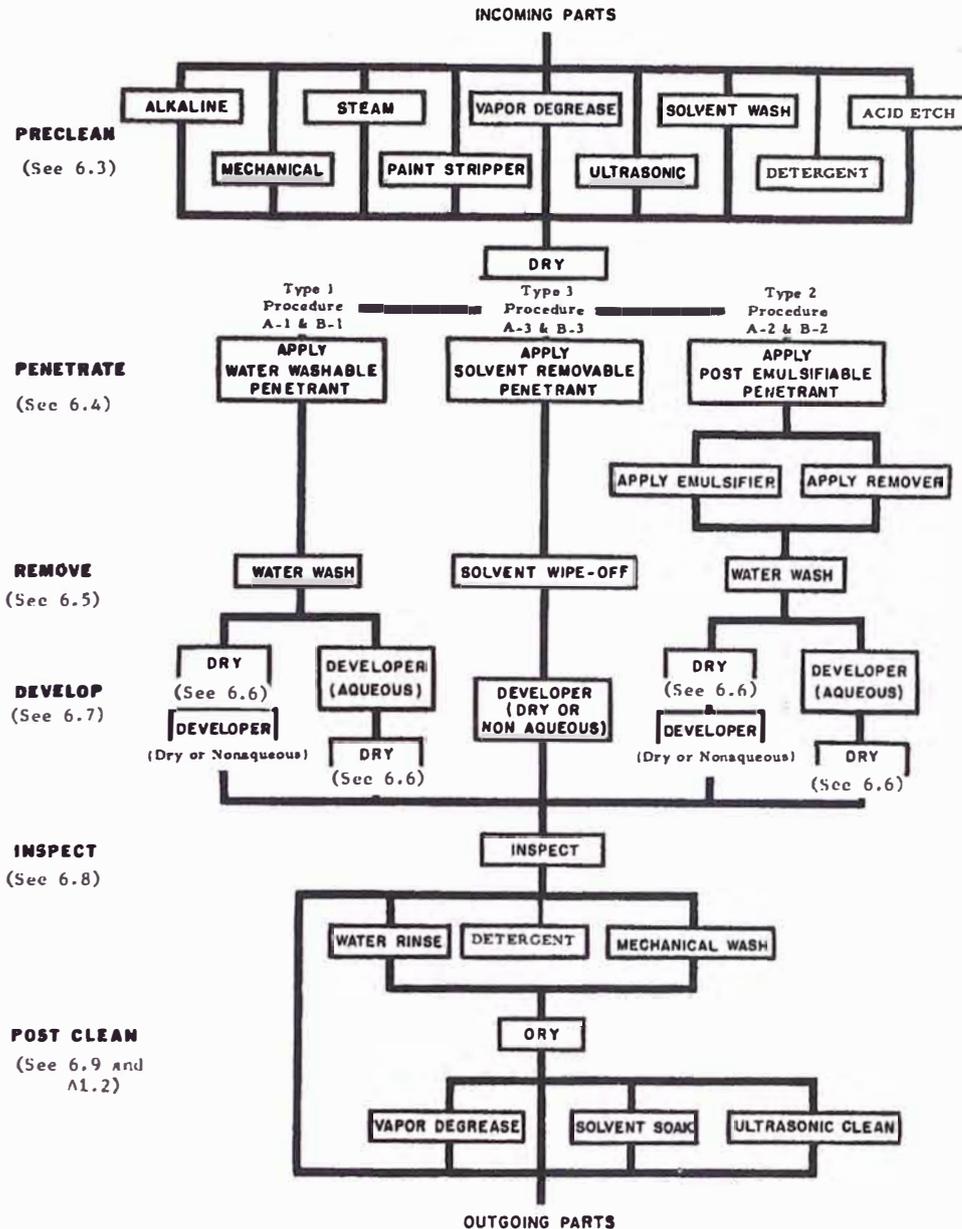


FIG. 4 Fluorescent and Visible Penetrant Inspection General Processing Procedures Flowsheet

the surface condition (smooth or rough). Nominal emulsification time should be as recommended by the manufacturer. The actual emulsification time must be determined experimentally for each specific application. The surface finish (roughness) of the part is a significant factor in the selection of and in the emulsification time of an emulsifier. Contact time should be kept to the least possible time consistent with an acceptable background and should not exceed the maximum time specified for the part or material.

8.6.2.3 *Post Rinsing*—Effective post rinsing of the emulsified penetrant from the surface can be accomplished using either manual, semi-automated, or automated water immersion or spray equipment or combinations thereof.

8.6.2.4 *Immersion*—For immersion post rinsing, parts are completely immersed in the water bath with air or mechanical agitation. The time and temperature should be kept constant.

(a) The maximum dip-rinse time should not exceed 120 s unless otherwise specified by part or material specification.

(b) The temperature of the water should be relatively constant and should be maintained within the range of 50 to 100°F (10 to 38°C). **Caution:** A touch-up rinse may be necessary after immersion.

8.6.2.5 *Spray Post Rinsing*—Effective post rinsing following emulsification can also be accomplished by either manual or automatic water spray rinsing of the parts as follows:

(a) Control rinse water temperature within the range of 50 to 100°F (10 to 38°C).

(b) Spray rinse water pressure should be in accordance with manufacturers' recommendations.

(c) The maximum spray rinse time should not exceed 120 s unless otherwise specified by part or materials specification.

8.6.2.6 *Rinse Effectiveness*—If the emulsification and final

TABLE 2 Recommended Minimum Dwell Times

Material	Form	Type of Discontinuity	Dwell Times ^A (minutes)	
			Penetrant ^B	Developer ^C
Aluminum, magnesium, steel, brass and bronze, titanium and high-temperature alloys	castings and welds	cold shuts, porosity, lack of fusion, cracks (all forms)	5	10
	wrought materials—extrusions, forgings, plate	laps, cracks (all forms)	10	10
Carbide-tipped tools		lack of fusion, porosity, cracks	5	10
Plastic	all forms	cracks	5	10
Glass	all forms	cracks	5	10
Ceramic	all forms	cracks, porosity	5	10

^A For temperature range from 50 to 100°F (10 to 38°C) for fluorescent penetrants and 50 to 125°F (10 to 52°C) for visible penetrant.

^B Maximum penetrant dwell time in accordance with 8.5.2.

^C Development time begins as soon as wet developer coating has dried on surface of parts (recommended minimum). Maximum development time in accordance with 8.8.6.

rinse step is not effective, as evidenced by excessive residual surface penetrant after emulsification and rinsing, dry (see 8.7) and reclean the part and reapply the penetrant for the prescribed dwell time.

8.6.3 *Hydrophilic Emulsification:*

8.6.3.1 *Prerinsing*—Directly after the required penetration time, it is recommended that the parts be prerinsed with water prior to emulsification (8.6.3.3). This step allows for the removal of excess surface penetrant from the parts prior to emulsification so as to minimize the degree of penetrant contamination in the hydrophilic emulsifier bath, thereby extending its life. In addition, prerinsing of penetrated parts minimizes possible oily penetrant pollution in the final rinse step of this process. This is accomplished by collecting the prerinsings in a holding tank, separating the penetrant from water.

8.6.3.2 *Prerinsing Controls*—Effective prerinsing is accomplished by either manual or automated water spray rinsing of the parts as follows:

- (a) Water should be free of contaminants that could clog spray nozzles or leave a residue on parts.
- (b) Control water temperature within the range of 50 to 100°F (10 to 38°C).
- (c) Spray rinse at a water pressure of 25 to 40 psi (175 to 275 kPa).
- (d) Prerinse time should be the least possible time (nominally 60 s maximum) to provide a consistent residue of penetrant on parts. Wash time is to be as specified by the part or material specification.
- (e) Remove water trapped in cavities using filtered shop air at a nominal pressure of 25 psi (175 kPa) or a suction device to remove water from pooled areas.

8.6.3.3 *Application of Emulsifier*—After the required penetration time and following the prerinse, the residual surface penetrant on part(s) must be emulsified by immersing the part(s) in a hydrophilic emulsifier bath (8.6.3.4) or by spraying the part(s) with the emulsifier (8.6.3.5) thereby rendering the remaining residual surface penetrant water-washable in the final rinse station (8.6.3.6).

8.6.3.4 *Immersion*—For immersion application, parts are completely immersed in the emulsifier bath. The hydrophilic emulsifier should be gently agitated throughout the contact cycle.

(a) Bath concentration should be as recommended by the manufacturer. Most hydrophilic emulsifiers are used within the range of 20 to 33 % in water. Nominal use concentration for immersion applications is 20 %.

(b) Bath temperatures should be maintained between 50 and 100°F (10 to 38°C).

(c) Immersion contact time should be kept to the minimum time consistent with an acceptable background and should not exceed 120 s or the maximum time stipulated by the part or material specification.

(d) Emulsifier drain time begins immediately after parts have been withdrawn from the emulsifier tank and continues until the parts are washed in the final rinse station (8.6.3.6). This drain time should be kept to a minimum to avoid over emulsification and should not exceed 90 s.

8.6.3.5 *Spray Application*—For spray application following the prerinse step, parts are emulsified by the spray application of an emulsifier. All part surfaces should be evenly and uniformly sprayed to effectively emulsify the residual penetrant on part surfaces to render it water-washable.

(a) The concentration of the emulsifier for spray application should be in accordance with the manufacturer’s recommendations, but should not exceed 5 %.

(b) Temperature to be maintained at 50 to 100°F (10 to 38°C).

(c) The spray pressure should be 25 psi (175 kPa) max for air and 40 psi (280 kPa) max for water.

(d) Contact time should be kept to the minimum consistent with an acceptable background and should not exceed 120 s or the maximum time stipulated by the part or material specification.

8.6.3.6 *Post-Rinsing of Hydrophilic Emulsified Parts*—Effective post-rinsing of emulsified penetrant from the surface can be accomplished using either manual, semi-automated, or automated water immersion or spray equipment or combinations thereof.

8.6.3.7 *Immersion Post-Rinsing*—Parts are to be completely immersed in the water bath with air or mechanical agitation.

(a) The temperature of the water should be relatively constant and should be maintained within the range of 50 to 100°F (10 to 38°C).

(b) The maximum dip rinse time should not exceed 120 s unless otherwise specified by part or material specification.

Caution: A touch-up rinse may be necessary after immersion.

8.6.3.8 *Spray Post-Rinsing*—Following emulsification parts can be post-rinsed by water spray rinsing as follows:

(a) Control rinse water temperature within the range of 50 to 100°F (10 to 38°C).

(b) Spray rinse water pressure should be in accordance with manufacturer's instructions.

(c) The maximum spray rinse time should not exceed 120 s unless otherwise specified by part or materials specification.

8.6.3.9 If the emulsification and final rinse steps are not effective, as evidenced by excessive residual surface penetrant after emulsification and rinsing, dry (see 8.7) and reclean the part and reapply the penetrant for the prescribed dwell time.

8.6.4 *Solvent-Removable Penetrants:*

8.6.4.1 *Removal of Excess Penetrant*—After the required penetration time, the excess penetrant is removed insofar as possible, by using wipers of a dry, clean, lint-free material and repeating the operation until most traces of penetrant have been removed. Then using a lint-free material lightly moistened with solvent remove the remaining traces are gently wiped to avoid removing penetrant from discontinuities. Avoid the use of excess solvent. If the wiping step is not effective, as evidenced by difficulty in removing the excess penetrant, dry the part (see 8.7), and reapply the penetrant for the prescribed dwell time. Flushing the surface with solvent following the application of the penetrant and prior to developing is prohibited.

8.7 *Drying*—Drying the surface of the part(s) is necessary prior to applying dry or nonaqueous developers or following the application of the aqueous developer. Drying time will vary with the size, nature, and number of parts under examination.

8.7.1 *Drying Modes*—Parts can be dried by using a hot-air recirculating oven, a hot or cold air blast, or by exposure to ambient temperature, particularly when the excess surface penetrant was removed with a solvent. Drying is best done in a thermostatically controlled recirculating hot-air dryer. Local heating or cooling is permitted provided the temperature of the part remains in the range of 50 to 100°F (10 to 38°C) for fluorescent methods and in the range of 50 to 125°F (10 to 52°C) for visible methods unless otherwise agreed by the contracting parties.

NOTE 16—**Caution:** Drying oven temperature should not exceed 160°F (71°C).

8.7.2 *Drying Time Limits*—Do not allow parts to remain in the drying oven any longer than is necessary to dry the surface. Times over 30 min in the dryer may impair the sensitivity of the examination.

8.8 *Developer Application:*

8.8.1 *Modes of Application*—There are various modes of effective application of the various types of developers such as dusting, immersing, flooding or spraying. The size, configuration, surface condition, number of parts to be processed, and so forth, will influence the choice of developer application.

8.8.2 *Dry Powder Developer*—Dry powder developers should be applied immediately after drying in such a manner as to ensure complete part coverage. Parts can be immersed in a container of dry developer or in a fluid bed of dry developer. They can also be dusted with the powder developer through a hand powder bulb or a conventional or electrostatic powder

gun. It is common and effective to apply dry powder in an enclosed dust chamber, which creates an effective and controlled dust cloud. Other means suited to the size and geometry of the specimen may be used, provided the powder is dusted evenly over the entire surface being examined. Excess powder may be removed by shaking or tapping the part, or by blowing with low-pressure (5 to 10 psi) (34 to 70 kPa) dry, clean, compressed air.

NOTE 17—**Caution:** The air stream intensity should be established experimentally for each application.

8.8.3 *Aqueous Developers*—Aqueous developers should be applied to the part immediately after the excess penetrant has been removed and prior to drying. Aqueous developers should be prepared and maintained in accordance with the manufacturer's instructions and applied in such a manner as to ensure complete, even, part coverage. Caution should be exercised when using an aqueous developer with water-washable penetrants to avoid possible stripping of indications. Aqueous developers may be applied by spraying (see Note 17), flowing, or immersing the part. It is common to immerse the parts in a prepared developer bath. Immerse parts only long enough to coat all of the part surfaces with the developer (see Note 18). Then remove parts from the developer bath and allow to drain. Drain all excess developer from recesses and trapped sections to eliminate pooling of developer, which can obscure discontinuities. Dry the parts in accordance with 8.7. The dried developer coating appears as a translucent or white coating on the part.

NOTE 18—**Caution:** Atomized spraying is not recommended since a spotty film may result.

NOTE 19—**Caution:** If parts are left in the bath too long, indications may leach out.

8.8.4 *Nonaqueous Wet Developers*—After the excess penetrant has been removed and the surface has been dried, apply developer by spraying in such a manner as to ensure complete part coverage with a thin, even film of developer. These types of developer carrier evaporate very rapidly at normal room temperature and do not, therefore, require the use of a dryer (see Note 20). Dipping or flooding parts with nonaqueous developers is prohibited, since they may flush or dissolve the penetrant from within the discontinuities because of the solvent action of these types of developers.

NOTE 20—**Warning:** The vapors from the evaporating, volatile solvent developer carrier may be hazardous. Proper ventilation should be provided in all cases, but especially when the surface to be examined is inside a closed volume, such as a process drum or a small storage tank.

8.8.5 *Liquid Film Developers*—Apply by spraying as recommended by the manufacturer. Spray parts in such a manner as to ensure complete part coverage of the area being examined with a thin, even film of developer.

8.8.6 *Developing Time*—The length of time the developer is to remain on the part prior to examination should be not less than 10 min. Developing time begins immediately after the application of dry powder developer and as soon as the wet (aqueous and nonaqueous) developer coating is dry (that is, the solvent carrier has evaporated to dryness). The maximum permitted developing times are 2 h for aqueous developers and 1 h for nonaqueous developers.

8.9 *Examination*—Perform examination of parts after the applicable development time as specified in 8.8.6 to allow for bleedout of penetrant from discontinuities into the developer coating. It is good practice to observe the bleedout while applying the developer as an aid in interpreting and evaluating indications.

8.9.1 *Fluorescent Light Examination:*

8.9.1.1 *Visible Ambient Light Level*—Examine fluorescent penetrant indications under black light in a darkened area. Visible ambient light should not exceed 2 ft candles (20 Lx). The measurement should be made with a suitable photographic-type visible light meter on the surface being examined.

8.9.1.2 *Black Light Level Control*—Black light intensity, minimum of 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, should be measured on the surface being examined, with a suitable black light meter. The black light wavelength shall be in the range of 320 to 380 nm. The intensity should be checked weekly to ensure the required output. Reflectors and filters should be checked daily for cleanliness and integrity. Cracked or broken ultraviolet (UV) filters should be replaced immediately. Defective bulbs, which radiate UV energy, must be replaced before further use. Since a drop in line voltage can cause decreased black light output with consequent inconsistent performance, a constant-voltage transformer should be used when there is evidence of voltage fluctuation.

Caution: Certain high-intensity black light may emit unacceptable amounts of visible light, which will cause fluorescent indications to disappear. Care should be taken to use only bulbs certified by the supplier to be suitable for such examination purposes.

NOTE 21—The recommended minimum light intensity in 8.9.1.2 is intended for general usage. For critical examinations, higher intensity levels may be required.

8.9.1.3 *Black Light Warm-Up*—Allow the black light to warm up for a minimum of 10 min prior to its use or measurement of the intensity of the ultraviolet light emitted.

8.9.1.4 *Visual Adaptation*—The examiner should be in the darkened area for at least 1 min before examining parts. Longer times may be necessary under some circumstances.

NOTE 22—**Caution:** Photochromic lenses shall not be worn during examination.

8.9.2 *Visible Light Examination:*

8.9.2.1 *Visible Light Level*—Visible penetrant indications can be examined in either natural or artificial light. Adequate illumination is required to ensure no loss in the sensitivity of the examination. A minimum light intensity at the examination site of 100 fc (1000 Lx) is recommended.

8.9.3 *Housekeeping*—Keep the examination area free of interfering debris, including fluorescent objects. Practice good housekeeping at all times.

8.9.4 *Evaluation*—Unless otherwise agreed, it is normal practice to interpret and evaluate the discontinuity based on the size of the indication (see Reference Photographs E 433).

8.10 *Post Cleaning*—Post cleaning is necessary in those cases where residual penetrant or developer could interfere with subsequent processing or with service requirements. It is particularly important where residual penetrant examination

materials might combine with other factors in service to produce corrosion. A suitable technique, such as a simple water rinse, waterspray, machine wash, vapor degreasing, solvent soak, or ultrasonic cleaning may be employed (see Annex on Post Cleaning). It is recommended that if developer removal is necessary, it should be carried out as promptly as possible after examination so that it does not “fix” on the part.

NOTE 23—**Caution:** Developers should be removed prior to vapor degreasing. Vapor degreasing can bake the developer on parts.

9. Special Requirements

9.1 *Impurities:*

9.1.1 When using penetrant materials on austenitic stainless steels, titanium, nickel-base or other high-temperature alloys, the need to restrict impurities such as sulfur, halogens and alkali metals must be considered. These impurities may cause embrittlement or corrosion, particularly at elevated temperatures. Any such evaluation should also include consideration of the form in which the impurities are present. Some penetrant materials contain significant amounts of these impurities in the form of volatile organic solvents. These normally evaporate quickly and usually do not cause problems. Other materials may contain impurities which are not volatile and may react with the part, particularly in the presence of moisture or elevated temperatures.

9.1.2 Because volatile solvents leave the surface quickly without reaction under normal examination procedures, penetrant materials are normally subjected to an evaporation procedure to remove the solvents before the materials are analyzed for impurities. The residue from this procedure is then analyzed in accordance with Test Method D 129, Test Method D 1552, or Test Method D 129 decomposition followed by Test Method D 516, Method B (Turbidimetric Method) for sulfur. The residue may also be analyzed by Test Method D 808 or Annex A2 on Methods for Measuring Total Chlorine Content in Combustible Liquid Penetrant Materials (for halogens other than fluorine) and Annex A3 on Method for Measuring Total Fluorine Content in Combustible Liquid Penetration Materials (for fluorine). An alternative procedure, Annex A4 on Determination of Anions by Ion Chromatography, provides a single instrumental technique for rapid sequential measurement of common anions such as chloride, fluoride, and sulfate. Alkali metals in the residue are determined by flame photometry or atomic absorption spectrophotometry.

NOTE 24—Some current standards indicate that impurity levels of sulfur and halogens exceeding 1 % of any one suspect element may be considered excessive. However, this high a level may be unacceptable for some applications, so the actual maximum acceptable impurity level must be decided between supplier and user on a case by case basis.

9.2 *Evaluated-Temperature Examination*—Where penetrant examination is performed on parts that must be maintained at elevated temperature during examination, special materials and processing techniques may be required. Such examination requires qualification in accordance with 10.2. Manufacturer’s recommendations should be observed.

10. Qualification and Requalification

10.1 *Personnel Qualification*—When required by user/supplier agreement, all examination personnel shall be

qualified/certified in accordance with a written procedure conforming to the applicable edition of recommended Practice SNT-TC-1A or MIL-STD-410.

10.2 *Procedure Qualification*—Qualification of procedures using times or conditions differing from those specified or for new materials may be performed by any of several methods and should be agreed by the contracting parties. A test piece containing one or more discontinuities of the smallest relevant size is used. The test piece may contain real or simulated discontinuities, providing it displays the characteristics of the discontinuities encountered in product examination.

10.3 *Nondestructive Testing Agency Qualification*—If a nondestructive testing agency as described in Practice E 543 is

used to perform the examination, the agency shall meet the requirements of Practice E 543.

10.4 *Requalification* may be required when a change or substitution is made in the type of penetrant materials or in the procedure (see 10.2).

11. Keywords

11.1 fluorescent liquid penetrant testing; hydrophilic emulsification; lipophilic emulsification; liquid penetrant testing; nondestructive testing; solvent removable; visible liquid penetrant testing; water-washable methods

ANNEXES

(Mandatory Information)

A1. CLEANING OF PARTS AND MATERIALS

A1.1 Choice of Cleaning Method

A1.1.1 The choice of a suitable cleaning method is based on such factors as: (1) type of contaminant to be removed since no one method removes all contaminants equally well; (2) effect of the cleaning method on the parts; (3) practicality of the cleaning method for the part (for example, a large part cannot be put into a small degreaser or ultrasonic cleaner); and (4) specific cleaning requirements of the purchaser. The following cleaning methods are recommended:

A1.1.1.1 *Detergent Cleaning*—Detergent cleaners are non-flammable water-soluble compounds containing specially selected surfactants for wetting, penetrating, emulsifying, and saponifying various types of soils, such as grease and oily films, cutting and machining fluids, and unpigmented drawing compounds, etc. Detergent cleaners may be alkaline, neutral, or acidic in nature, but must be noncorrosive to the item being inspected. The cleaning properties of detergent solutions facilitate complete removal of soils and contamination from the surface and void areas, thus preparing them to absorb the penetrant. Cleaning time should average 10 to 15 min at 170 to 200°F (77 to 93°C) with moderate agitation, using concentrations (generally 6 to 8 oz/gal or 45 to 60 kg/m³) recommended by the manufacturer of the cleaning compound.

A1.1.1.2 *Solvent Cleaning*—There are a variety of solvent cleaners that can be effectively utilized to dissolve such soils as grease and oily films, waxes and sealants, paints, and in general, organic matter. These solvents should be residue-free, especially when used as a hand-wipe solvent or as a dip-tank degreasing solvent. Solvent cleaners are not recommended for the removal of rust and scale, welding flux and spatter, and in general, inorganic soils. **Caution:** Some cleaning solvents are flammable and can be toxic. Observe all manufacturers' instructions and precautionary notes.

A1.1.1.3 *Vapor Degreasing*—Vapor degreasing is a preferred method of removing oil or grease-type soils from the surface of parts and from open discontinuities. It will not remove inorganic-type soils (dirt, corrosion, salts, etc.), and

may not remove resinous soils (plastic coatings, varnish, paint, etc.). Because of the short contact time, degreasing may not completely clean out deep discontinuities and a subsequent solvent soak is recommended.

A1.1.1.4 *Alkaline Cleaning:*

(a) Alkaline cleaners are nonflammable water solutions containing specially selected detergents for wetting, penetrating, emulsifying, and saponifying various types of soils. Hot alkaline solutions are also used for rust removal and descaling to remove oxide scale which can mask surface discontinuities. Alkaline cleaner compounds must be used in accordance with the manufacturers' recommendations. **Caution:** Parts cleaned by the alkaline cleaning process must be rinsed completely free of cleaner and thoroughly dried by heat prior to the penetrant inspection process (part temperature at the time of penetrant application shall not exceed 125°F (52°C)).

(b) Steam cleaning is a modification of the hot-tank alkaline cleaning method, which can be used for preparation of large, unwieldy parts. It will remove inorganic soils and many organic soils from the surface of parts, but may not reach to the bottom of deep discontinuities, and a subsequent solvent soak is recommended.

A1.1.1.5 *Ultrasonic Cleaning*—This method adds ultrasonic agitation to solvent or detergent cleaning to improve cleaning efficiency and decrease cleaning time. It should be used with water and detergent if the soil to be removed is inorganic (rust, dirt, salts, corrosion products, etc.), and with organic solvent if the soil to be removed is organic (grease and oily films, etc.). After ultrasonic cleaning, parts should be heated to remove the cleaning fluid, then cooled to at least 125°F (52°C), before application of penetrant.

A1.1.1.6 *Paint Removal*—Paint films can be effectively removed by bond release solvent paint remover or disintegrating-type hot-tank alkaline paint strippers. In most cases, the paint film must be completely removed to expose the surface of the metal. Solvent-type paint removers can be of the high-viscosity thickened type for spray or brush application or

can be of low viscosity two-layer type for dip-tank application. Both types of solvent paint removers are generally used at ambient temperatures, as received. Hot-tank alkaline strippers are water-soluble powder compounds generally used at 8 to 16 oz/gal (60 to 120 kg/m³) of water at 180 to 200°F (82 to 93°C). After paint removal, the parts must be thoroughly rinsed to remove all contamination from the void openings and then thoroughly dried.

A1.1.1.7 Mechanical Cleaning and Surface Conditioning—Metal-removing processes such as filing, buffing, scraping, mechanical milling, drilling, reaming, grinding, liquid honing, sanding, lathe cutting, tumble or vibratory deburring, and abrasive blasting, including abrasives such as glass beads, sand, aluminum oxide, ligno-cellulose pellets, metallic shot, etc., are often used to remove such soils as carbon, rust and scale, and foundry adhering sands, as well as to deburr or produce a desired cosmetic effect on the part. *These processes may decrease the effectiveness of the penetrant examination by smearing or peening over metal surfaces and filling discontinuities open to the surface, especially for soft metals such as aluminum, titanium, magnesium, and beryllium alloy.*

A1.1.1.8 Acid Etching—Inhibited acid solutions (pickling solutions) are routinely used for descaling part surfaces. Descaling is necessary to remove oxide scale, which can mask surface discontinuities and prevent penetrant from entering. Acid solutions/etchants are also used routinely to remove smeared metal that peens over surface discontinuities. Such etchants should be used in accordance with the manufacturers' recommendations. **Caution:**

NOTE A1.1—Etched parts and materials must be rinsed completely free

of etchants, the surface neutralized and thoroughly dried by heat prior to application of penetrants. Acids and chromates can adversely affect the fluorescence of fluorescent materials.

NOTE A1.2—Whenever there is a possibility of hydrogen embrittlement as a result of acid solution/etching, the part should be baked at a suitable temperature for an appropriate time to remove the hydrogen before further processing. After baking, the part shall be cooled to a temperature below 125°F (52°C) before applying penetrants.

A1.1.1.9 Air Firing of Ceramics—Heating of a ceramic part in a clean, oxidizing atmosphere is an effective way of removing moisture or light organic soil or both. The maximum temperature that will not cause degradation of the properties of the ceramic should be used.

A1.2 Post Cleaning

A1.2.1 Removal of Developer—Dry powder developer can be effectively removed with an air blow-off (free of oil) or it can be removed with water rinsing. Wet developer coatings can be removed effectively by water rinsing or water rinsing with detergent either by hand or with a mechanical assist (scrub brushing, washing machine, etc.). The soluble developer coatings simply dissolve off of the part with a water rinse.

A1.2.2 Residual penetrant may be removed through solvent action. Vapor degreasing (10 min minimum), solvent soaking (15 min minimum), and ultrasonic solvent cleaning (3 min minimum) techniques are recommended. In some cases, it is desirable to vapor degrease, then follow with a solvent soak. The actual time required in the vapor degreaser and solvent soak will depend on the nature of the part and should be determined experimentally.

A2. METHODS FOR MEASURING TOTAL CHLORINE CONTENT IN COMBUSTIBLE LIQUID PENETRANT MATERIALS

A2.1 Scope and Application

A2.1.1 These methods cover the determination of chlorine in combustible liquid penetrant materials, liquid or solid. Its range of applicability is 0.001 to 5% using either of the alternative titrimetric procedures. The procedures assume that bromine or iodine will not be present. If these elements are present, they will be detected and reported as chlorine. The full amount of these elements will not be reported. Chromate interferes with the procedures, causing low or nonexistent end points. The method is applicable only to materials that are totally combustible.

A2.2 Summary of Methods

A2.2.1 The sample is oxidized by combustion in a bomb containing oxygen under pressure (**Caution**, see A2.2.1.1). The chlorine compounds thus liberated are absorbed in a sodium carbonate solution and the amount of chloride present is determined titrimetrically either against silver nitrate with the end point detected potentiometrically (Method A) or coulometrically with the end point detected by current flow increase (Method B).

A2.2.1.1 Safety—Strict adherence to all of the provisions prescribed hereinafter ensures against explosive rupture of the

bomb, or a blow-out, provided the bomb is of proper design and construction and in good mechanical condition. It is desirable, however, that the bomb be enclosed in a shield of steel plate at least ½ in. (12.7 mm) thick, or equivalent protection be provided against unforeseeable contingencies.

A2.3 Apparatus

A2.3.1 Bomb, having a capacity of not less than 300 mL, so constructed that it will not leak during the test, and that quantitative recovery of the liquids from the bomb may be readily achieved. The inner surface of the bomb may be made of stainless steel or any other material that will not be affected by the combustion process or products. Materials used in the bomb assembly, such as the head gasket and leadwire insulation, shall be resistant to heat and chemical action, and shall not undergo any reaction that will affect the chlorine content of the liquid in the bomb.

A2.3.2 Sample Cup, platinum, 24 mm in outside diameter at the bottom, 27 mm in outside diameter at the top, 12 mm in height outside and weighing 10 to 11 g, opaque fused silica, wide-form with an outside diameter of 29 mm at the top, a height of 19 mm, and a 5-mL capacity (Note 1), or nickel (Kawin capsule form), top diameter of 28 mm, 15 mm in

height, and 5-mL capacity.

NOTE A2.1—Fused silica crucibles are much more economical and longer-lasting than platinum. After each use, they should be scrubbed out with fine, wet emery cloth, heated to dull red heat over a burner, soaked in hot water for 1 h, then dried and stored in a desiccator before reuse.

A2.3.3 *Firing Wire*, platinum, approximately No. 26 B & S gage.

A2.3.4 *Ignition Circuit* (Note A2.2), capable of supplying sufficient current to ignite the nylon thread or cotton wicking without melting the wire.

NOTE A2.2—**Caution:** The switch in the ignition circuit shall be of a type that remains open, except when held in closed position by the operator.

A2.3.5 *Nylon Sewing Thread*, or *Cotton Wicking*, white.

A2.4 Purity of Reagents

A2.4.1 Reagent grade chemicals shall be used in all tests. Unless otherwise indicated, it is intended that all reagents shall conform to the specifications of the Committee on Analytical Reagents of the American Chemical Society, where such specifications are available.⁹ Other grades may be used provided it is first ascertained that the reagent is of sufficiently high purity to permit its use without lessening the accuracy of the determination.

A2.4.2 Unless otherwise indicated, references to water shall be understood to mean referee grade reagent water conforming to Specification D 1193.

A2.5 Decomposition

A2.5.1 *Reagents and Materials:*

A2.5.1.1 *Oxygen*, free of combustible material and halogen compounds, available at a pressure of 40 atm (4.05 MPa).

A2.5.1.2 *Sodium Carbonate Solution (50 g Na₂CO₃/L)*—Dissolve 50 g of anhydrous Na₂CO₃ or 58.5 g of Na₂CO₃ · 2O or 135 g of Na₂CO₃ · 10H₂O in water and dilute to 1 L.

A2.5.1.3 *White Oil*, refined.

A2.5.2 *Procedure:*

A2.5.2.1 *Preparation of Bomb and Sample*—Cut a piece of firing wire approximately 100 mm in length. Coil the middle section (about 20 mm) and attach the free ends to the terminals. Arrange the coil so that it will be above and to one side of the sample cup. Place 5 mL of Na₂CO₃ solution in the bomb (Note A2.3), place the cover on the bomb and vigorously shake for 15 s to distribute the solution over the inside of the bomb. Open the bomb, place the sample-filled sample cup in the terminal holder, and insert a short length of thread between the firing wire and the sample. Use of a sample weight containing over 20 mg of chlorine may cause corrosion of the bomb. The sample weight should not exceed 0.4 g if the expected chlorine content is 2.5 % or above. If the sample is solid, not more than 0.2 g should be used. Use 0.8 g of white oil with solid samples.

⁹ *Reagent Chemicals, American Chemical Society Specifications*, American Chemical Society, Washington, DC. For suggestions on the testing of reagents not listed by the American Chemical Society, see *Analar Standards for Laboratory Chemicals*, BDH Ltd., Poole, Dorset, U.K., and the *United States Pharmacopeia and National Formulary*, U.S. Pharmaceutical Convention, Inc. (USPC), Rockville, MD.

If white oil will be used (Note A2.4), add it to the sample cup by means of a dropper at this time (**Caution**, see Note A2.5 and Note A2.6).

NOTE A2.3—After repeated use of the bomb for chlorine determination, a film may be noticed on the inner surface. This dullness should be removed by periodic polishing of the bomb. A satisfactory method for doing this is to rotate the bomb in a lathe at about 300 rpm and polish the inside surface with Grit No. 2/0 or equivalent paper coated with a light machine oil to prevent cutting, and then with a paste of grit-free chromic oxide and water. This procedure will remove all but very deep pits and put a high polish on the surface. Before using the bomb, it should be washed with soap and water to remove oil or paste left from the polishing operation. Bombs with porous or pitted surfaces should never be used because of the tendency to retain chlorine from sample to sample. **Caution:** Do not use more than 1 g total of sample and white oil or other chlorine-free combustible material.

NOTE A2.4—If the sample is not readily miscible with white oil, some other nonvolatile, chlorine-free combustible diluent may be employed in place of white oil. However, the combined weight of sample and nonvolatile diluent shall not exceed 1 g. Some solid additives are relatively insoluble, but may be satisfactorily burned when covered with a layer of white oil.

NOTE A2.5—The practice of running alternately samples high and low in chlorine content should be avoided whenever possible. It is difficult to rinse the last traces of chlorine from the walls of the bomb and the tendency for residual chlorine to carry over from sample to sample has been observed in a number of laboratories. When a sample high in chlorine has preceded one low in chlorine content, the test on the low-chlorine sample should be repeated and one or both of the low values thus obtained should be considered suspect if they do not agree within the limits of repeatability of this method.

A2.5.2.2 *Addition of Oxygen*—Place the sample cup in position and arrange the nylon thread, or wisp of cotton so that the end dips into the sample. Assemble the bomb and tighten the cover securely. Admit oxygen (**Caution**, Note A2.6) slowly (to avoid blowing the sample from the cup) until a pressure is reached as indicated in Table A2.1.

NOTE A2.6—**Caution:** Do not add oxygen or ignite the sample if the bomb has been jarred, dropped, or tilted.

A2.5.2.3 *Combustion*—Immerse the bomb in a cold-water bath. Connect the terminals to the open electrical circuit. Close the circuit to ignite the sample. Remove the bomb from the bath after immersion for at least ten minutes. Release the pressure at a slow, uniform rate such that the operation requires not less than 1 min. Open the bomb and examine the contents. If traces of unburned oil or sooty deposits are found, discard the determination, and thoroughly clean the bomb before again putting it in use (Note A2.3).

A2.6 Analysis, Method A, Potentiometric Titration Procedure

A2.6.1 *Apparatus:*

TABLE A2.1 Gage Pressures

Capacity of Bomb, mL	Gage Pressure, atm (MPa)	
	min ^a	max
300 to 350	38 (3.85)	40 (4.05)
350 to 400	35 (3.55)	37 (3.75)
400 to 450	30 (3.04)	32 (3.24)
450 to 500	27 (2.74)	29 (2.94)

^a The minimum pressures are specified to provide sufficient oxygen for complete combustion and the maximum pressures present a safety requirement.

A2.6.1.1 *Silver Billet Electrode.*A2.6.1.2 *Glass Electrode*, pH measurement type.A2.6.1.3 *Buret*, 25-mL capacity, 0.05-mL graduations.A2.6.1.4 *Millivolt Meter*, or expanded scale pH meter capable of measuring 0 to 220 mV.

NOTE A2.7—An automatic titrator is highly recommended in place of items A2.6.1.3 and A2.6.1.4. Repeatability and sensitivity of the method are much enhanced by the automatic equipment while much tedious effort is avoided.

A2.6.2 *Reagents and Materials:*A2.6.2.1 *Acetone*, chlorine-free.A2.6.2.2 *Methanol*, chlorine-free.A2.6.2.3 *Silver Nitrate Solution (0.0282 N)*—Dissolve 4.7910 ± 0.0005 g of silver nitrate (AgNO_3) in water and dilute to 1 L.A2.6.2.4 *Sodium Chloride Solution (0.0282 N)*—Dry a few grams of sodium chloride (NaCl) for 2 h at 130 to 150°C, weigh out 1.6480 ± 0.0005 g of the dried NaCl , dissolve in water, and dilute to 1 L.A2.6.2.5 *Sulfuric Acid (1 + 2)*—Mix 1 volume of concentrated sulfuric acid (H_2SO_4 , sp. gr 1.84) with 2 volumes of water.

A2.6.3 *Collection of Chlorine Solution*—Remove the sample cup with clean forceps and place in a 400-mL beaker. Wash down the walls of the bomb shell with a fine stream of methanol from a wash bottle, and pour the washings into the beaker. Rinse any residue into the beaker. Next, rinse the bomb cover and terminals into the beaker. Finally, rinse both inside and outside of the sample crucible into the beaker. Washings should equal but not exceed 100 mL. Add methanol to make 100 mL.

A2.6.4 *Determination of Chlorine*—Add 5 mL of H_2SO_4 (1:2) to acidify the solution (solution should be acid to litmus and clear of white Na_2CO_3 precipitate). Add 100 mL of acetone. Place the electrodes in the solution, start the stirrer (if mechanical stirrer is to be used), and begin titration. If titration is manual, set the pH meter on the expanded millivolt scale and note the reading. Add exactly 0.1 mL of AgNO_3 solution from the buret. Allow a few seconds stirring; then record the new millivolt reading. Subtract the second reading from the first. Continue the titration, noting each amount of AgNO_3 solution and the amount of difference between the present reading and the last reading. Continue adding 0.1-mL increments, making readings and determining differences between readings until a maximum difference between readings is obtained. The total amount of AgNO_3 solution required to produce this maximum differential is the end point. Automatic titrators continuously stir the sample, add titrant, measure the potential difference, calculate the differential, and plot the differential on a chart. The maximum differential is taken as the end point.

NOTE A2.8—For maximum sensitivity, 0.00282 N AgNO_3 solution may be used with the automatic titrator. This dilute reagent should not be used with large samples or where chlorine content may be over 0.1 % since these tests will cause end points of 10 mL or higher. The large amount of water used in such titrations reduces the differential between readings, making the end point very difficult to detect. For chlorine contents over 1 % in samples of 0.8 g or larger, 0.282 N AgNO_3 solution will be required to avoid exceeding the 10-mL water dilution limit.

A2.6.5 *Blank*—Make blank determinations with the amount

of white oil used but omitting the sample. (Liquid samples normally require only 0.15 to 0.25 g of white oil while solids require 0.7 to 0.8 g.) Follow normal procedure, making two or three test runs to be sure the results are within the limits of repeatability for the test. Repeat this blank procedure whenever new batches of reagents or white oil are used. The purpose of the blank run is to measure the chlorine in the white oil, the reagents, and that introduced by contamination.

A2.6.6 *Standardization*—Silver nitrate solutions are not permanently stable, so the true activity should be checked when the solution is first made up and then periodically during the life of the solution. This is done by titration of a known NaCl solution as follows: Prepare a mixture of the amounts of the chemicals (Na_2CO_3 solution, H_2SO_4 solution, acetone, and methanol) specified for the test. Pipet in 5.0 mL of 0.0282-N NaCl solution and titrate to the end point. Prepare and titrate a similar mixture of all the chemicals except the NaCl solution, thus obtaining a reagent blank reading. Calculate the normality of the AgNO_3 solution as follows:

$$N_{\text{AgNO}_3} = \frac{5.0 \times N_{\text{NaCl}}}{V_A - V_B} \quad (\text{A2.1})$$

where:

N_{AgNO_3} = normality of the AgNO_3 solution,
 N_{NaCl} = normality of the NaCl solution,
 V_A = millilitres of AgNO_3 solution used for the titration including the NaCl solution, and
 V_B = millilitres of AgNO_3 solution used for the titration of the reagents only.

A2.6.7 *Calculation*—Calculate the chlorine content of the sample as follows:

$$\text{Chlorine, weight \%} = \frac{(V_S - V_B) \times N \times 3.545}{W} \quad (\text{A2.2})$$

where:

V_S = millilitres of AgNO_3 solution used by the sample,
 V_B = millilitres of AgNO_3 solution used by the blank,
 N = normality of the AgNO_3 solution, and
 W = grams of sample used.

A2.6.8 *Precision and Accuracy:*

A2.6.8.1 The following criteria should be used for judging the acceptability of results:

A2.6.8.1.1 *Repeatability*—Results by the same analyst should not be considered suspect unless they differ by more than 0.006 % or 10.5 % of the value determined, whichever is higher.

A2.6.8.1.2 *Reproducibility*—Results by different laboratories should not be considered suspect unless they differ by more than 0.013 % or 21.3 % of the value detected, whichever is higher.

A2.6.8.1.3 *Accuracy*—The average recovery of the method is 86 % to 89 % of the actual amount present.

A2.7 *Analysis, Method B, Coulometric Titration*A2.7.1 *Apparatus:*A2.7.1.1 *Coulometric Chloride Titrator.*A2.7.1.2 *Beakers*, two, 100-mL, or glazed crucibles (preferably with 1½ in.-outside diameter bottom).A2.7.1.3 *Refrigerator.*

A2.7.2 Reagents:

A2.7.2.1 Acetic Acid, Glacial.

A2.7.2.2 Dry Gelatin Mixture.¹⁰

A2.7.2.3 Nitric Acid.

A2.7.2.4 Sodium Chloride Solution—100 meq C/l. Dry a quantity of NaCl for 2 h at 130 to 150°C. Weigh out 5.8440 ± 0.0005 g of dried NaCl in a closed container, dissolve in water, and dilute to 1 L.

A2.7.3 Reagent Preparation:

NOTE A2.9—The normal reagent preparation process has been slightly changed, due to the interference from the 50 mL of water required to wash the bomb. This modified process eliminates the interference and does not alter the quality of the titration.

A2.7.3.1 Gelatin Solution—A typical preparation is: Add approximately 1 L of hot distilled or deionized water to the 6.2 g of dry gelatin mixture contained in one vial supplied by the equipment manufacturer. Gently heat with continuous mixing until the gelatin is completely dissolved.

A2.7.3.2 Divide into aliquots each sufficient for one day's analyses. (Thirty millilitres is enough for approximately eleven titrations.) Keep the remainder in a refrigerator, but do not freeze. The solution will keep for about 6 months in the refrigerator. When ready to use, immerse the day's aliquot in hot water to liquefy the gelatin.

A2.7.3.3 Glacial Acetic Acid-Nitric Acid Solution—A typical ratio is 12.5 to 1 (12.5 parts CH_3COOH to 1 part HNO_3).

A2.7.3.4 Mix enough gelatin solution and of acetic acid-nitric acid mixture for one titration. (A typical mixture is 2.5 mL of gelatin solution and 5.4 mL of acetic-nitric acid mixture.)

NOTE A2.10—The solution may be premixed in a larger quantity for convenience, but may not be useable after 24 h.

A2.7.3.5 Run at least three blank values and take an average according to the operating manual of the titrator. Determine separate blanks for both 5 drops of mineral oil and 20 drops of mineral oil.

A2.7.4 Titration:

A2.7.4.1 Weigh to the nearest 0.1 g and record the weight of the 100-mL beaker.

A2.7.4.2 Remove the sample crucible from the cover assembly support ring using a clean forceps, and, using a wash bottle, rinse both the inside and the outside with water into the 100-mL beaker.

A2.7.4.3 Empty the bomb shell into the 100-mL beaker. Wash down the sides of the bomb shell with water, using a wash bottle.

A2.7.4.4 Remove the cover assembly from the cover assembly support, and, using the wash bottle, rinse the under side, the platinum wire, and the terminals into the same 100-mL beaker. The total amount of washings should be 50 ± 1 g.

A2.7.4.5 Add specified amounts of gelatin mixture and acetic acid-nitric acid mixture, or gelatin mix-acetic acid-nitric acid mixture, if this was premixed, into the 100-mL beaker that contains the 50 g of washings including the decomposed sample.

A2.7.4.6 Titrate using a coulometric titrator, according to operating manual procedure.

A2.7.5 Calculations—Calculate the chloride ion concentration in the sample as follows:

$$\text{Chlorine, weight \%} = \frac{(P - B) \times M}{W} \quad (\text{A2.3})$$

where:

P = counter reading obtained with the sample,

B = average counter reading obtained with average of the three blank readings,

M = standardization constant. This is dependent on the instrument range setting in use and the reading obtained with a known amount of the 100 meq of Cl per litre of solution, and

W = weight of sample used, g.

A2.7.6 Precision and Accuracy:

A2.7.6.1 Duplicate results by the same operator can be expected to exhibit the following relative standard deviations:

Approximate % Chlorine	RSD, %
1.0 and above	0.10
0.1	2.5
0.003	5.9

A2.7.6.2 The method can be expected to report values that vary from the true value by the following amounts:

0.1 % chlorine and above	$\pm 2\%$
0.001 to 0.01 % chlorine	$\pm 9\%$

A2.7.6.3 If bromine is present, 36.5 % of the true amount will be reported. If iodine is present, 20.7 % of the true amount will be reported. Fluorine will not be detected.

¹⁰ May be purchased from the equipment supplier. A typical mixture consists of 6 g of gelatin powder, 0.1 g of thymol blue, water-soluble, and 0.1 g of thymol, reagent grade, crystal.

A3. METHOD FOR MEASURING TOTAL FLUORINE CONTENT IN COMBUSTIBLE LIQUID PENETRANT MATERIALS

A3.1 Scope and Application

A3.1.1 This method covers the determination of fluorine in combustible liquid penetrant materials, liquid or solid, that do not contain appreciable amounts of interfering elements, or have any insoluble residue after combustion. Its range of applicability is 1 to 200 000 ppm.

A3.1.2 The measure of the fluorine content employs the fluoride selective ion electrode.

A3.2 Summary of Method

A3.2.1 The sample is oxidized by combustion in a bomb containing oxygen under pressure (**Caution**, see A3.2.1.1). The

fluorine compounds thus liberated are absorbed in a sodium citrate solution and the amount of fluorine present is determined potentiometrically through the use of a fluoride selective ion electrode.

A3.2.1.1 *Safety*—Strict adherence to all of the provisions prescribed hereinafter ensures against explosive rupture of the bomb, or a blow-out, provided the bomb is of proper design and construction and in good mechanical condition. It is desirable, however, that the bomb be enclosed in a shield of steel plate at least ½ in. (12.7 mm) thick, or equivalent protection be provided against unforeseeable contingencies.

A3.3 Interferences

A3.3.1 Silicon, calcium, aluminum, magnesium, and other metals forming precipitates with fluoride ion will interfere if they are present in sufficient concentration to exceed the solubility of their respective fluorides. Insoluble residue after combustion will entrain fluorine even if otherwise soluble.

A3.4 Apparatus

A3.4.1 *Bomb*, having a capacity of not less than 300 mL, so constructed that it will not leak during the test, and that quantitative recovery of the liquids from the bomb may be readily achieved. The inner surface of the bomb may be made of stainless steel or any other material that will not be affected by the combustion process or products. Materials used in the bomb assembly, such as the head gasket and leadwire insulation, shall be resistant to heat and chemical action, and shall not undergo any reaction that will affect the fluorine content of the liquid in the bomb.

A3.4.2 *Sample Cup*, nickel, 20 mm in outside diameter at the bottom, 28 mm in outside diameter at the top, and 16 mm in height; or platinum, 24 mm in outside diameter at the bottom, 27 mm in outside diameter at the top, 12 mm in height, and weighing 10 to 11 g.

A3.4.3 *Firing Wire*, platinum, approximately No. 26 B & S gage.

A3.4.4 *Ignition Circuit* (Note A3.1), capable of supplying sufficient current to ignite the nylon thread or cotton wicking without melting the wire.

NOTE A3.1—**Caution:** The switch in the ignition circuit shall be of a type that remains open, except when held in closed position by the operator.

A3.4.5 *Nylon Sewing Thread*, or *Cotton Wicking*, white.

A3.4.6 *Funnel*, polypropylene (Note A3.2).

A3.4.7 *Volumetric Flask*, polypropylene, 100-mL (Note A3.2).

A3.4.8 *Beaker*, polypropylene, 150-mL (Note A3.2).

A3.4.9 *Pipet*, 100-μL, Eppendorf-type (Note A3.2).

A3.4.10 *Magnetic Stirrer* and TFE-coated magnetic stirring bar.

A3.4.11 *Fluoride Specific Ion Electrode* and suitable reference electrode.

A3.4.12 *Millivolt Meter* capable of measuring to 0.1 mV.

NOTE A3.2—Glassware should never be used to handle a fluoride solution as it will remove fluoride ions from solution or on subsequent use carry fluoride ion from a concentrated solution to one more dilute.

A3.5 Reagents

A3.5.1 *Purity of Reagents*—Reagent grade chemicals shall be used in all tests. Unless otherwise indicated, it is intended that all reagents shall conform to the specifications of the Committee on Analytical Reagents of the American Chemical Society, where such specifications are available.⁹ Other grades may be used, provided it is first ascertained that the reagent is of sufficiently high purity to permit its use without lessening the accuracy of the determination.

A3.5.2 *Purity of Water*—Unless otherwise indicated, all references to water shall be understood to mean Type I reagent water conforming to Specification D 1193.

A3.5.3 *Fluoride Solution, Stock (2000 ppm)*—Dissolve 4.4200 ± 0.0005 g of predried (at 130 to 150°C for 1 h, then cooled in a desiccator) sodium fluoride in distilled water and dilute to 1 L.

A3.5.4 *Oxygen*, free of combustible material and halogen compounds, available at a pressure of 40 atm (4.05 MPa).

A3.5.5 *Sodium Citrate Solution*—Dissolve 27 g of sodium citrate dihydrate in water and dilute to 1 L.

A3.5.6 *Sodium Hydroxide Solution (5 N)*—Dissolve 200 g of sodium hydroxide (NaOH) pellets in water and dilute to 1 L; store in a polyethylene container.

A3.5.7 *Wash Solution (Modified TISAB, Total Ionic Strength Adjustment Buffer)*—To 300 mL of distilled water, add 32 mL of glacial acetic acid, 6.6 g of sodium citrate dihydrate, and 32.15 g of sodium chloride. Stir to dissolve and then adjust the pH to 5.3 using 5 N NaOH solution. Cool and dilute to 1 L.

A3.5.8 *White Oil*, refined.

A3.6 Decomposition Procedure

A3.6.1 *Preparation of Bomb and Sample*—Cut a piece of firing wire approximately 100 mm in length. Coil the middle section (about 20 mm) and attach the free ends to the terminals. Arrange the coil so that it will be above and to one side of the sample cup. Place 10 mL of sodium citrate solution in the bomb, place the cover on the bomb, and vigorously shake for 15 s to distribute the solution over the inside of the bomb. Open the bomb, place the sample-filled sample cup in the terminal holder, and insert a short length of thread between the firing wire and the sample. The sample weight used should not exceed 1 g. If the sample is a solid, add a few drops of white oil at this time to ensure ignition of the sample.

NOTE A3.3—Use of sample weights containing over 20 mg of chlorine may cause corrosion of the bomb. To avoid this it is recommended that for samples containing over 2 % chlorine, the sample weight be based on the following table:

Chlorine Content, %	Sample weight, g	White Oil weight, g
2 to 5	0.4	0.4
5 to 10	0.2	0.6
10 to 20	0.1	0.7
20 to 50	0.05	0.7

Caution: Do not use more than 1 g total of sample and white oil or other fluorine-free combustible material.

A3.6.2 *Addition of Oxygen*—Place the sample cup in position and arrange the nylon thread, or wisp of cotton so that the end dips into the sample. Assemble the bomb and tighten the cover securely. Admit oxygen (**Caution**, Note A3.4) slowly (to

avoid blowing the sample from the cup) until a pressure is reached as indicated in Table A3.1.

NOTE A3.4—**Caution:** Do not add oxygen or ignite the sample if the bomb has been jarred, dropped, or tilted.

A3.6.3 *Combustion*—Immerse the bomb in a cold-water bath. Connect the terminals to the open electrical circuit. Close the circuit to ignite the sample. Remove the bomb from the bath after immersion for at least 10 min. Release the pressure at a slow, uniform rate such that the operation requires not less than 1 min. Open the bomb and examine the contents. If traces of unburned oil or sooty deposits are found, discard the determination, and thoroughly clean the bomb before again putting it in use.

A3.6.4 *Collection of Fluorine Solution*—Remove the sample cup with clean forceps and rinse with wash solution into a 100-mL volumetric flask. Rinse the walls of the bomb shell with a fine stream of wash solution from a wash bottle, and add the washings to the flask. Next, rinse the bomb cover and terminals into the volumetric flask. Finally, add wash solution to bring the contents of the flask to the line.

A3.7 Procedure

A3.7.1 Ascertain the slope (millivolts per ten-fold change in concentration) of the electrode as described by the manufacturer.

TABLE A3.1 Gage Pressures

Capacity of Bomb, mL	Gage Pressure atm (MPa)	
	min ^a	max
300 to 350	38	40
350 to 400	35	37
400 to 450	30	32
450 to 500	27	29

^a The minimum pressures are specified to provide sufficient oxygen for complete combustion and the maximum pressures present a safety requirement.

A4. DETERMINATION OF ANIONS BY ION CHROMATOGRAPHY WITH CONDUCTIVITY MEASUREMENT

A4.1 Scope and Application

A4.1.1 This method is condensed from ASTM procedures and APHA Method 429 and optimized for the analysis of detrimental substances in organic based materials. It provides a single instrumental technique for rapid, sequential measurement of common anions such as bromide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, phosphate, and sulfate.

A4.2 Summary of Method

A4.2.1 The material must be put in the form of an aqueous solution before analysis can be attempted. The sample is oxidized by combustion in a bomb containing oxygen under pressure. The products liberated are absorbed in the eluant present in the bomb at the time of ignition. This solution is washed from the bomb, filtered, and diluted to a known volume.

A3.7.2 Obtain a blank solution by performing the procedure without a sample.

A3.7.3 Immerse the fluoride and reference electrodes in solutions and obtain the equilibrium reading to 0.1 mV. (The condition of the electrode determines the length of time necessary to reach equilibrium. This may be as little as 5 min or as much as 20 min.)

A3.7.4 Add 100 μ L of stock fluoride solution and obtain the reading after the same length of time necessary for A3.7.3.

A3.8 Calculation

A3.8.1 Calculate the fluorine content of the sample as follows:

$$\text{Fluorine, ppm} = \frac{\left[\frac{2 \times 10^{-4}}{10\Delta E_1/S - 1} - \frac{2 \times 10^{-4}}{10\Delta E_2/S - 1} \right]}{W} \times 10^6 \quad (\text{A3.1})$$

where:

ΔE_1 = millivolt change in sample solution on addition of 100 μ L of stock fluoride solution,

ΔE_2 = millivolt change in blank solution on addition of 100 μ L of the stock fluoride solution,

S = slope of fluoride electrode as determined in A3.7.1, and

W = grams of sample.

A3.9 Precision and Bias

A3.9.1 *Repeatability*—The results of two determinations by the same analyst should not be considered suspect unless they differ by more than 1.1 ppm (0.00011 %) or 8.0 % of the amount detected, whichever is greater.

A3.9.2 *Reproducibility*—The results of two determinations by different laboratories should not be considered suspect unless they differ by 6.7 ppm or 129.0 % of the amount detected, whichever is greater.

A3.9.3 *Bias*—The average recovery of the method is 62 to 64 % of the amount actually present although 83 to 85 % recoveries can be expected with proper technique.

A4.2.1.1 A filtered aliquot of sample is injected into a stream of carbonate-bicarbonate eluant and passed through a series of ion exchangers. The anions of interest are separated on the basis of their relative affinities for a low capacity, strongly basic anion exchanger (guard and separator column). The separated anions are directed onto a strongly acidic cation exchanger (suppressor column) where they are converted to their highly conductive acid form and the carbonate-bicarbonate eluant is converted to weakly conductive carbonic acid. The separated anions in their acid form are measured by conductivity. They are identified on the basis of retention time as compared to standards. Quantitation is by measurement of peak area or peak height. Blanks are prepared and analyzed in a similar fashion.

A4.2.2 *Interferences*—Any substance that has a retention time coinciding with that of any anion to be determined will

Solutions—Prepare appropriate combinations according to anion concentration to be determined. If NO_2^- and PO_4^{3-} are not included, the combined working standard is stable for one month.

A4.5 Decomposition Procedure

A4.5.1 Preparation of Bomb and Sample—Cut a piece of firing wire approximately 100 mm in length. Coil the middle section (about 20 mm) and attach the free ends to the terminals. Arrange the coil so that it will be above and to one side of the sample cup. Place 5 mL of $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ solution in the bomb, place the cover on the bomb, and vigorously shake for 15 s to distribute the solution over the inside of the bomb. Open the bomb, place the sample-filled sample cup in the terminal holder, and insert a short length of thread between the firing wire and the sample. The sample weight used should not exceed 1 g. If the sample is a solid, add a few drops of white oil at this time to ensure ignition of the sample.

NOTE A4.3—Use of sample weights containing over 20 mg of chlorine may cause corrosion of the bomb. To avoid this it is recommended that for samples containing over 2 % chlorine, the sample weight be based on the following:

Chlorine content, %	Sample weight, g	White Oil weight, g
2 to 5	0.4	0.4
5 to 10	0.2	0.6
10 to 20	0.1	0.7
20 to 50	0.05	0.7

CAUTION: Do not use more than 1 g total of sample and white oil or other fluorine-free combustible material.

A4.5.2 Addition of Oxygen—Place the sample cup in position and arrange the nylon thread, or wisp of cotton so that the end dips into the sample. Assemble the bomb and tighten the cover securely. Admit oxygen (**Caution**, Note A4.4) slowly (to avoid blowing the sample from the cup) until a pressure is reached as indicated in Table A4.1.

NOTE A4.4—Caution: Do not add oxygen or ignite the sample if the bomb has been jarred, dropped, or tilted.

A4.5.3 Combustion—Immerse the bomb in a cold-water bath. Connect the terminals to the open electrical circuit. Close the circuit to ignite the sample. Remove the bomb from the bath after immersion for at least 10 min. Release the pressure at a slow, uniform rate such that the operation requires not less than 1 min. Open the bomb and examine the contents. If traces of unburned oil or sooty deposits are found, discard the determination, and thoroughly clean the bomb before again putting it in use.

A4.5.4 Collection of Solution—Remove the sample cup with clean forceps and rinse with deionized water and filter the

washings into a 100-mL volumetric flask. Rinse the walls of the bomb shell with a fine stream of deionized water from a wash bottle, and add the washings through the filter paper to the flask. Next, rinse the bomb cover and terminals and add the washings through the filter into the volumetric flask. Finally, add deionized water to bring the contents of the flask to the line. Use aliquots of this solution for the ion chromatography (IC) analysis.

A4.6 Procedure

A4.6.1 System Equilibration—Turn on ion chromatograph and adjust eluant flow rate to approximate the separation achieved in Fig. A4.1 (2 to 3 mL/min). Adjust detector to desired setting (usually 10 μmho) and let system come to equilibrium (15 to 20 min). A stable base line indicates equilibrium conditions. Adjust detector offset to zero-out eluant conductivity; with the fiber suppressor adjust the regeneration flow rate to maintain stability, usually 2.5 to 3 mL/min.

A4.6.1.1 Set up the ion chromatograph in accordance with the manufacturer's instructions.

A4.6.2 Calibration—Inject standards containing a single anion or a mixture and determine approximate retention times. Observed times vary with conditions but if standard eluant and anion separator column are used, retention always is in the order F^- , Cl^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , Br^- , NO_3^- , and SO_4^{2-} . Inject at least three different concentrations for each anion to be measured and construct a calibration curve by plotting peak height or area against concentration on linear graph paper. Recalibrate whenever the detector setting is changed. With a system requiring suppressor regeneration, NO_2^- interaction with the suppressor may lead to erroneous NO_2^- results; make this determination only when the suppressor is at the same stage of exhaustion as during standardization or recalibrate frequently. In this type of system the water dip (see Note A4.4) may shift slightly during suppressor exhaustion and with a fast run column this may lead to slight interference for F^- or Cl^- . To eliminate this interference, analyze standards that bracket the expected result or eliminate the water dip by diluting the sample with eluant or by adding concentrated eluant to the sample to give the same $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ concentration as in the eluant. If sample adjustments are made, adjust standards and blanks identically.

NOTE A4.5—Water dip occurs because water conductivity in sample is

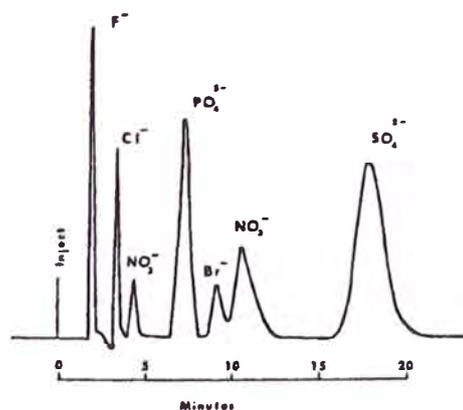


FIG. A4.1 Typical Anion Profile

TABLE A4.1 Gage Pressures

Capacity of Bomb, mL	Gage Pressures, atm	
	mm ^A	max
300 to 350	38	40
350 to 400	35	37
400 to 450	30	32
450 to 500	27	29

^AThe minimum pressures are specified to provide sufficient oxygen for complete combustion and the maximum pressures present a safety requirement.

less than eluant conductivity (eluant is diluted by water).

A4.6.2.1 If linearity is established for a given detector setting, it is acceptable to calibrate with a single standard. Record the peak height or area and retention time to permit calculation of the calibration factor, F .

A4.6.3 *Sample Analysis*—Remove sample particulates, if necessary, by filtering through a prewashed 0.2- μm -pore-diam membrane filter. Using a prewashed syringe of 1 to 10 mL capacity equipped with a male luer fitting inject sample or standard. Inject enough sample to flush sample loop several times: for 0.1 mL sample loop inject at least 1 mL. Switch ion chromatograph from load to inject mode and record peak heights and retention times on strip chart recorder. After the last peak (SO_4^{2-}) has appeared and the conductivity signal has returned to base line, another sample can be injected.

A4.6.4 *Regeneration*—For systems without fiber suppressor regenerate with 1 N H_2SO_4 in accordance with the manufacturer's instructions when the conductivity base line exceeds 300 μmho when the suppressor column is on line.

A4.7 Calculation

A4.7.1 Calculate concentration of each anion, in mg/L, by referring to the appropriate calibration curve. Alternatively, when the response is shown to be linear, use the following equation:

$$C = H \times F \times D \quad (\text{A4.1})$$

where:

C = mg anion/L,

H = peak height or area,

F = response factor – concentration of standard/height (or area) of standard, and

D = dilution factor for those samples requiring dilution.

A4.8 Precision and Bias

A4.8.1 Samples of reagent water to which were added the common anions were analyzed in 15 laboratories with the results shown in Table A4.2.

TABLE A4.2 Precision and Accuracy Observed for Anions at Various Concentration Levels in Reagent Water

Anion	Amount Added, mg/L	Amount Found, mg/L	Overall Precision, mg/L	Single-Operator Precision, mg/L	Significant Bias 95 % Level
F^-	0.48	0.49	0.05	0.03	No
F^-	4.84	4.64	0.52	0.46	No
Cl^-	0.76	0.86	0.38	0.11	No
Cl^-	17	17.2	0.82	0.43	No
Cl^-	455	471	46	13	No
NO_2^-	0.45	0.09	0.09	0.04	Yes, neg
NO_2^-	21.8	19.4	1.9	1.3	Yes, neg
Br^-	0.25	0.25	0.04	0.02	No
Br^-	13.7	12.9	1.0	0.6	No
PO_4^{3-}	0.18	0.10	0.06	0.03	Yes, neg
PO_4^{3-}	0.49	0.34	0.15	0.17	Yes, neg
NO_3^-	0.50	0.33	0.16	0.03	No
NO_3^-	15.1	14.8	1.15	0.9	No
SO_4^{2-}	0.51	0.52	0.07	0.03	No
SO_4^{2-}	43.7	43.5	2.5	2.2	No

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (<http://www.astm.org>).

ARTICLE 6

T-600	Scope	139
T-610	Referencing Documents	139
T-620	General	139
T-621	Procedure	139
T-630	Equipment	140
T-631	Penetrant Materials	140
T-640	Requirements	140
T-641	Control of Contaminants	140
T-642	Surface Preparation	140
T-643	Drying After Preparation	141
T-650	Procedure/Technique	141
T-651	Techniques	141
T-652	Techniques for Standard Temperatures.....	141
T-653	Techniques for Nonstandard Temperatures	141
T-654	Technique Restrictions	142
T-670	Examination	142
T-671	Penetrant Application	142
T-672	Penetration Time	142
T-673	Excess Penetrant Removal	142
T-674	Drying After Excess Penetrant Removal	143
T-675	Developing	143
T-676	Interpretation	143
T-677	Postexamination Cleaning	144
T-680	Evaluation	144
T-690	Documentation/Records	144
Figure		
T-653.2	Liquid Penetrant Comparator	142
Table		
T-672	Minimum Dwell Times	144
Mandatory Appendix		
Appendix I	Glossary of Terms for Liquid Penetrant Examination	145
I-610	Scope	145
I-620	General Requirements	145
I-630	Requirements	145

ARTICLE 6

LIQUID PENETRANT EXAMINATION

A00 T-600 SCOPE

The liquid penetrant examination method is an effective means for detecting discontinuities which are open to the surface of nonporous metals and other materials. Typical discontinuities detectable by this method are cracks, seams, laps, cold shuts, laminations, and porosity.

In principle, a liquid penetrant is applied to the surface to be examined and allowed to enter discontinuities. All excess penetrant is then removed, the part is dried, and a developer is applied. The developer functions both as a blotter to absorb penetrant that has been trapped in discontinuities, and as a contrasting background to enhance the visibility of penetrant indications. The dyes in penetrants are either color contrast (visible under white light) or fluorescent (visible under ultraviolet light).

A00 T-610 REFERENCING DOCUMENTS

A00 T-610.1 When specified by the referencing Code Section, the liquid penetrant examination techniques described in this Article shall be used. The following listed SE Standards provide details that may be considered in the specific procedures used:

(a) SE-165 Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination

(b) SE-1209 Standard Test Method for Fluorescent Penetrant Examination Using the Water Washable Process

(c) SE-1219 Standard Test Method for Fluorescent Penetrant Examination Using the Solvent Removable Process

(d) SE-1220 Standard Test Method for Visible Penetrant Examination Using the Solvent Removable Process

A00 T-610.2 The liquid penetrant method described in this Article shall be used together with Article 1, General Requirements.

T-610.3 Definitions of terms used in this Article are in Mandatory Appendix I of this Article.

T-620 GENERAL

T-621 Procedure

T-621.1 Initial Procedure. Liquid penetrant examination shall be performed in accordance with a procedure. Such a procedure shall consider at least the following information:

(a) the materials, shapes, or sizes to be examined, and the extent of the examination;

(b) type (number or letter designation if available) of each penetrant, penetrant remover, emulsifier, and developer;

(c) processing details for pre-examination cleaning and drying, including the cleaning materials used and minimum time allowed for drying;

(d) processing details for applying the penetrant: the length of time that the penetrant will remain on the surface (dwell time), and the temperature of the surface and penetrant during the examination if outside 50°F to 125°F range;

(e) processing details for removing excess penetrant from the surface, and for drying the surface before applying the developer;

(f) processing details for applying the developer, and length of developing time before interpretation;

(g) processing details for post-examination cleaning.

T-621.2 Procedure Revision. A revised procedure may be required:

(a) whenever a change or substitution is made in the type or family group of penetrant materials (including developers, emulsifiers, etc.) or in the processing techniques;

(b) whenever a change or substitution is made in the type of precleaning materials or processes;

(c) for any change in part processing that can close surface openings of discontinuities or leave interfering deposits, such as the use of grit blast cleaning or acid treatments.

T-630 EQUIPMENT

A00 T-631 Penetrant Materials

The term *penetrant materials*, as used in this Article, is intended to include all penetrants, emulsifiers, solvents or cleaning agents, developers, etc., used in the examination process. The descriptions of the liquid penetrant classifications and material types are provided in SE-165.

T-640 REQUIREMENTS

98 T-641 Control of Contaminants

The user of this Article shall obtain certification of contaminant content for all liquid penetrant materials used on nickel base alloys, austenitic stainless steels, and titanium. These certifications shall include the penetrant manufacturers' batch numbers and the test results obtained in accordance with (a) and (b) below. These records shall be maintained as required by the referencing Code Section.

(a) When examining nickel base alloys, all materials shall be analyzed individually for sulfur content as follows.

(1) An individual sample of the penetrant materials with exception of cleaners shall be prepared for analysis by heating 50 g of the material in a 150 mm nominal diameter glass Petri dish at a temperature of 194°F to 212°F (90°C to 100°C) for 60 min.

PRECAUTION: Provide adequate ventilation to dissipate the emitted vapor.

(2) Analysis of the residue shall be as follows: If the residue is less than 0.0025 g, the material is acceptable without further analysis. If the residue is 0.0025 g or more, the procedure shown in (a)(1) above shall be repeated and the residue analyzed in accordance with SD-129 or SD-1552. Alternately, the material may be decomposed in accordance with SD-129 and analyzed in accordance with SD-516 Method B. The sulphur content shall not exceed 1 % of the residue by weight.

(3) An individual sample of cleaner/remover material shall be prepared for analysis by heating 100 g of the material in a 150 mm nominal diameter glass Petri dish at a temperature of 194°F to 212°F (90°C to 100°C) for 60 min.

PRECAUTION: Provide adequate ventilation to dissipate the emitted vapor.

(4) Analysis of the residue shall be as follows: If the residue is less than 0.005 g, the material is acceptable with-

out further analysis. If the residue is 0.005 g or more, the procedure shown in (a)(3) above shall be repeated and the residue analyzed in accordance with SD-129 or SD-1552. Alternately the material may be decomposed in accordance with SD-129 and analyzed in accordance with SD-516 Method B. The sulphur content shall not exceed 1% of the residue by weight.

(b) When examining austenitic stainless steel or titanium, all materials shall be analyzed individually for chlorine and fluorine content as follows.

(1) An individual sample of the penetrant materials with the exception of cleaners shall be prepared for analysis by heating 50 g of the material in a 150 mm nominal diameter glass Petri dish at a temperature of 194°F to 212°F (90°C to 100°C) for 60 min.

PRECAUTION: Provide adequate ventilation to dissipate the emitted vapor.

(2) If the residue is 0.0025 g or more, the procedure shown in (b)(1) above shall be repeated. The residue may be analyzed in accordance with SD-808 and the total shall not exceed 1% by weight. Or, alternately, the residue shall be analyzed in accordance with SE-165, Annex 2 for chlorine and SE-165, Annex 3 for fluorine, and the total chlorine plus fluorine content shall not exceed 1 % by weight.

(3) An individual sample of the cleaner/remover material shall be prepared for analysis by heating 100 g of the material in a 150 mm nominal diameter glass Petri dish at a temperature of 194°F to 212°F (90°C to 100°C) for 60 min.

PRECAUTION: Provide adequate ventilation to dissipate the emitted vapor.

(4) If the residue is 0.005 g or more, the procedure shown in (b)(3) above shall be repeated. The residue may be analyzed in accordance with SD-808 and the total shall not exceed 1% by weight. Or, alternately, the residue shall be analyzed in accordance with SE-165, Annex 2 for chlorine and SE-165, Annex 3 for fluorine, and the total chlorine plus fluorine content shall not exceed 1% by weight.

(c) As an alternative to (a) and (b) above, SE-165, Annex A4 may be used for determination of anions by ion chromatography, which provides a single instrumental technique for rapid sequential measurement of common anions such as chloride, fluoride, and sulfate.

T-642 Surface Preparation

A00

(a) In general, satisfactory results may be obtained when the surface of the part is in the as-welded, as-rolled, as-cast, or as-forged condition. Surface prepara-

be necessary where surface irregularities could mask indications of unacceptable discontinuities.

(b) Prior to each liquid penetrant examination, the surface to be examined and all adjacent areas within at least 1 in. shall be dry and free of all dirt, grease, lint, scale, welding flux, weld spatter, paint, oil, and other extraneous matter that could obscure surface openings or otherwise interfere with the examination.

(c) Typical cleaning agents which may be used are detergents, organic solvents, descaling solutions, and paint removers. Degreasing and ultrasonic cleaning methods may also be used.

(d) Cleaning solvents shall meet the requirements of T-641. The cleaning method employed is an important part of the examination process.

NOTE: Conditioning of surfaces prior to examination may affect the results. See SE-165, Annex A1.

T-643 **Drying After Preparation**

After cleaning, drying of the surfaces to be examined shall be accomplished by normal evaporation or with forced hot or cold air. A minimum period of time shall be established to ensure that the cleaning solution has evaporated prior to application of the penetrant.

T-650 **PROCEDURE/TECHNIQUE**

T-651 **Techniques**

Either a color contrast (visible) penetrant or a fluorescent penetrant shall be used with one of the following three penetrant processes:

- (a) water washable
- (b) post-emulsifying
- (c) solvent removable

The visible and fluorescent penetrants used in combination with these three penetrant processes result in six liquid penetrant techniques.

98 T-652 **Techniques for Standard Temperatures**

As a standard technique, the temperature of the penetrant and the surface of the part to be processed shall not be below 50°F (10°C) nor above 125°F (52°C) throughout the examination period. Local heating or cooling is permitted provided the part temperature remains in the range of 50°F to 125°F (10°C to 52°C) during the examination. Where it is not practical to comply with these temperature limitations, other temper-

atures and times may be used, provided the procedures are qualified as specified in T-653.

T-653 **Techniques for Nonstandard Temperatures**

T-653.1 General. When it is not practical to conduct a liquid penetrant examination within the temperature range of 50°F to 125°F (10°C to 52°C), the examination procedure at the proposed lower or higher temperature range requires qualification. This shall require the use of a quench cracked aluminum block, which in this Article is designated as a liquid penetrant comparator block. 98

T-653.2 Liquid Penetrant Comparator. The liquid penetrant comparator blocks shall be made of aluminum, ASTM B 209, Type 2024, ³/₈ in. thick, and should have approximate face dimensions of 2 in. × 3 in. (52 mm × 76 mm). At the center of each face, an area approximately 1 in. (25 mm) in diameter shall be marked with a 950°F (510°C) temperature-indicating crayon or paint. The marked area shall be heated with a blowtorch, a Bunsen burner, or similar device to a temperature between 950°F (510°C) and 975°F (524°C). The specimen shall then be immediately quenched in cold water which produces a network of fine cracks on each face. 98

The block shall then be dried by heating to approximately 300°F (149°C). After cooling, the block shall be cut in half. One-half of the specimen shall be designated block "A" and the other block "B" for identification in subsequent processing. Figure T-653.2 illustrates the comparator blocks "A" and "B." As an alternate to cutting the block in half to make blocks "A" and "B," separate blocks 2 in. × 3 in. (52 mm × 76 mm) can be made using the heating and quenching technique as described above. Two comparator blocks with closely matched crack patterns may be used. The blocks shall be marked "A" and "B."

T-653.3 Comparator Application 98

(a) If it is desired to qualify a liquid penetrant examination procedure at a temperature of less than 50°F (10°C), the proposed procedure shall be applied to block "B" after the block and all materials have been cooled and held at the proposed examination temperature until the comparison is completed. A standard procedure which has previously been demonstrated as suitable for use shall be applied to block "A" in the 50°F to 125°F (10°C to 52°C) temperature range. The indications of cracks shall be compared between blocks "A" and "B." If the indications obtained under the proposed conditions on block "B" are essentially A99

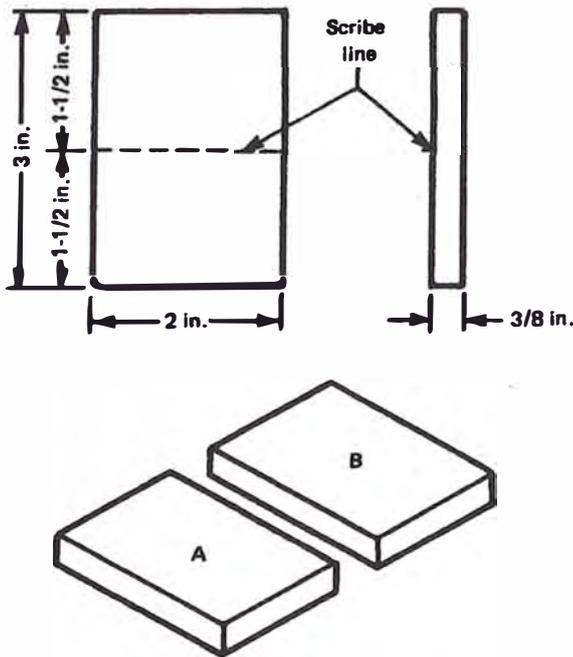


FIG. T-653.2 LIQUID PENETRANT COMPARATOR
 (NOTE: Dimensions given are for guidance only and are not critical.)

the same as obtained on block "A" during examination at 50°F to 125°F (10°C to 52°C), the proposed procedure shall be considered qualified for use.

(b) If the proposed temperature for the examination is above 125°F (52°C), block "B" shall be held at this temperature throughout the examination. The indications of cracks shall be compared as described in T-653.3(a) while block "B" is at the proposed temperature and block "A" is at the 50°F to 125°F (10°C to 52°C) temperature range.

(c) A procedure qualified at a temperature lower than 50°F (10°C) shall be qualified from that temperature to 50°F (10°C).

(d) To qualify a procedure for temperatures above 125°F (52°C), the upper and lower temperature limits shall be established and the procedure qualified at these temperatures.

(e) As an alternate to the requirements of T-653.3(a) and T-653.3(b) when using color contrast penetrants, it is permissible to use a single comparator block for the standard and nonstandard temperatures and to make the comparison by photography.

(1) When the single comparator block and photographic technique is used, the processing details (as

applicable) described in T-653.3(a) and T-653.3(b) apply. The block shall be thoroughly cleaned between the two processing steps. Photographs shall be taken after processing at the nonstandard temperature and then after processing at the standard temperature. The indication of cracks shall be compared between the two photographs. The same criteria for qualification as T-653.3(a) shall apply.

(2) The identical photographic techniques shall be used to make the comparison photographs.

T-654 Technique Restrictions

Fluorescent penetrant examination shall not follow a color contrast penetrant examination. Intermixing of penetrant materials from different families or different manufacturers is not permitted. A retest with water washable penetrants may cause loss of marginal indications due to contamination.

T-670 EXAMINATION

T-671 Penetrant Application

The penetrant may be applied by any suitable means, such as dipping, brushing, or spraying. If the penetrant is applied by spraying using compressed-air-type apparatus, filters shall be placed on the upstream side near the air inlet to preclude contamination of the penetrant by oil, water, dirt, or sediment that may have collected in the lines.

T-672 Penetration Time

98

Penetration time is critical. The minimum penetration time shall be as required in Table T-672 or as qualified by demonstration for specific applications.

T-673 Excess Penetrant Removal

After the specified penetration time has elapsed, any penetrant remaining on the surface shall be removed, taking care to minimize removal of penetrant from discontinuities.

T-673.1 Water-Washable Penetrants. Excess water-washable penetrant shall be removed with a water spray. The water pressure shall not exceed 50 psi (345 kPa), and the water temperature shall not exceed 110°F (43°C).

T-673.2 Postemulsification Penetrants

(a) *Lipophilic Emulsification* After the required penetrant dwell time, the excess surface penetrant shall be

98
A00

emulsified by immersing or flooding the part with the emulsifier. Emulsification time is dependent on the type of emulsifier and surface condition. The actual emulsification time shall be determined experimentally. After emulsification, the mixture shall be removed by immersing in or rinsing with water. The temperature and pressure of the water shall be as recommended by the manufacturer.

(b) *Hydrophilic Emulsification.* After the required penetrant dwell time and prior to emulsification, the parts shall be prerinsed with water spray using the same process as for water-washable penetrants. Prerinsing time shall not exceed 1 min. After prerinsing, the excess surface penetrant shall be emulsified by immersing in or spraying with hydrophilic emulsifier. Bath concentration shall be as recommended by the manufacturer. After emulsification, the mixture shall be removed by immersing in or rinsing with water. The temperature and pressure of the water shall be as recommended by the manufacturer.

NOTE: Additional information may be obtained from SE-165.

T-673.3 Solvent Removable Penetrants. Excess solvent removable penetrants shall be removed by wiping with a cloth or absorbent paper, repeating the operation until most traces of penetrant have been removed. The remaining traces shall be removed by lightly wiping the surface with cloth or absorbent paper moistened with solvent. To minimize removal of penetrant from discontinuities, care shall be taken to avoid the use of excess solvent. **Flushing the surface with solvent, following the application of the penetrant and prior to developing, is prohibited.**

T-674 Drying After Excess Penetrant Removal

(a) For the water washable or post-emulsifying technique, the surfaces may be dried by blotting with clean materials or by using circulating air, provided the temperature of the surface is not raised above 125°F (52°C).

(b) For the solvent removable technique, the surfaces may be dried by normal evaporation, blotting, wiping, or forced air.

T-675 Developing

The developer shall be applied as soon as possible after penetrant removal; the time interval shall not exceed that established in the procedure. Insufficient coating thickness may not draw the penetrant out of

discontinuities; conversely, excessive coating thickness may mask indications.

With color contrast penetrants, only a wet developer shall be used. With fluorescent penetrants, a wet or dry developer may be used.

T-675.1 Dry Developer Application. Dry developer shall be applied only to a dry surface by a soft brush, hand powder bulb, powder gun, or other means, provided the powder is dusted evenly over the entire surface being examined.

T-675.2 Wet Developer Application. Prior to applying suspension type wet developer to the surface, the developer must be thoroughly agitated to ensure adequate dispersion of suspended particles.

(a) *Aqueous Developer Application.* Aqueous developer may be applied to either a wet or dry surface. It shall be applied by dipping, brushing, spraying, or other means, provided a thin coating is obtained over the entire surface being examined. Drying time may be decreased by using warm air, provided the surface temperature of the part is not raised above 125°F. Blotting is not permitted.

(b) *Nonaqueous Developer Application.* Nonaqueous developer shall be applied only to a dry surface. It shall be applied by spraying, except where safety or restricted access preclude it. Under such conditions, developer may be applied by brushing. Drying shall be by normal evaporation.

T-675.3 Developing time for final interpretation begins immediately after the application of a dry developer or as soon as a wet developer coating is dry. The minimum developing time shall be as required by Table T-672. 98

T-676 Interpretation 98

T-676.1 Final Interpretation. Final interpretation shall be made within 7 to 60 min after the requirements of T-675.3 are satisfied. If bleed-out does not alter the examination results, longer periods are permitted. If the surface to be examined is large enough to preclude complete examination within the prescribed or established time, the examination shall be performed in increments.

T-676.2 Characterizing Indication(s). The type of discontinuities are difficult to evaluate if the penetrant diffuses excessively into the developer. If this condition occurs, close observation of the formation of indication(s) during application of the developer may assist in characterizing and determining the extent of the indication(s).

TABLE T-672 MINIMUM DWELL TIMES

Material	Form	Type of Discontinuity	Dwell Times [Note(1)] (minutes)	
			Penetrant	Developer
Aluminum, magnesium, steel, brass and bronze, titanium and high-temperature alloys	Casting and welds	Cold shuts, porosity, lack of fusion, cracks (all forms)	5	7
	Wrought materials - extrusions, forging, plate	Laps, cracks (all forms)	10	7
Carbide-tipped tools		Lack of fusion, porosity, cracks	5	7
Plastic	All forms	Cracks	5	7
Glass	All forms	Cracks	5	7
Ceramic	All forms	Cracks, porosity	5	7

NOTE:

(1) For temperature range from 50°F to 125°F (10°C to 52°C).

98 T-676.3 Color Contrast Penetrants. With a color contrast penetrant, the developer forms a reasonably uniform white coating. Surface discontinuities are indicated by bleed-out of the penetrant which is normally a deep red color that stains the developer. Indications with a light pink color may indicate excessive cleaning. Inadequate cleaning may leave an excessive background making interpretation difficult. A minimum light intensity of 50 fc (500 Lx) is required to ensure adequate sensitivity during the examination and evaluation of indications.

98 T-676.4 Fluorescent Penetrants. With fluorescent penetrants, the process is essentially the same as in T-676.3, with the exception that the examination is performed using an ultraviolet light, called *black light*. The examination shall be performed as follows:

- (a) It shall be performed in a darkened area.
- (b) The examiner shall be in the darkened area for at least 1 min prior to performing the examination to enable his eyes to adapt to dark viewing. If the examiner wears glasses or lenses, they shall not be photosensitive.
- (c) The black light shall be allowed to warm up for a minimum of 5 min prior to use or measurement of the intensity of the ultraviolet light emitted.
- (d) The black light intensity shall be measured with a black light meter. A minimum of 1000 μW/cm² on the surface of the part being examined shall be required.

The black light intensity shall be measured at least once every 8 hr, and whenever the work station is changed.

T-677 Postexamination Cleaning

A00

When postexamination cleaning is required by the procedure, it should be conducted as soon as practical using a process that does not adversely affect the part.

T-680 EVALUATION

(a) All indications shall be evaluated in terms of the acceptance standards of the referencing Code Section.

(b) Discontinuities at the surface will be indicated by bleed-out of penetrant; however, localized surface irregularities due to machining marks or other surface conditions may produce false indications.

(c) Broad areas of fluorescence or pigmentation which could mask indications of discontinuities are unacceptable, and such areas shall be cleaned and reexamined.

T-690 DOCUMENTATION/RECORDS

T-690.1 Documentation/records shall be in accordance with the referencing Code Section.

C4 ENSAYO DE TRACCION - TUBERIAS DE HDPE

A continuación se muestran los resultados obtenidos al realizar el ensayo de tracción a probetas de tuberías de HDPE termofusionadas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
LABORATORIO DE MECANICA - LAB N° 4
LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA, ENSAYOS MECANICOS Y METROLOGIA

INFORME TECNICO
Lb4-909-2008

**ENSAYO DE TRACCION EN PROBETAS DE
TUBERIA HDPE**

SOLICITANTE **CORBAN CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**
REFERENCIA Orden de Laboratorio N° 095206
FECHA Lima, 19 de Setiembre de 2008

1. ANTECEDENTES

Se recibió una (01) tubería de HDPE, de la cual se han extraído dos (02) probetas para realizarles ensayo de Tracción.

**2. DE LAS
PROBETAS**

Se identificó según el cliente como:
Tubería HDPE

**3. PROCEDIMIENTO
DE ENSAYO**

Según Norma ASTM D2657

**4. EQUIPOS
UTILIZADOS**

Máquina Universal de Ensayos, marca AMSLER capacidad 5 000 Kgf.
Vernier digital, marca MITUTOYO, aproximación 0,01 mm.

**5. CONDICIONES
DE ENSAYO**

Temperatura ambiente 19 °C, humedad relativa 69%



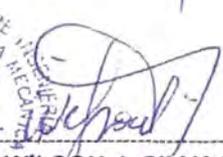


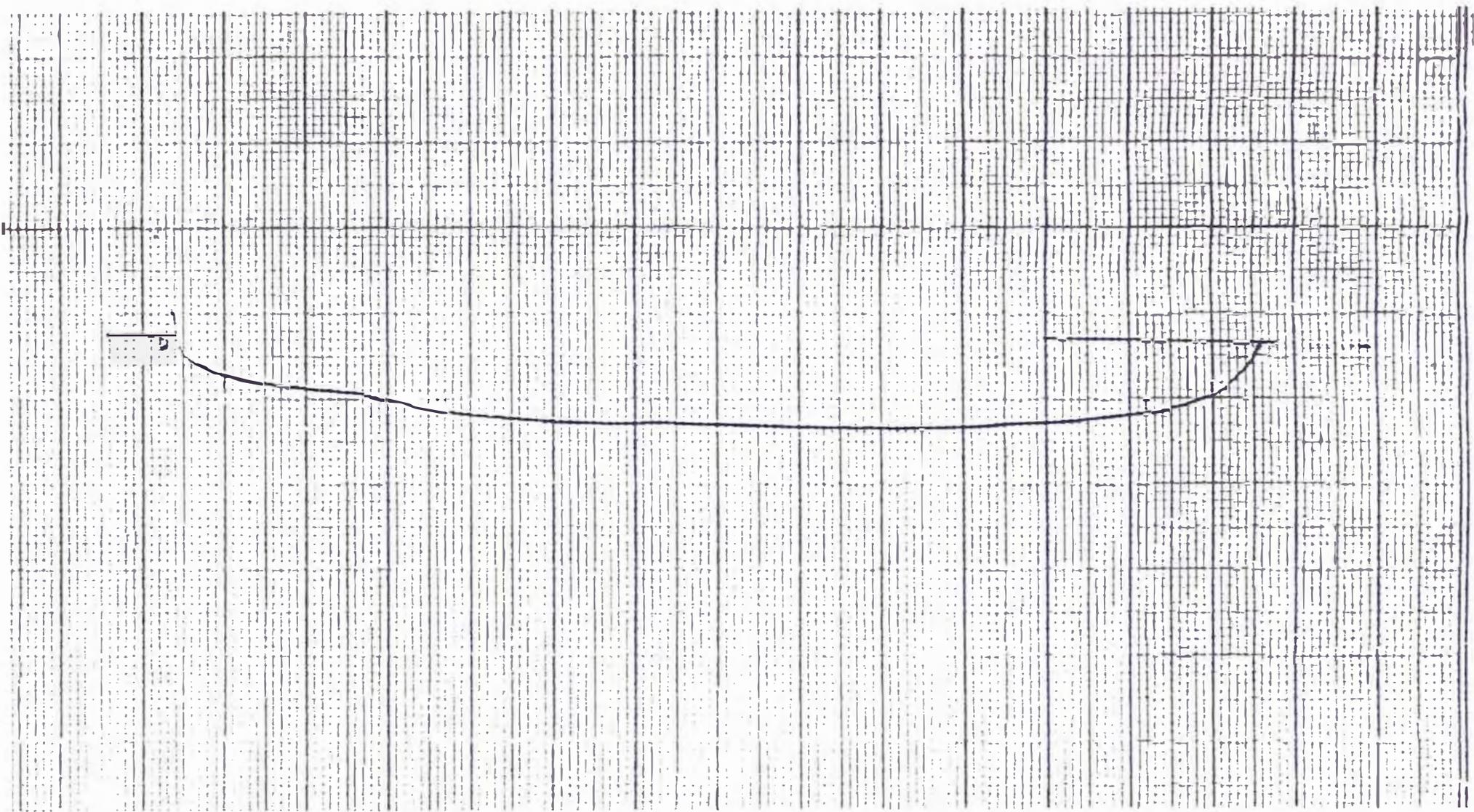
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
LABORATORIO DE MECANICA - LAB N° 4
LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA, ENSAYOS MECANICOS Y METROLOGIA

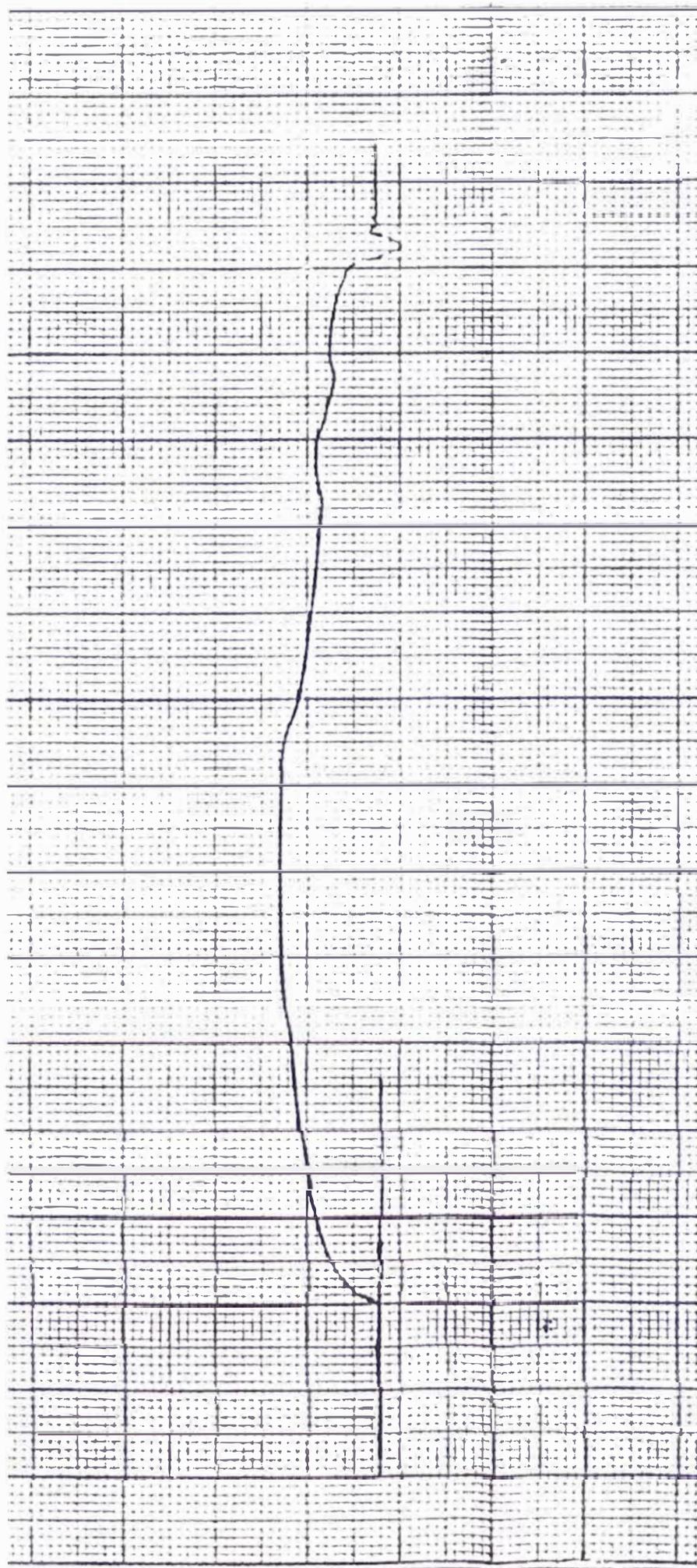
Lb4-909-2008

6. RESULTADOS

MUESTRA	ESPEJOR (mm)	ANCHO (mm)	FUERZA DE FLUENCIA (Kg f)	FUERZA MAXIMA (Kg f)	ESFUERZO MAXIMO Kg/mm ² (Mpa)	ESFUERZO DE FLUENCIA Kg/mm ² (Mpa)	OBSERVACION
1	11,93	18,65	380	560	2,52 (24,68)	1,71 (16,75)	Rompió en el material base
2	11,94	18,75	370	570	2,54 (24,91)	1,65 (16,18)	Rompió en el material base


JEFATURA
ING. WILSON J. SILVA VASQUEZ
CIP. 41941
Jefe del Laboratorio N° 4





C5 TORQUE APLICADO A UNIONES BRIDADAS.

A continuación se muestra el torque a aplicar a las uniones bridadas, según estándares de cliente.

TABLA No 1

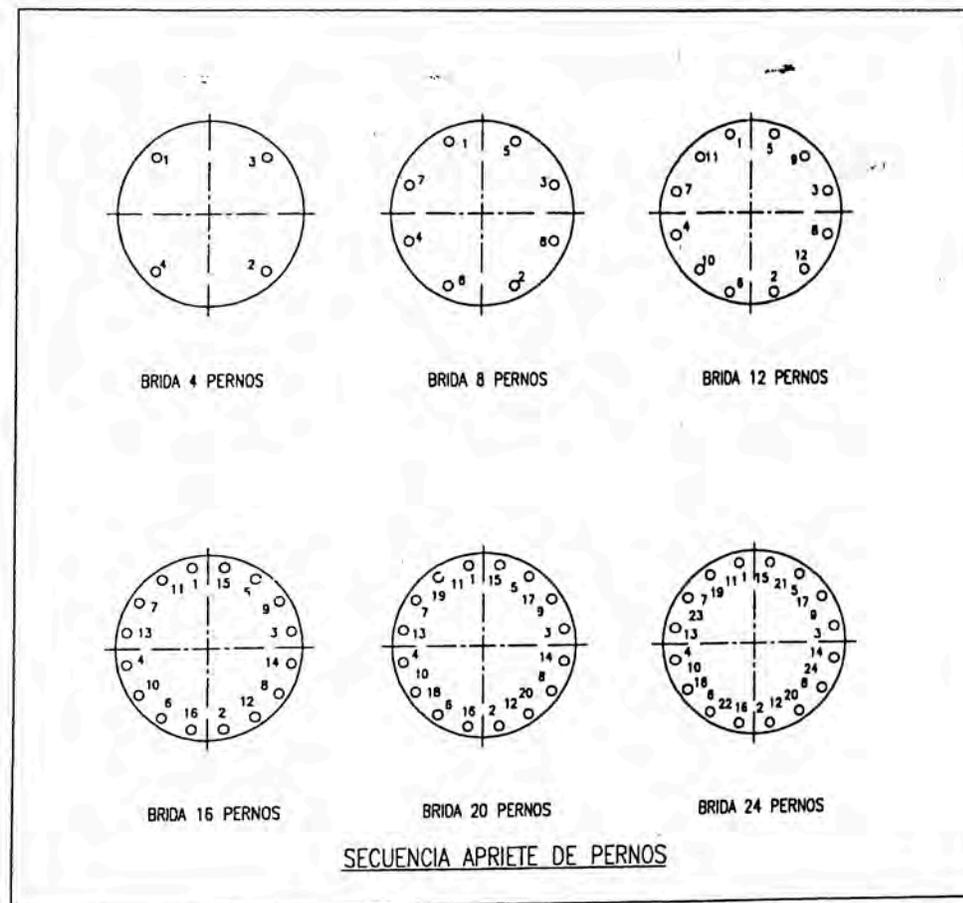
MATERIAL PERNOS : A-193 Gr. B-7
MATERIAL EMPAQUETADURA : BLUE-GARD, ST-706, HTC, B-9900, GRAPH-LOCK, GYLON

DIAM. TUBO	CLASE 150f - RF 285 Psi @ 38°C				CLASE 300f - RF 620 Psi @ 38°C				CLASE 1500f - RF 3085 Psi @ 38°C			
	N° PERNOS	DIAM. PERNOS	TORQUE MIN. (ft-lbs)	TORQUE MAX. (ft-lbs)	N° PERNOS	DIAM. PERNOS	TORQUE MIN. (ft-lbs)	TORQUE MAX. (ft-lbs)	N° PERNOS	DIAM. PERNOS	TORQUE MIN. (ft-lbs)	TORQUE MAX. (ft-lbs)
1/2"	4	1/2"	7	28	4	1/2"	9	28	4	3/4"	22	39
3/4"	4	1/2"	10	40	4	5/8"	16	51	4	3/4"	32	56
1"	4	1/2"	13	53	4	5/8"	21	67	4	7/8"	48	86
1-1/2"	4	1/2"	26	60	4	3/4"	48	151	4	1"	114	203
2"	4	5/8"	52	120	8	5/8"	35	108	8	7/8"	78	139
2-1/2"	4	5/8"	61	120	8	3/4"	45	141	8	1"	106	189
3"	4	5/8"	89	120	8	3/4"	66	200	8	1-1/8"	171	305
4"	8	5/8"	63	120	8	3/4"	94	200	8	1-1/4"	267	477
5"	8	3/4"	88	200	8	3/4"	117	200	8	1-1/2"	353	630
6"	8	3/4"	111	200	12	3/4"	99	200	12	1-3/8"	307	548
8"	8	3/4"	150	200	12	7/8"	160	320	12	1-5/8"	462	825
10"	12	7/8"	141	320	16	1"	185	490	12	1-7/8"	748	1335
12"	12	7/8"	187	320	16	1-1/8"	269	710	16	2"	712	1271
14"	12	1"	238	490	20	1-1/8"	234	652	16	2-1/4"	869	1552
16"	16	1"	226	490	20	1-1/4"	328	912	16	2-1/2"	1215	2170
18"	16	1-1/8"	336	710	24	1-1/4"	371	1000	16	2-3/4"	1810	3233
20"	20	1-1/8"	296	710	24	1-1/4"	409	1000	16	3"	2164	3865
24"	20	1-1/4"	422	1000	24	1-1/2"	579	1552	-	-	-	-

TABLA No 2
(NOTA No3)

MATERIAL PERNOS : A-307 Gr. B
MAXIMA PRESION DE TRABAJO : 150 Psi
MATERIAL EMPAQUETADURA : GOMA

DIAM. TUBO	CLASE 125/150f - FF				CLASE 150f - RF			
	N° PERNOS	DIAM. PERNOS	TORQUE MIN. (ft-lbs)	TORQUE MAX. (ft-lbs)	N° PERNOS	DIAM. PERNOS	TORQUE MIN. (ft-lbs)	TORQUE MAX. (ft-lbs)
1/2"	4	1/2"	11	17	4	1/2"	1	2
3/4"	4	1/2"	14	21	4	1/2"	2	3
1"	4	1/2"	16	25	4	1/2"	2	4
1-1/2"	4	1/2"	22	34	4	1/2"	5	7
2"	4	5/8"	38	60	4	5/8"	10	14
2-1/2"	4	5/8"	52	82	4	5/8"	12	17
3"	4	5/8"	57	89	4	5/8"	17	25
4"	8	5/8"	38	60	8	5/8"	12	18
5"	8	3/4"	48	75	8	3/4"	17	24
6"	8	3/4"	54	85	8	3/4"	22	31
8"	8	3/4"	77	121	8	3/4"	29	42
10"	12	7/8"	75	118	12	7/8"	27	39
12"	12	7/8"	109	171	12	7/8"	36	52
14"	12	1"	156	245	12	1"	46	66
16"	16	1"	141	221	16	1"	44	63
18"	16	1-1/8"	178	280	16	1-1/8"	76	108
20"	20	1-1/8"	168	264	20	1-1/8"	67	95
24"	20	1-1/4"	230	361	20	1-1/4"	93	134



NOTAS :

- PARA LA INSTALACION DE EMPAQUETADURAS SE DEBERA CONSIDERAR:
 - CENTRAR LA EMPAQUETADURA EN LA BRIDA (ESPECIALMENTE EN BRIDAS RF).
 - APRETAR A MANO (SIN LLAVE) LOS PERNOS DE TAL FORMA DE COMPRIMIR LA EMPAQUETADURA EN FORMA UNIFORME.
 - USAR UNA LLAVE DE TORQUE CALIBRADA, PERNOS Y TUERCAS LUBRICADOS.
 - APRETAR TODOS LOS PERNOS DE ACUERDO AL PATRON INDICADO EN LAS FIGURAS, EN INCREMENTO DE 1/3 DEL TORQUE MAXIMO.
 - RETORQUEAR LOS PERNOS 12 O 24 HORAS DESPUES DE PONER EN SERVICIO LAS UNIAS.
 - NO USAR LUBRICANTES NI PEGAMENTOS SOBRE LAS EMPAQUETADURAS.
- FUERON CONSIDERADAS EMPAQUETADURAS DE 1/16" DE ESPESOR, PARA MAYOR ESPESOR AUMENTA EL TORQUE MINIMO.
- APLICAR TORQUES DE APRIETE INDICADOS EN TABLA No 2 PARA UNIONES "STUB-END" DE POLIETILENO (HOPE)

SOLO PARA INFORMACION JOB No. 4635

FECHA	DESCRIPCION	LE	EM	PM	CLT	PLANO NO.	TITULO	REV. No.	No.	FECHA	CLTE. TERR.	NOTAS
A 11/27/00	ISSUED FOR REVIEW	OP/TC	CH	RE								
B 01/23/01	ISSUED FOR APPROVAL	OP/TC	CH	RE								
D	ISSUED FOR CONSTRUCTION											

CONFIDENCIAL	APROBADO POR CLIENTE
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE MINERA YAMACOCHA S.R.L. SU USO Y REPRODUCCION, SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.	FECHA : DISEÑADO POR: A. PORRAS REVISADO POR: C. POBLETE INGENIERO: C. NUÑEZ SEÑOR PROYECTO: R. CHAPMAN D. LEE
	FECHA: 11/27/00 FECHA: 11/27/00 FECHA: 11/27/00 FECHA: 11/27/00 FECHA: 11/27/00
	ESTANDAR DE CAÑERIAS PERNOS TORQUE PARA PERNOS DE BRIDAS
CAJAMARCA - PERU	2000-6-09022

FECHA: 11/27/00

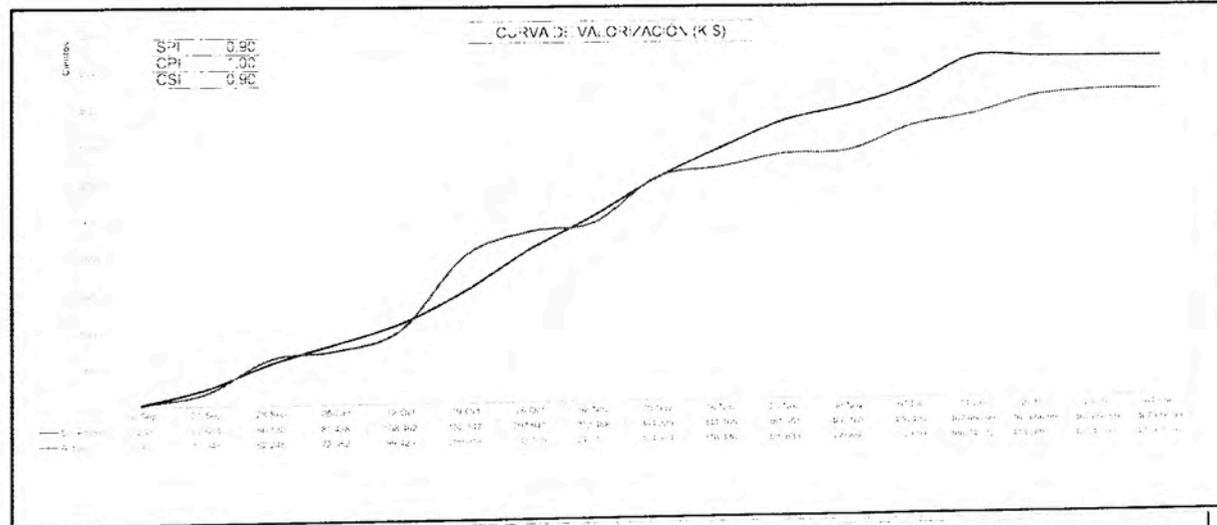
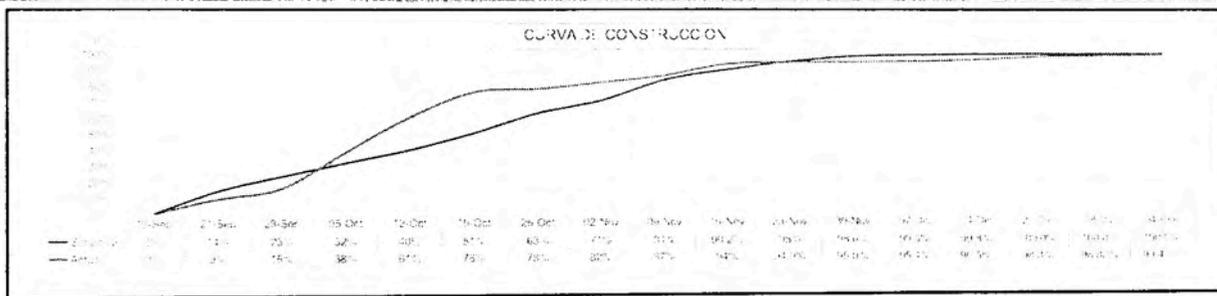
ANEXO D

D1 REPORTE DE CONTROL DEL PROYECTO

A continuación se muestra el formato de reporte de control del proyecto utilizado para realizar el seguimiento al proyecto.

D2 PANEL DE CONTROL DEL PROYECTO

A continuación se muestra el panel de control utilizado para el seguimiento del control semanal del proyecto.



SCHEDULE

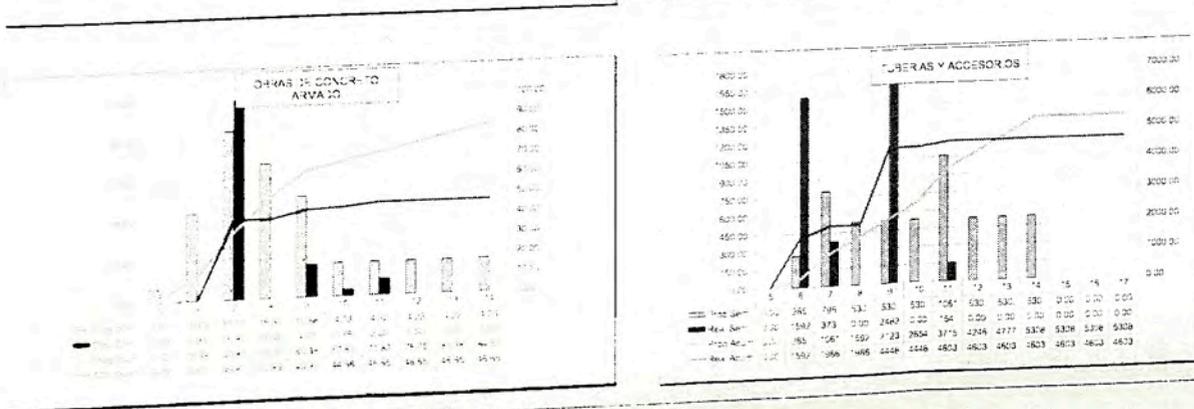
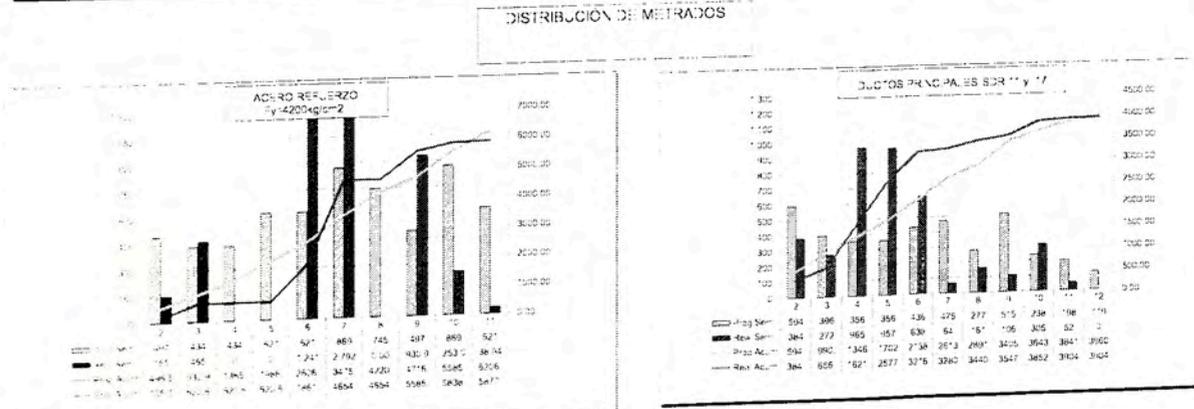
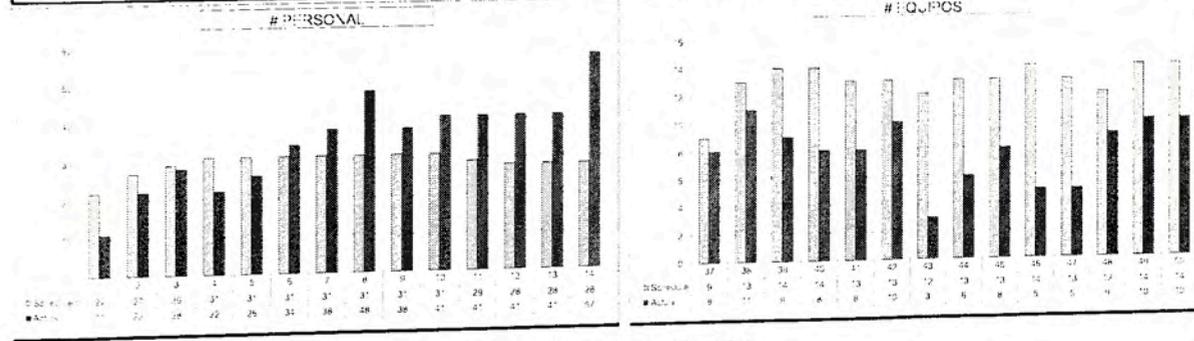
Item	Planned	Actual	Variance
Contract Value	1,300,000	980,000	320,000
Manpower (K \$)	297,500	427,672	(130,172)

MILESTONES

Activity	Planned	Actual	Days
Project Start	19/09/2008	19/09/2008	43

COMENTARIOS

DEVIACIONES Y/O INTERFERENCIAS



AFE Padre:
 Afe Hijo:
 CONTRATO:
 CONTRATISTA:
 PROYECTO:
 ACTUALIZACION:

MONTEAJE PARA CAPTAR AGUA DE MANANTIALES A 3200 M.S.N.M.

PERSONAL

CRAFT/FUNCTION	CATEGORY	WEEK / MONTH																	Total M/WKS		
		Status	Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre					Enero	
			37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		53	54
NON MANUAL																					
Ingeniero Residente	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
Supervisor QC	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
	A			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	
Supervisores PdP y M.A.	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
	A	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	29	
Supervisor Civil	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	25	
Supervisor Elect. y de Instrumentacion	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
	A	1	1	1	1							2	2	2	2	1	1	1	1	14	
Supervisor Mecanico	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	
	A	1	1	1	1	1														5	
TOTAL NON MANUAL	P	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	108	
	A	5	5	6	6	6	5	5	5	5	6	6	6	9	9	9	6	5		105	
INDIRECT STAFF																					
Almacenero	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	
	A	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	28	
Chofer	P	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	62	
	A	2	1	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	54	
TOTAL INDIRECT STAFF	P	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	70	
	A	3	2	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	4	4		82	
DIRECT																					
Capetaz	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	
	A	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	26	
Civil																					
Mecánico																					
Eléctrico																					
Instrumentista																					
Operadores	P	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	36	
	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	
Civil																					
Mecánico																					
Eléctrico																					
Instrumentación																					
Operarios	P	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	84	
	A	2	3	5	5	5	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	7	9	9	130	
Civil																					
Mecánico																					
Civil																					
Instrumentista																					
Oficiales	P	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	108	
	A	2	6	9	5	7	9	10	15	12	13	13	14	14	19	19	12	12	12	191	
Civil																					
Mecánico																					
Eléctrico																					
Instrumentista																					
Ayudantes	P	10	15	17	17	17	17	17	17	17	17	16	14	14	14	14	14	14	14	274	
	A	5	11	12	10	12	14	16	21	14	16	16	16	16	24	24	16	16	16	259	
Civil																					
Mecánico																					
Eléctrico																					
Instrumentista																					
Apoyo Cajamarca																					
TOTAL DIRECT STAFF																					
Scheduled	P	22	27	29	31	31	31	31	31	31	31	29	28	28	28	28	28	28	28	520	
Actual	A	11	22	28	22	26	34	38	48	38	41	41	41	41	67	67	38	39		622	
OVERALL TOTAL STAFF																					
	P	31	36	39	41	41	41	41	41	41	41	39	38	38	38	38	36	38	38	698	
	A	19	29	38	32	37	44	48	58	48	62	62	66	56	72	72	48	48		809	

EQUIPOS

CATEGORY	STATUS	Setiembre					Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero	Equip. weeks Total
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	1	2	3	4	1		
		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53		
Camioneta	P	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	
	A	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	3	3	3	2	32	
Combi	P	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32	
	A	1	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	4	2	2	2		38	
Custer	P								1	1	1	1	1					5		
	A								1					1	1	1	1	5		
Camión Grua	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	20		
	A	1	1	1	1		1											5		
Equipo de oxicorte	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16		
	A	1	1															2		
Maquina de soldar	P	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	33	
	A	2	1	1	1	1	1		1	1			1	1	1	1	1	15		
Amoladora	P	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	63	
	A	1	2	2	1	2	2		1	1	1	1	2	3	3	3	3	2	30	
Estacion total	P	1			1	1	1				1	1						6		
	A	1					1		1	1								4		
Nivel optico	P		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16		
	A		1	1	1	1												4		
Grupo Electrónico	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17		
	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10		
Vibro apisonadora	P		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16		
	A		1	1		1	1					2		2	2	2		12		
Retroexcavadora	P		1	1					1	1	1			1	1	1	1	10		
	A																			
Schedule	P	9	13	14	14	13	13	12	13	13	14	13	12	14	14	14	14	10	254	
Actual	A	8	11	9	8	8	10	3	6	8	5	5	9	10	10	10	10	7	137	

ANEXO E ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

A continuación se detalla el análisis de precios unitarios del presupuesto mecánico del proyecto.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Disciplina: ACERO ESTRUCTURAL

2.2.1.4 CARPINTERIA METALICA

ITEM	DESCRIPCION	Nº Und	Rendimiento		P.Unit	Glb/dia	Sub-total	Total
			Und	Cant				
2.2.1.4	CARPINTERIA METALICA				1			
2.2.1.4-A	SUMINISTRO E INSTALACION DE CERCO CON CONCERTINA							2222.13
2.2.1.4-A-1	MAQUINARIA Y EQUIPO						280.00	
2.2.1.4-A-1.1	Equipos y Herramientas		GLB	1.00	50.00	50.00		
2.2.1.4-A-1.1	Grupo Electrogeno		H.m.	20.00	12.00	240.00		
2.2.1.4-A-1	MATERIALES						1629.33	
2.2.1.4-A-1	Tubo de STD 2" Ø		UND	15	68.70	1030.50		
2.2.1.4-A-2	CONCERTINA DE PUAS DWG 12/14, Ø500mm		ML	100	3.41	341.33		
2.2.1.4-A-3	Accesorios de concertina		Und	15	8.50	127.50		
2.2.1.4-A-4	Materiales de Consumibles		GLB	1.00	150.00	150.00		
2.2.1.4-A-5	D-2		Gls	45.00	4.00	180.00		
3.0.0	MANO DE OBRA						102.80	
3.01	Capataz	0.50	H-H	4.00	4.90	19.60		
3.02	Operario	1.00	H-H	8.00	3.95	31.60		
3.03	Oficial	1.00	H-H	8.00	3.50	28.00		
3.04	Peón	1.00	H-H	8.00	2.95	23.60		
2.2.1.4-B	SUMINISTRO E INSTALACION CERCO PERIMETRICO METALICO							1671.60
2.2.1.4-B-1	MAQUINARIA Y EQUIPO						285.00	
2.2.1.4-B-1.1	Herramientas		GLB	1.00	25.00	25.00		
2.2.1.4-B-1.2	Maquina de Soldar		GLB	1.00	30.00	30.00		
2.2.1.4-B-1.3	Grupo Electrogeno		H.M.	20.00	12.00	240.00		
2.2.1.4-B-2	MATERIALES						1190.60	
2.2.1.4-B-2.1	Tubo de STD 3" Ø		UNID	2.00	78.90	157.80		
2.2.1.4-B-2.2	Tubo de STD 2 1/2" Ø		UNID	2.00	72.00	144.00		
2.2.1.4-B-2.3	Malla Galvanizada No. 9 mesh 2' x 2'		GLB	1.00	635.00	635.00		
2.2.1.4-B-2.4	Alambre de Puas No. 9		Gib	1.00	37.80	37.80		
2.2.1.4-B-2.5	Alambre galvanizado No. 7		ML	30.00	1.20	36.00		
2.2.1.4-B-2.6	D-2		Gls	45.00	4.00	180.00		
3.1.0	MANO DE OBRA						185.00	
3.01	Capataz	0.50	H-H	4.00	4.90	19.60		
3.02	Soldador	2.00	H-H	16.00	3.95	63.20		
3.03	Oficial	2.00	H-H	16.00	3.50	56.00		
3.04	Peón	2.00	H-H	16.00	2.95	47.20		
2.2.1.4-C	SUMINISTRO E INSTALACION TAPA PARA CAJA DE VALVULAS							619.00
2.2.1.4-C-1	MAQUINARIA Y EQUIPO						275.00	
2.2.1.4-C-1.1	Maquina de Soldar		GLB	0.50	50.00	25.00		
2.2.1.4-C-1.2	Equipo de Oxicorte		GLB	0.50	15.00	7.50		
2.2.1.4-C-1.3	Esmeril		GLB	0.50	5.00	2.50		
2.2.1.4-C-1.4	Grupo Electrogeno		H.M.	20.00	12.00	240.00		
2.2.1.4-C-2	MATERIALES						281.60	
2.2.1.4-C-2.1	Plancha Estriada 3/16" x 1,280 x 1,780		pza	1.00	120.00	120.00		
2.2.1.4-C-2.2	Barra Lisa de 5/8"		Pza	2.26	10.00	22.60		
2.2.1.4-C-2.3	Soldadura		Kg.	2.00	8.00	16.00		
2.2.1.4-C-2.4	Disco de Desbaste		Pza	1.00	3.00	3.00		
2.2.1.4-C-2.5	Oxigeno y Gas		Gib	1.00	10.00	10.00		
2.2.1.4-C-2.6	D-2		GLS	30.00	4.00	120.00		
3.2.0	MANO DE OBRA						51.40	
3.01	Capataz	0.25	H-H	2.00	4.90	9.80		
3.02	Soldador	0.50	H-H	4.00	3.95	15.80		
3.03	Oficial	0.50	H-H	4.00	3.50	14.00		
3.04	Peón	0.50	H-H	4.00	2.95	11.80		
2.2.1.4-D	PUERTA ACANALADA 1.2x2.25mt INCLUYE CERRAJERIA							258.01
2.2.1.4-D-1	MAQUINARIA Y EQUIPO						19.75	
2.2.1.4-D-1.1	Maquina de Soldar		GLB	0.25	50.00	12.50		
2.2.1.4-D-1.2	Equipo de Oxicorte		GLB	0.15	15.00	2.25		
2.2.1.4-D-1.3	Esmeril		GLB	1.00	5.00	5.00		
2.2.1.4-D-2	MATERIALES						211.58	
2.2.1.4-D-2.1	PLANCHA 2mm 1.1 X 2.03		GLB	1.00	70.00	70.00		
2.2.1.4-D-2.2	MARCO TUBO 75X75X3.0mm		UND	2.00	55.67	111.33		
2.2.1.4-D-2.3	CERROJO		GLB	1.00	10.00	10.00		
2.2.1.4-D-2.3	BISAGRAS		GLB	1.00	15.00	15.00		
2.2.1.4-D-2.4	Soldadura		KG	0.25	8.00	2.00		
2.2.1.4-D-2.5	Disco de Desbaste		UND	0.25	3.00	0.75		
2.2.1.4-D-2.6	Oxigeno y Gas		GLB	0.25	10.00	2.50		
3.3.0	MANO DE OBRA						26.68	
3.01	Capataz	0.15	H-H	1.20	4.90	5.88		
3.02	Soldador	0.25	H-H	2.00	3.95	7.90		
3.03	Oficial	0.25	H-H	2.00	3.50	7.00		
3.04	Ayudante	0.25	H-H	2.00	2.95	5.90		
TOTAL PRESUPUESTO US \$								4769.75

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Disciplina: TUBERIAS

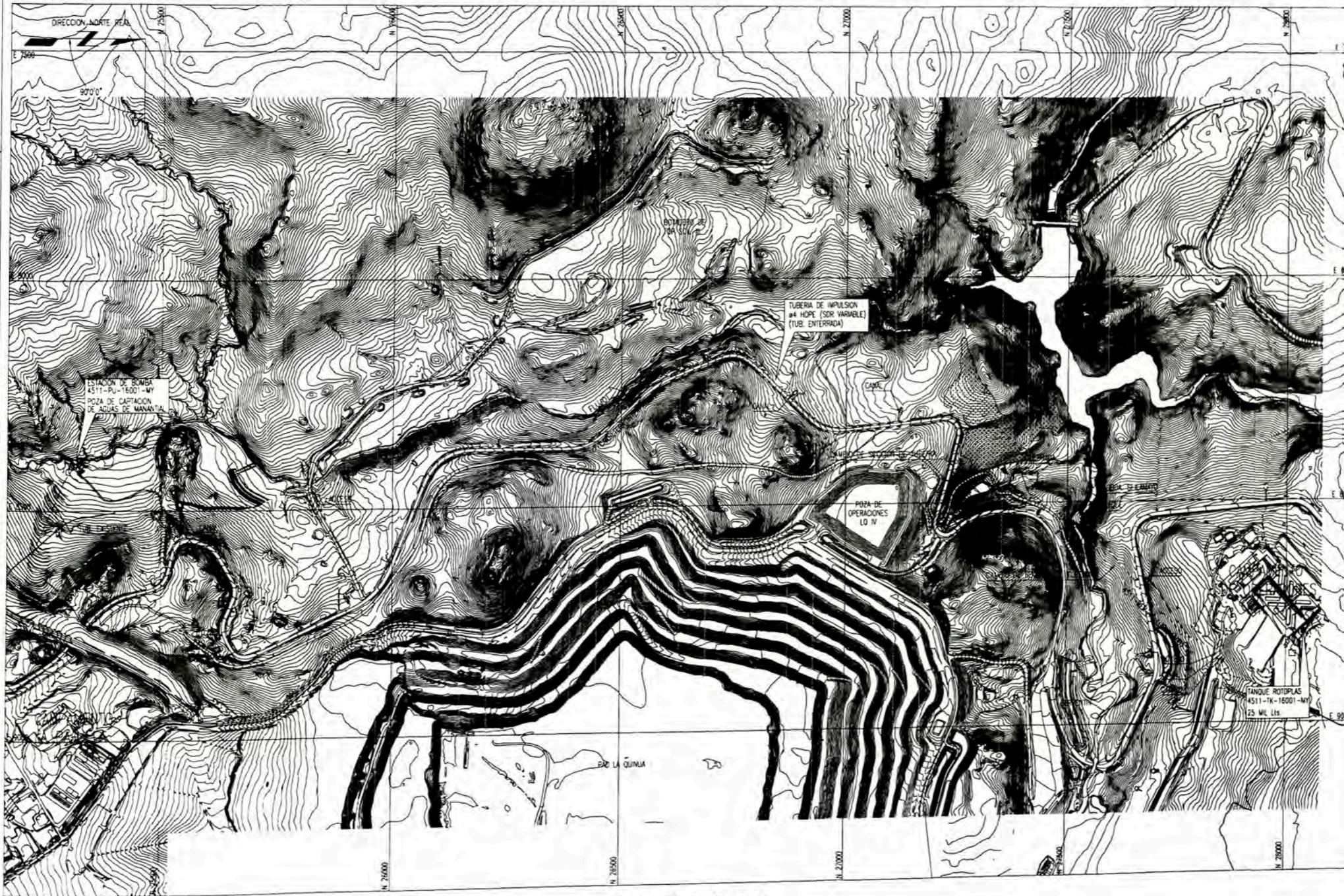
2.2.1.0 TUBERIAS		Rendimiento				1.00			
ITEM	DESCRIPCION	Nº Unid	Unid	Cant	P.Unid	Parcial	Sub-total	Total	
2.2.1.8A DESINSTALACIÓN DE BOMBA EXISTENTE								1,222.33	
2.2.1.8A-1 MAQUINARIA Y EQUIPO							967.73		
2.2.1.8A-1.1	Herramientas y Equipos		GLB	1.00	607.73	607.73			
2.2.1.8A-1.2	Grupo Electrogeno		H.m.	30.00	12.00	360.00			
2.2.1.8A-2 MATERIALES							394.00		
2.2.1.8A-2.1	Oxicorte		GLB	1.00	20.00	20.00			
2.2.1.8A-2.2	Discos de corte		Unid	10.00	3.00	30.00			
2.2.1.8A-2.3	Disco de desbaste		Unid	8.00	3.00	24.00			
2.2.1.8A-2.4	D-2		Gts	80.00	4.00	320.00			
3.0.0 MANO DE OBRA							560.40		
3.01	Capataz	0.6	H-H	4.00	4.90	19.60			
3.02	Operario	6.5	H-H	52.00	3.95	205.40			
3.03	Oficial	6.5	H-H	52.00	3.50	182.00			
3.04	Peón	6.5	H-H	52.00	2.95	153.40			
4.00 OTROS							300.00		
4.20	TIE INS		GLB	1.00	300.00	300.00			
2.2.1.8A-1 INSTALACIÓN DE BOMBA 4611-PU-10001								1,676.38	
2.2.1.8A-1.1 MAQUINARIA Y EQUIPO							540.00		
2.2.1.8A-1.1.1	Herramientas y Equipos		GLB	1.00	150.00	150.00			
2.2.1.8A-1.1.2	Reloj Comparador		GLB	1.00	30.00	30.00			
2.2.1.8A-1.1.3	Grupo Electrogeno		H.m.	30.00	12.00	360.00			
2.2.1.8A-1.2 MATERIALES							516.00		
2.2.1.8A-1.2.1	Oxicorte		GLB	1.00	60.00	60.00			
2.2.1.8A-1.2.2	Discos de corte		UND	1.00	3.00	3.00			
2.2.1.8A-1.2.3	Disco de desbaste		UND	1.00	3.00	3.00			
2.2.1.8A-1.2.4	Pulinas		Glb	1.00	100.00	100.00			
2.2.1.8A-1.2.5	D-2		GLB	90.00	4.00	360.00			
3.0.0 MANO DE OBRA							172.28		
3.01	Capataz	0.15	H-H	1.20	4.90	5.88			
3.02	Operario	2	H-H	16.00	3.95	63.20			
3.03	Oficial	2	H-H	16.00	3.50	56.00			
3.04	Peón	2	H-H	16.00	2.95	47.20			
4.00 OTROS							350.00		
4.01	Pruebas y puesta en Marcha		GLB	1.00	200.00	200.00			
4.02	Abraamiento de bomba		GLB	1.00	150.00	150.00			
2.2.1.8B INSTALACIÓN DE TANQUE 4611-TX-16-001-MY DE 25 M3								768.68	
2.2.1.8B-1 MAQUINARIA Y EQUIPO							276.00		
2.2.1.8B-1.1	Oruga Hub		H.M.	8.00	32.00	256.00			
2.2.1.8B-1.2	Herramientas		Glb	1.00	20.00	20.00			
2.2.1.8B-2 MATERIALES							70.00		
2.2.1.8B-2.1	Materiales consumibles (añon, empacaduras, etc)		Glb	1.00	60.00	70.00			
3.0.0 MANO DE OBRA							112.68		
3.01	Capataz	0.15	H-H	1.20	4.90	5.88			
3.02	Operario	1	H-H	8.00	3.95	31.60			
3.03	Oficial	1	H-H	8.00	3.50	28.00			
3.04	Peón	2	H-H	16.00	2.95	47.20			
4.0.0 CONDICIONES DE COMPONENTES							300.00		
4.0.1	Instalación de componentes de Tanque de M3		Glb	1.00	300.00	300.00			
2.2.1.8C INSTALACIÓN DE BOMBA 4611-PU-10002								5,587.20	
2.2.1.8C-1 MAQUINARIA Y EQUIPO							2,900.00		
2.2.1.8C-1.1	Herramientas y Equipos (Máquina de soldar, Oxicorte, esmeriles)		GLB	1.00	350.00	350.00			
2.2.1.8C-1.1.2	Reloj Comparador		GLB	1.00	30.00	30.00			
2.2.1.8C-1.1.3	Grupo Electrogeno		H.M.	80.00	12.00	960.00			
2.2.1.8C-1.2 MATERIALES							1,560.00		
2.2.1.8C-1.2.1	Oxicorte		GLB	1.00	120.00	120.00			
2.2.1.8C-1.2.2	Discos de corte		UND	3.00	3.00	9.00			
2.2.1.8C-1.2.3	Disco de desbaste		UND	3.00	3.00	9.00			
2.2.1.8C-1.2.4	Pulinas		Glb	1.00	100.00	100.00			
2.2.1.8C-1.2.5	Escobilla de Acero		Pza	1.00	2.00	2.00			
2.2.1.8C-1.2.6	Soldaduras		Kg.	60.00	6.00	360.00			
2.2.1.8C-1.2.7	D-2		GLH	240.00	4.00	960.00			
3.0.0 MANO DE OBRA							1,107.20		
3.01	Capataz	1	H-H	8.00	4.90	39.20			
3.02	Operario	10	H-H	80.00	3.90	316.00			
3.03	Oficial	10	H-H	80.00	3.50	280.00			
3.04	Peón	20	H-H	160.00	2.95	472.00			
2.2.1.8D DUCTOS PRINCIPALES								24,888.00	
2.2.1.8D-1 PIPE SDR 17 PE 3408 HD POLYETHYLENE IPS (3300)								24,888.00	
2.2.1.8D-1.1 MAQUINARIA Y EQUIPO							12,240.00		
	Máquina de termofusión		DIA	30.00	134.00	4,020.00			
	Grupo Electrogeno		H.m.	360.00	12.00	4,200.00			
	Teclees y Tifor		Glb.	1.00	600.00	600.00			
	Camion Hub de 10 Tn (tratado de Materiales)		H.m.	20.00	32.00	640.00			
	Camion Sistema de 8000 Gln		H.m.	40.00	35.00	1,400.00			
	Relo excavadora		H.m.	30.00	41.00	1,230.00			
	Compresora		H.m.	10.00	25.00	250.00			
2.2.1.8D-1.2 MATERIALES							3,950.00		
	Insumos (D-2, Gresa, etc)		Glb.	900.00	4.00	3,600.00			
	Sogas		Glb.	1.00	150.00	150.00			

2.2.1.6F.2.1	PIPE STD WT ERW STL A53-B	4"	ML	21.00	26.03	646.70	
2.2.1.6F.2.2	FLG SO 150# RF STL STD BORE A106	4"	UND	17.00	21.45	364.66	
2.2.1.6F.2.3	FLANGE ADAPTOR SDR 17 HD POLYETHYLENE MOLDED	4"	UND	16.00	32.45	486.75	
2.2.1.6F.2.4	FLANGE ADAPTOR SDR 11 HD POLYETHYLENE MOLDED	4"	UND	3.00	32.45	97.35	
2.2.1.6F.2.5	FLG BACKUP 150# CS STL A105 FOR HD POLYETHYLENE	4"	UND	17.00	32.45	651.65	
2.2.1.6F.2.6	GASKET 150# PTFE RING 1/16" THK	4"	UND	17.00	2.66	45.25	
2.2.1.6F.2.7	STUD-BOLT A193 GR B7 3M	5/8"x4.5"	UND	135.00	1.48	200.48	
2.2.1.6F.2.8	NUTS ASTM A194 2H WITH WASHER FLAT	5/8"	UND	269.00	0.46	124.28	
2.2.1.6F.2.9	THREDOLET 3000# STL A 105	4"x2"	UND	9.00	8.80	79.20	
2.2.1.6F.2.10	NIPPLE XS STL A 106-B TBE	2"	UND	17.00	1.98	33.66	
2.2.1.6F.2.11	BALL VALVE 1500# SCRD STL HNDL LEVER OP	2"	UND	9.00	36.66	328.08	
2.2.1.6F.2.12	COUPLING 300# SCRD NPT M A197	2"	UND	9.00	3.30	29.70	
2.2.1.6F.2.13	VALVULA VENTOSA COMBINADA (BERMAD D-040-C) O SIMILAR	2"	UND	9.00	49.50	445.50	
2.2.1.6F.2.14	D-2		gls	90.00	4.40	396.00	
3.0.0	Mano de Obra						660.60
3.0.1	Capataz	0.25	H-H	2.00	4.90	9.80	
3.0.2	Operario	6	H-H	48.00	3.95	189.60	
3.0.3	Oficial	6	H-H	48.00	3.50	168.00	
3.0.4	Peón	12	H-H	96.00	2.95	283.20	
2.2.1.6F.3	OTROS						350.00
2.2.1.6F.3.1	TIE INS		GLB	1.00	350.00	350.00	
2.2.1.6G	INSTALACION DE PURGAS (x 3 VALVULAS)						2,878.17
2.2.1.6G-1	MAQUINARIA Y EQUIPO						387.90
2.2.1.6G-1.1	Grupo Electrogenero		H.m.	10.00	12.00	120.00	
2.2.1.6G-1.5	Herramientas		Glb.	1.00	150.00	150.00	
2.2.1.6G-1.6	Torquímetro		Glb	1.00	30.00	30.00	
2.2.1.6G-1.7	Máquina de termofusion		GLB	0.50	134.00	67.00	
2.2.1.6G-2	MATERIALES						1,385.47
2.2.1.6G-2.1	PIPE XS SMLS STL A106-B SCRD W/COUPLING	2"	ML	10	11.95	119.53	
2.2.1.6G-2.2	ELL 90 DEG 300# SCRD M A197	2"	UND	10	1.75	17.49	
2.2.1.6G-2.3	ELL 45 DEG 300# SCRD M A197	2"	UND	4	1.87	7.48	
2.2.1.6G-2.4	BALL VALVE 1500# SCRD STL HNDL LEVER OP	2"	UND	4	36.66	146.26	
2.2.1.6G-2.5	PIPE STD WT ERW STL A53-B	4"	UND	8	26.03	208.27	
2.2.1.6G-2.6	FLG SO 150# RF STL STD BORE A105	4"	UND	7	21.45	150.15	
2.2.1.6G-2.7	FLANGE ADAPTOR SDR 11 HD POLYETHYLENE MOLDED	4"	UND	3	32.45	97.35	
2.2.1.6G-2.8	FLANGE ADAPTOR SDR 17 HD POLYETHYLENE MOLDED	4"	UND	6	32.45	162.25	
2.2.1.6G-2.9	FLG BACKUP 150# CS STL A105 FOR HD POLYETHYLENE	4"	UND	7	26.04	182.26	
2.2.1.6G-2.10	GASKET 150# PTFE RING 1/16" THK	4"	UND	7	4.53	31.72	
2.2.1.6G-2.11	STUD-BOLT A193 GR B7 3M	5/8"x4.5"	UND	61	1.65	84.15	
2.2.1.6G-2.12	NUTS ASTM A194 2H WITH WASHER FLAT	5/8"	UND	101	0.46	46.66	
2.2.1.6G-2.12	D-2		GLS	30	4.40	132.00	
3.0.0	Mano de Obra						328.6
3.0.1	Capataz	0.25	H-H	2	4.9	9.8	
3.0.2	Operario	2	H-H	16	3.95	63.2	
3.0.3	Oficial	4	H-H	32	3.5	112	
3.0.4	Peón	6	H-H	48	2.95	141.6	
2.2.1.6H	DESCARGA A TANQUE 25 M3 - LA QUIMIA						1,828.53
2.2.1.6H-1	MAQUINARIA Y EQUIPO						282.00
2.2.1.6H-1.1	Grupo Electrogenero		H.m.	5.00	12.00	60.00	
2.2.1.6H-1.2	Máquina de termofusion		Glb	0.50	134.00	67.00	
2.2.1.6H-1.3	Herramientas		Glb.	1.00	65.00	65.00	
2.2.1.6H-1.4	Torquímetro		Glb	1.00	10.00	10.00	
2.2.1.6H-2	MATERIALES						411.35
2.2.1.6H-2.1	PIPE SDR 17 PE 3408 HD POLYETHYLENE IPS	4"	ML	7	10.032	70.22	
2.2.1.6H-2.2	ELL 90 DEG SDR 17 HDPE MOLDED BUTT IPS	4"	UND	4	20.02	80.08	
2.2.1.6H-2.3	FLANGE ADAPTOR SDR 17 HD POLYETHYLENE MOLDED	4"	UND	4	14.85	59.40	
2.2.1.6H-2.4	FLG BACKUP 150# CS STL A105 FOR HD POLYETHYLENE	4"	UND	4	20.273	81.09	
2.2.1.6H-2.5	GASKET 150# PTFE RING 1/16" THK	4"	UND	3	4.532	13.60	
2.2.1.6H-2.6	STUD-BOLT A193 GR B7 3M	5/8"x4.5"	UND	17	1.485	25.25	
2.2.1.6H-2.7	NUTS ASTM A194 2H WITH WASHER FLAT	5/8"	UND	34	0.482	16.71	
2.2.1.6H-2.8	D-2		GL	15	4.4	66.00	
3.0.0	Mano de Obra						63.28
3.0.1	Capataz	0.15	H-H	1.2	4.9	5.88	
3.0.2	Operario	1	H-H	8	3.95	31.6	
3.0.3	Oficial	0.5	H-H	4	3.5	14	
3.0.4	Peón	0.5	H-H	4	2.95	11.8	
4.0.0	OTROS						360.00
4.0.1	TIE INS		gls	1.00	350.00	350.00	
2.2.1.6I	REBOSE DE TANQUE 25 M3 - LA QUIMIA						783.00
2.2.1.6I-1	MAQUINARIA Y EQUIPO						387.90
2.2.1.6I-1.1	Grupo Electrogenero		H.m.	10.00	12.00	120.00	
2.2.1.6I-1.2	Máquina de termofusion		Glb	0.50	134.00	67.00	
2.2.1.6I-1.2	Herramientas		Glb.	1.00	150.00	150.00	
2.2.1.6I-1.3	Torquímetro		Glb	1.00	30.00	30.00	
2.2.1.6I-2	MATERIALES						362.70
2.2.1.6I-2.1	PIPE SDR 17 PE 3408 HD POLYETHYLENE IPS	4"	ML	6	10.03	60.19	
2.2.1.6I-2.2	ELL 90 DEG SDR 17 HDPE MOLDED BUTT IPS	4"	UND	3	20.02	60.06	
2.2.1.6I-2.3	FLANGE ADAPTOR SDR 17 HD POLYETHYLENE MOLDED	4"	UND	2	14.85	29.70	
2.2.1.6I-2.4	FLG BACKUP 150# CS STL A105 FOR HD POLYETHYLENE	4"	UND	2	20.27	40.55	
2.2.1.6I-2.5	GASKET 150# PTFE RING 1/16" THK	4"	UND	2	4.53	9.06	
2.2.1.6I-2.6	STUD-BOLT A193 GR B7 3M	5/8"x4.5"	UND	9	1.49	13.37	
2.2.1.6I-2.7	NUTS ASTM A194 2H WITH WASHER FLAT	5/8"	UND	17	0.46	7.85	
2.2.1.6I-2.8	D-2		GLS	30	4.40	132.00	
3.0.0	MANO DE OBRA						63.28
3.0.1	Capataz	0.15	H-H	1.20	4.90	5.88	
3.0.2	Operario	1	H-H	8.00	3.95	31.60	
3.0.3	Oficial	0.5	H-H	4.00	3.50	14.00	
3.0.4	Peón	0.5	H-H	4.00	2.95	11.80	
2.2.1.6J	SUCCION DE BOMBA 4811-PU-10082-MY						1,517.80
2.2.1.6J-1	MAQUINARIA Y EQUIPO						620.00
2.2.1.6J-1.1	Grupo Electrogenero		H.M	10.00	12.00	120.00	
2.2.1.6J-1.2	Máquina de Soldar		Glb	1.00	150.00	150.00	

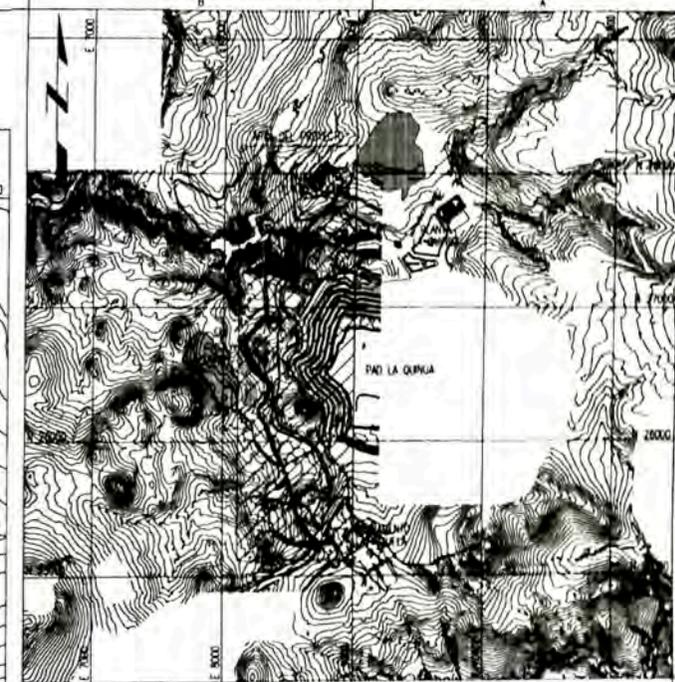
	Herramientas		Gb	1.00	200.00	200.00		
	Torquímetro		Gb	1.00	30.00	30.00		
	Equipo de Corte		Gb	1.00	120.00	120.00		
2.2.1.6J.1	MATERIALES						487.40	
	PIPE STD WT ERW STL A53-B	3'	ML	2.00	18.98	37.95		
	FLG SO 150# RF STL STD BORE A105	3"	UND	3.00	12.63	37.88		
	BUTTERFLY 150# CI LUG BLANA-NHNDL OP	3"	UND	2.00	123.53	247.05		
	GASKET 150# PTFE RING 1/16" THK	3"	UND	3.00	3.76	11.29		
	STUD-BOLT A193 GR B7 3M WITH TWO (02) NUTS ASTM A194 2H WITH	5/8"x4"	UND	9.00	1.49	13.37		
	NUTS ASTM A194 2H WITH WASHER/FLAT	5/8"	UND	17.00	0.46	7.85		
	D-2		GLS	30.00	4.40	132.00		
	MANO DE OBRA						410.40	
3.01	Capataz	1	HH	8.00	4.90	39.20		
3.02	Operario	4	HH	32.00	3.95	126.40		
3.03	Oficial	2	HH	16.00	3.50	56.00		
3.04	Peón	8	HH	64.00	2.95	188.80		
2.2.1.6K	DESCARGA DE BOMBA 4611-PU-10002							4,881.84
2.2.1.6K-1.1	MAQUINARIA Y EQUIPO						1,179.80	
2.2.1.6K-1.2	Grupo Electrogeno		H.M	40.00	12.00	480.00		
2.2.1.6K-1.3	Equipos y herramientas		Gb	1.00	500.00	500.00		
2.2.1.6K-1.4	Torquímetro		Gb	1.00	90.00	90.00		
2.2.1.6K-1.5	Sogas		Gb	1.00	100.00	100.00		
2.2.1.6K-2	MATERIALES						3,273.44	
2.2.1.6K-2.1	PIPE STD WT ERW STL A53-B	3'	ML	11.00	26.03	286.37		
2.2.1.6K-2.2	FLG WN 150# RF STL STD BORE A105	3"	UND	2.00	12.63	25.25		
2.2.1.6K-2.3	FLG SO 150# RF STL STD BORE A105	3"	UND	17.00	12.63	214.68		
2.2.1.6K-2.4	BUTTERFLY 150# CI LUG BLANA-NHNDL OP	3"	UND	6.00	123.53	741.16		
2.2.1.6K-2.5	CHECK 150# RF STL WAFER BLANA-N DUAL PLATE	3"	UND	2.00	198.00	396.00		
2.2.1.6K-2.6	ELL 90 DEG LR STD WT STL A234 GR WPB-W	3"	UND	7.00	4.59	32.11		
2.2.1.6K-2.7	TEE STD WT STL A234 WPB-W	3"	UND	4.00	4.71	18.83		
2.2.1.6K-2.8	TEE SADDLE REDUCING 100 PSI HDPE FAB BUTT IPS TO SDR 17	4"x3"	UND	3.00	8.80	26.40		
2.2.1.6K-2.9	FLANGE ADAPTER SDR 17 HDPE MOLDED BUTT IPS	3"	UND	3.00	32.45	97.35		
2.2.1.6K-2.10	FLG BACK UP RING 150# DI A536-80 CONVOLUTED 100 PSI MIN	3"	UND	3.00	32.45	97.35		
2.2.1.6K-2.11	GASKET 150# RF NON ASS 1/16" THK	3"	UND	16.00	3.76	60.19		
2.2.1.6K-2.12	GASKET 150# PTFE RING 1/16" THK	3"	UND	3.00	3.76	11.29		
2.2.1.6K-2.13	STUD-BOLT A193 GR B7 3M	5/8"x4"	UND	68.00	1.49	100.98		
2.2.1.6K-2.14	STUD-BOLT A193 GR B7 3M	5/8"x10"	UND	5.00	4.28	21.40		
2.2.1.6K-2.15	NUTS ASTM A194 2H WITH WASHER/FLAT	5/8"	UND	143.00	0.46	66.07		
2.2.1.6K-2.16	VALVULA REGULADORA DE PRESION BRIDADA (CLA-VAL 40-01/640-0	3"	UND	2.00	275.00	550.00		
2.2.1.6K-2.17	D-2		gls	120.00	4.40	528.00		
	MANO DE OBRA						438.44	
3.0.1	Capataz	1	HH	8.00	4.90	39.20		
3.0.2	Operario	4	HH	32.00	3.95	126.40		
3.0.3	Oficial	3	HH	24.00	3.50	84.00		
3.0.4	Peón	8	HH	64.00	2.95	188.80		
2.2.1.6L	SOPORTES DE TUBERIAS							2,348.84
2.2.1.6L.1	MATERIALES						1,288.24	
	Tubo STD	2.1/2"	Pza	8.00	78.53	628.24		
	Platina	14"	Pza	54.00	2.00	108.00		
	Placa de anclaje 14"	8' x 4'	Pza	1.00	120.00	120.00		
	Perros Hilty de 1/2"Ø x 2.34"		Pza	215.00	2.00	432.00		
2.2.1.6L.2	Equipos y Herramientas						820.80	
	Grupo Electrogeno		H.M	30.00	12.00	360.00		
	Taladro Hilty		H.m.	30.00	7.00	210.00		
	Herramientas manuales		Gb	1.00	50.00	50.00		
2.2.1.6L.3	Mano de Obra						438.40	
3.0.1	Capataz	1	HH	8.00	4.90	39.20		
3.0.2	Operario	4	HH	32.00	3.95	126.40		
3.0.3	Oficial	3	HH	24.00	3.50	84.00		
3.0.4	Peón	8	HH	64.00	2.95	188.80		
2.2.1.6M	LIMPIEZA CON AGUA Y PRUEBAS							2,134.40
2.2.1.6M.1	Equipos y Herramientas						2,132.80	
	Sistema de Agua		H.m.	32.00	36.00	1,152.00		
	Compresor de aire		H.m.	20.00	25.00	500.00		
	Grupo Electrogeno		H.m.	40.00	12.00	480.00		
2.2.1.6M.2	MATERIALES						564.00	
	D-2		Gts	96.00	4.00	384.00		
	Materiales de Limpieza		Gb	1.00	180.00	180.00		
2.2.1.6M.3	Mano de Obra						438.40	
3.0.1	Capataz	1	HH	8.00	4.90	39.20		
3.0.2	Operario	4	HH	32.00	3.95	126.40		
3.0.3	Oficial	3	HH	24.00	3.50	84.00		
3.0.4	Peón	8	HH	64.00	2.95	188.80		
2.2.1.6N	PINTADO Y ETIQUETADO							217.91
2.2.1.6N.1	Materiales						70.00	
	Pintura		Gln	2.00	25.00	50.00		
	Lijas solverdes		Gb	1.00	20.00	20.00		
2.2.1.6N.2	Equipos y herramientas						88.00	
	Compresor		Gb	4.00	10.00	40.00		
	Grupo Electrogeno		Gb	4.00	12.00	48.00		
2.2.1.6N.3	Mano de Obra						59.60	
	Operario	1	HH	8.00	3.85	31.60		
	Oficial	1	HH	8.00	3.50	28.00		
2.2.1.6O	PINTADO DE RETOQUE							64.33
	PINTADO DE RETOQUE		Gb	1.00	11.76	64.33		
TOTAL PRESUPUESTO US \$								88,888.43

ANEXO F PLANOS

A continuación se muestran los principales planos de la ejecución del proyecto para captar agua de manantiales.



PLANTA GENERAL
1/5000



PLANO CLAVE
1/12500

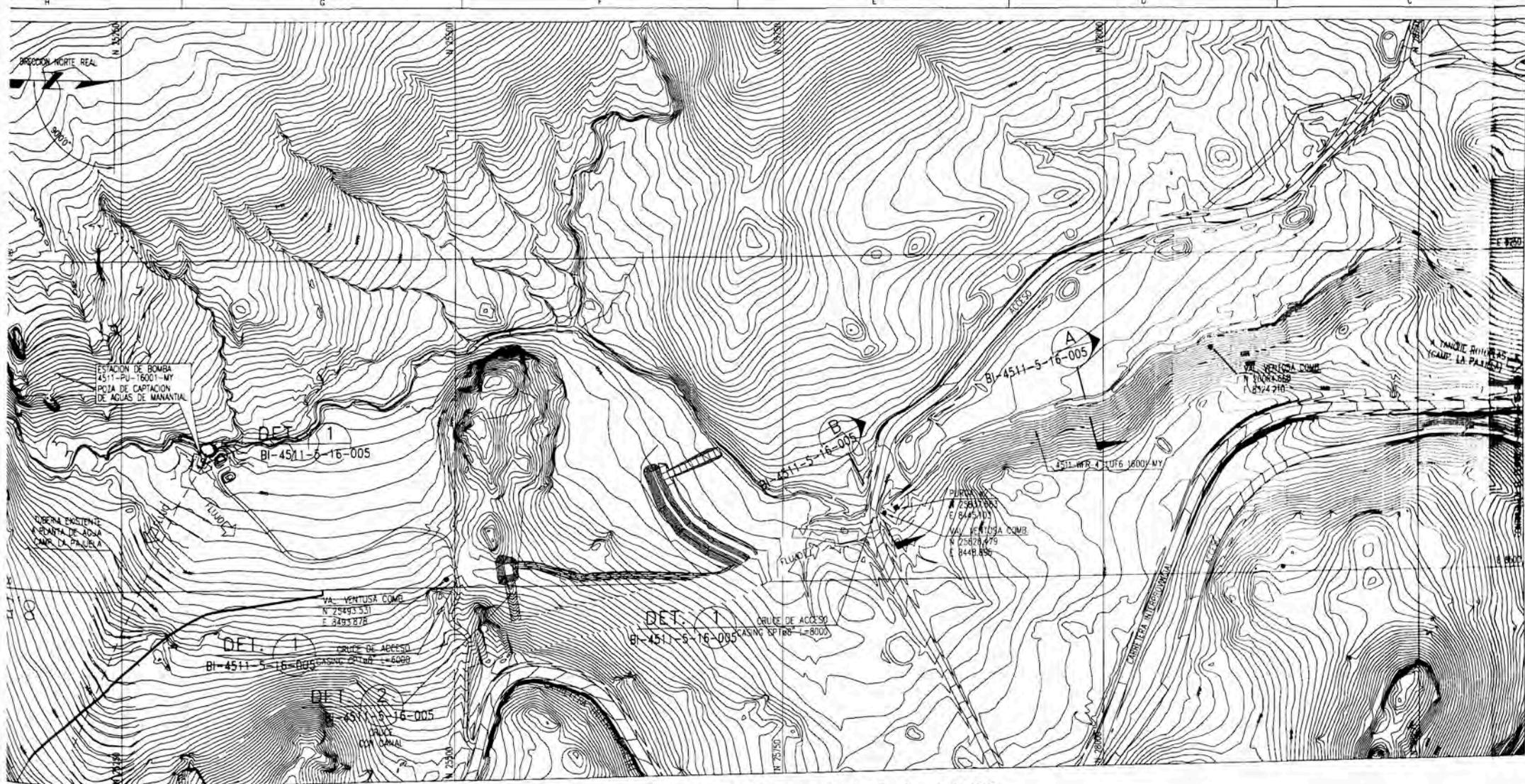
LEYENDA		
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	OBSERVACION
---	TUBERIA ENTERRADA - NUEVO	MATERIAL LUJA / LUJ
---	TUBERIA ENTERRADA - EXIST.	MATERIAL HOPE

- NOTAS
1. TODAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS
 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MM
 3. LA TUBERIA DE CAPTACION DE MANANTIALES ES DE HOPE ASTM A534
 4. PLANO DE DISEÑO 1:5000
 5. PLAN DE BOMBAS
 6. PLANOS DE DETALLE DE TUBERIA
 - PLANTA + PERFIL 30E3 B-4511-5-16-002
 - PLANTA + PERFIL 30E3 B-4511-5-16-003
 - PLANTA + PERFIL 30E3 B-4511-5-16-004
 - DETALLES B-4511-5-16-005

REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	FOR.	REV.	APR.	CUENT.
1	05FEB08	AS BULT	E.E.	M.I.	C.N.	
0	02JUL08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	P.Z.	M.I.	C.N.	G.G.
B	18JUN08	EMITIDO PARA APROBACION	P.Z.	M.I.	C.N.	
A	05JUN08	EMITIDO PARA REVISION INTERNA / APROBACION DE RUTEO	P.Z.	M.I.	C.N.	

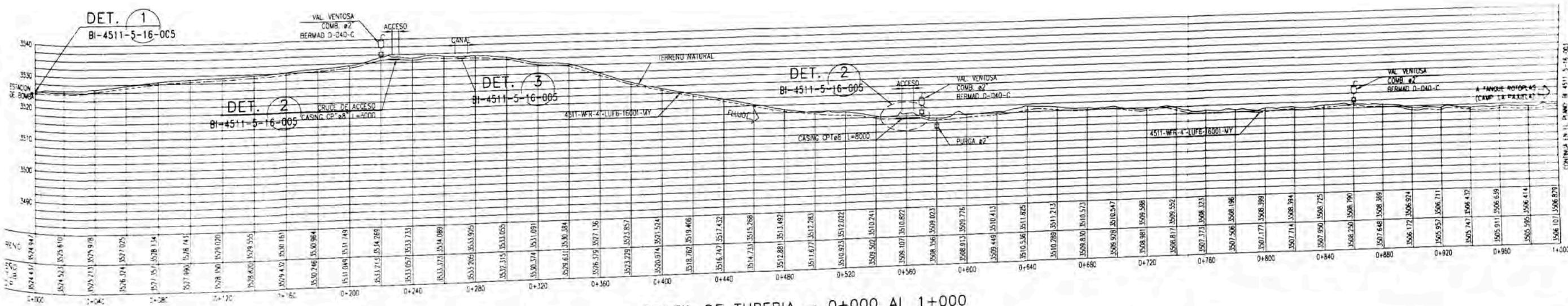
APROBACION			NOMBRES		
FECHA	FIRMAS		FECHA	FIRMAS	
CUENTE:			DISEÑADO POR: M. RIBARRÉN		05JUN08
OTE. ING.:			DESBUJADO POR: P. ZEGARRA		05JUN08
OTE. PROJ.:			REVISADO POR: M. RIBARRÉN		05JUN08
			APROBADO POR: C. MESTARES		05JUN08
			OTE. ING.:		

CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO			
CAPTACION DE MANANTIALES			
TUBERIA DE CAPTACION DE MANANTIALES			
LAYOUT GENERAL			
PLANO N°	005GP0095HJ-710-05-001	COD. PROJ. CUENTE:	
ESC:	INDICADA	PLANO CUENTE N°	BI-4511-5-16-001
REV.	1		



SÍMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACION
	TUBERIA ENTERRADA	Nº 150
	TUBERIA ENTERRADA	Nº 150
	PURGA	Nº 2
	VAL VENTOSA COMB.	Nº 2
	CASING	Nº 100

PLANTA - RUTA DE TUBERIA 0+000 AL 1+000
1/2000



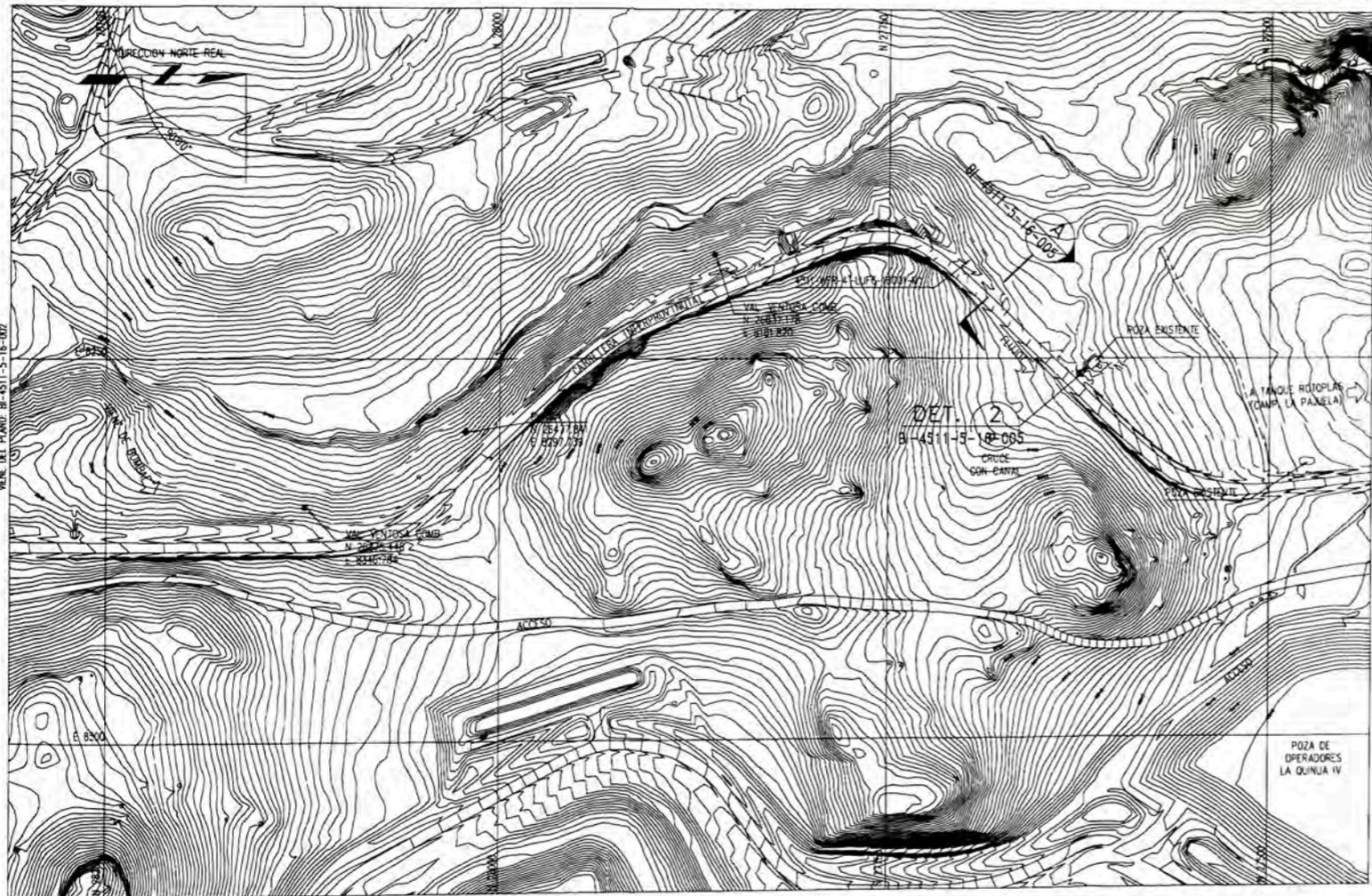
PERFIL DE TUBERIA - 0+000 AL 1+000
Esc: 1/2000

LAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS
 LAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS
 LA AREA DE CAPTACION DE MANANTIALES ES DE 4000 ASIM 2004
 LA DE OPERACION
 LAS VALVULAS VENTOSAS VERA BIEN 4511-5-16-005
 LAS VALVULAS VENTOSAS VERA BIEN 4511-5-16-005
 LAS VALVULAS VENTOSAS VERA BIEN 4511-5-16-005

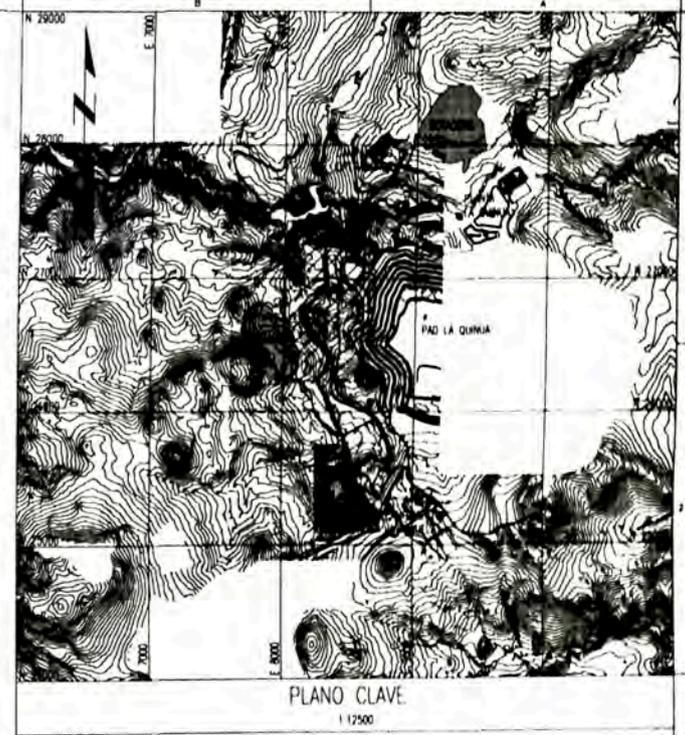
REVISION	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
0	02 JUL 08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	E.E.	M.I.	C.N.
B	18 JUN 08	EMITIDO PARA APROBACION	P.Z.	M.I.	C.N.
-	DE JUN 08	EMITIDO PARA REVISION INTERNA / APROBACION DE RUTEO	P.Z.	M.I.	C.N.

APROBACION			NOMBRES		
FECHA	FIRMAS		FECHA	FIRMAS	

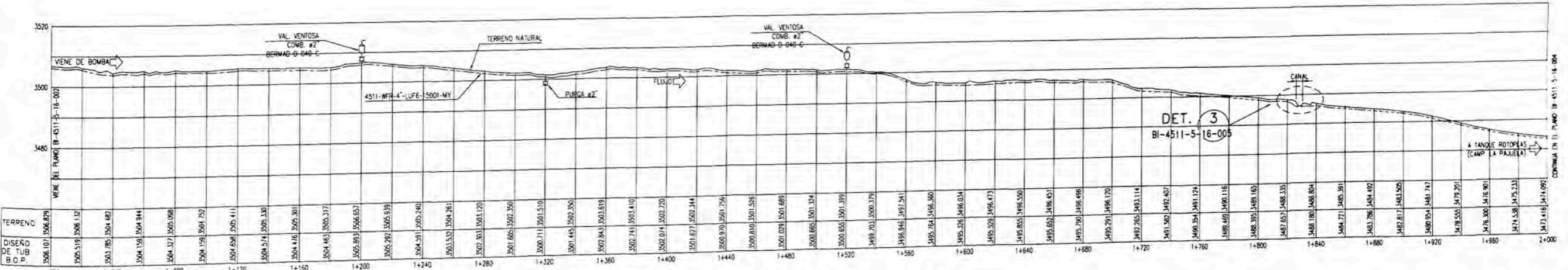
CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO	
CAPTACION DE MANANTIALES CERRO NEGRO	
PLANTA Y PERFIL 1 DE 3	
COD. PROY. CLIENTE: 08660010	PLANO CLIENTE: BI-4511-5-16-002



PLANTA - RUTA DE TUBERIA 1+000 AL 2+000
1/2000



LEYENDA		
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	CONSERVACION
---	TUBERIA ENTERRADA - NUEVO	MATERIAL LUF 6 / LUF 1
---	TUBERIA ENTERRADA - EXIST	MATERIAL HOPE
⊖	PUZGA	#2"
⊖	VAL VENTOSA COMB	#2" BERMAD D-040-C



PERFIL DE TUBERIA - 1+000 AL 2+000
Esc: 1:2000

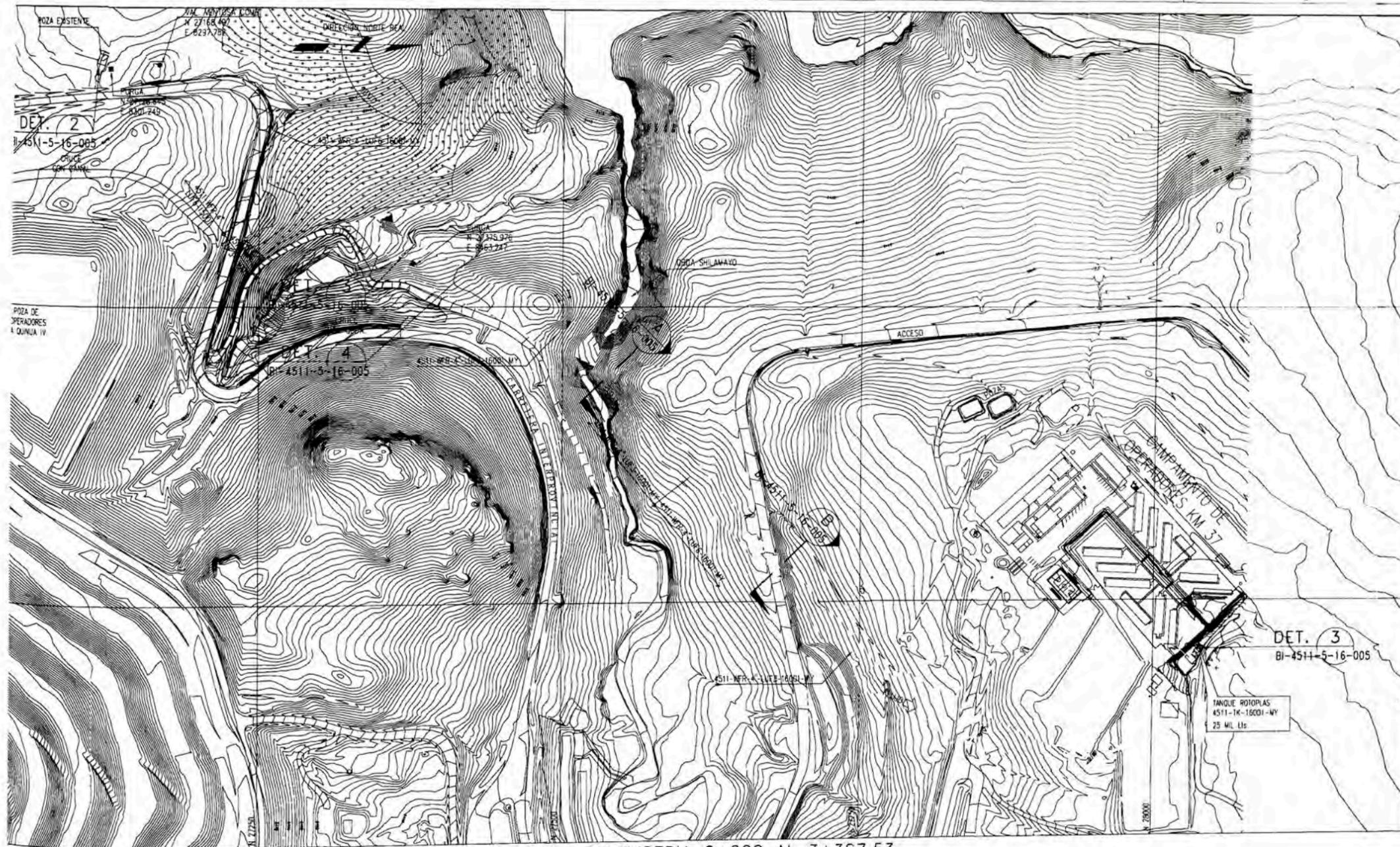
TERRENO	DISEÑO DE TUB B.O.P.	1+000	1+040	1+080	1+120	1+160	1+200	1+240	1+280	1+320	1+360	1+400	1+440	1+480	1+520	1+560	1+600	1+640	1+680	1+720	1+760	1+800	1+840	1+880	1+920	1+960	2+000																																																																								
1506.07	1506.07	1506.07	1506.127	1504.482	1504.844	1504.127	1505.098	1504.159	1504.752	1504.654	1505.411	1504.574	1505.330	1504.476	1505.301	1504.463	1505.317	1505.893	1506.657	1505.292	1505.939	1504.591	1505.240	1503.537	1504.761	1502.303	1503.120	1501.605	1502.350	1500.711	1501.510	1501.445	1502.350	1502.843	1503.619	1502.741	1503.410	1502.074	1502.720	1501.677	1502.344	1500.910	1501.756	1500.810	1501.576	1501.020	1501.680	1500.685	1501.374	1500.655	1501.399	1497.703	1500.379	1496.946	1497.561	1495.764	1496.360	1495.026	1496.034	1495.529	1496.473	1495.855	1496.550	1495.652	1496.451	1495.790	1496.496	1495.291	1496.120	1497.265	1493.114	1491.502	1492.407	1490.354	1491.124	1488.499	1489.116	1486.395	1489.185	1487.657	1488.335	1486.180	1486.804	1484.721	1485.391	1483.286	1484.092	1482.817	1483.505	1480.954	1481.747	1478.555	1479.201	1476.300	1476.901	1474.508	1475.233	1473.416	1474.092

- TODAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MM
- LA TUBERIA DE CAPTACION DE MANANTIAL ES DE HOPE (ASTM F174)
- FLUJO DE DISEÑO 11.5 L/S
- VALVULAS VENTOSAS VER BI-05-4511-5-16-001
- DETALLE DE VALVULAS VENTOSAS VER PLANO BI-4511-5-16-005
- LAS VALVULAS VENTOSAS SE POSICIONARAN EN EL PUNTO MAS ALTO DE LA ZONA INDICADA
- DETALLE DE PURGA VER PLANO BI-4511-5-16-005

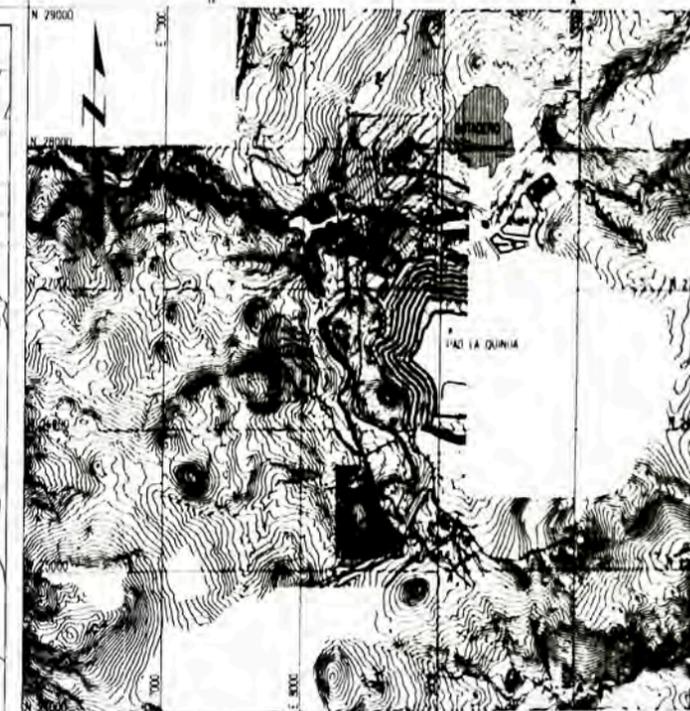
REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	FOR.	REV.	APR.	CLIENT.
0	02JUL08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	E.E.	M.I.	C.N.	
B	18JUN08	EMITIDO PARA APROBACION	P.Z.	M.I.	C.N.	G.C.
A	05JUN08	EMITIDO PARA REVISION INTERNA / APROBACION DE RUTEO	P.Z.	M.I.	C.N.	-

APROBACION			FECHA	FIRMAS
CLIENTE				
DISEÑADO POR:	M. RIGARRIN	OSAMOR		
DESEÑADO POR:	P. ZEGARRA	OSAMOR		
REVISADO POR:	M. RIGARRIN	OSAMOR		
APROBADO POR:	E. NESTARES	OSAMOR		
CLIENTE				

CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO			
CAPTACION DE MANANTIALES CERRO NEGRO PLANTA Y PERFIL 2 DE 3			
PLANO N°	005GP0095HJ-711-05-003	ESC:	INDICADA
PLANO CLIENTE N°	BI-4511-5-16-003	REV.	0

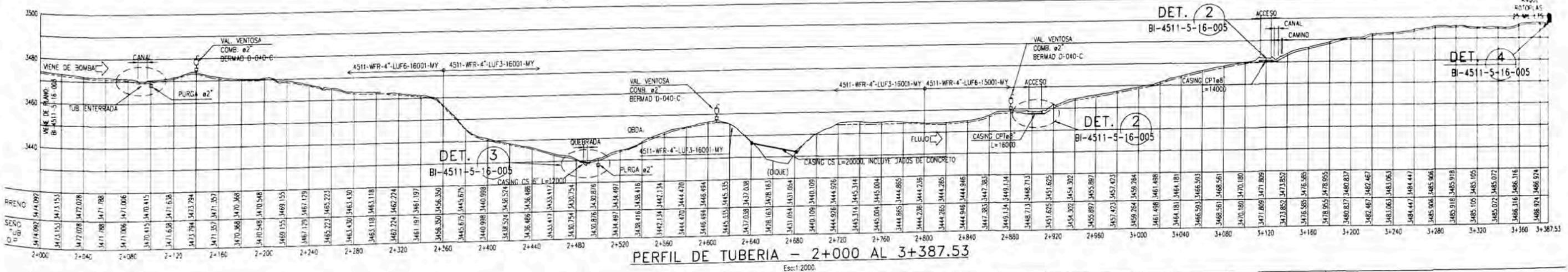


PLANTA - RUTA DE TUBERIA 2+000 AL 3+387.53
1/2000



PIANO CLAVI
1:2500

LEYENDA		
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	OBSERVACION
---	TUBERIA ENTERRADA - NUEVO	MATERIAL LULA / 1/3
---	TUBERIA ENTERRADA - EXIST.	MATERIAL HOPY
⊙	PURGA	#2"
⊙	VAL VENTOSA COMB.	#2" BERMAD 0.040-C
⊙	CASING	#8" CPT



PERFIL DE TUBERIA - 2+000 AL 3+387.53
Esc:1/2000

CAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS
 CAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS
 TUBERIA DE CAPTACION DE MANANTIAL ES DE HOPR VASTM #1741
 TUBERIA DE DISEÑO 1.5" x 1.5"
 VALVULAS VENTOSAS VER PLANO BI-4511-5-16-005
 TALLE DE VALVULAS VENTOSAS VER PLANO BI-4511-5-16-005
 TALLE DE VALVULAS VENTOSAS SE POSICIONARAN EN EL PUNTO MAS ALTO DE LA
 NA INDICADA
 TALLE DE PURGA VER PLANO BI-4511-5-16-005

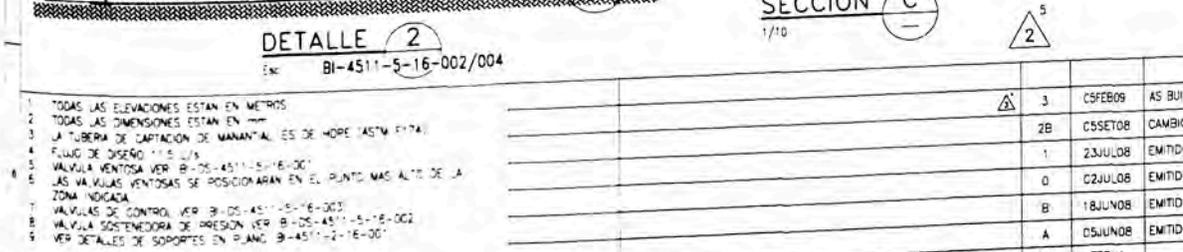
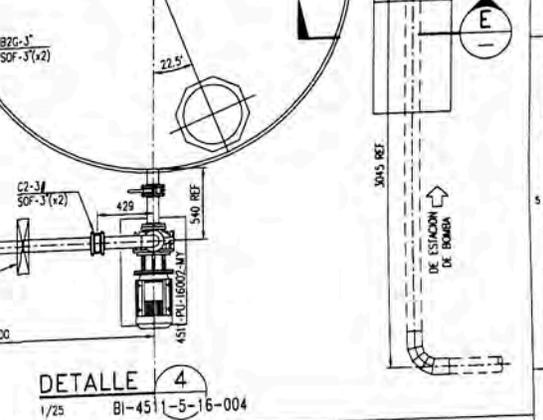
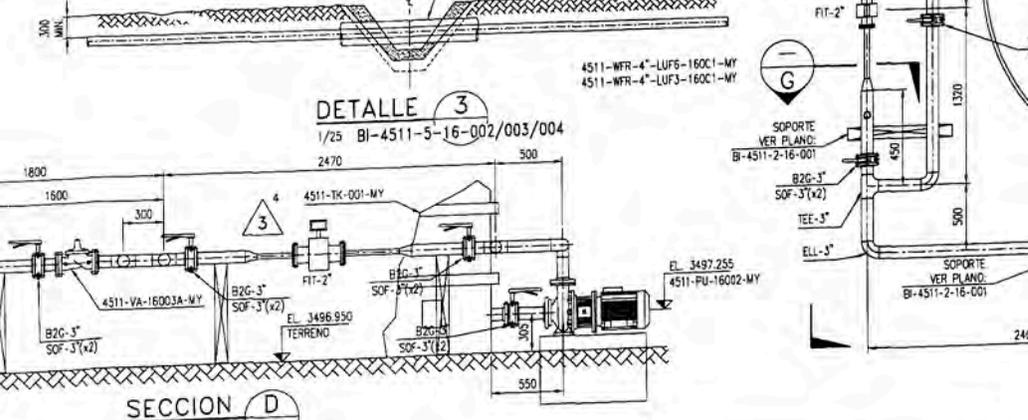
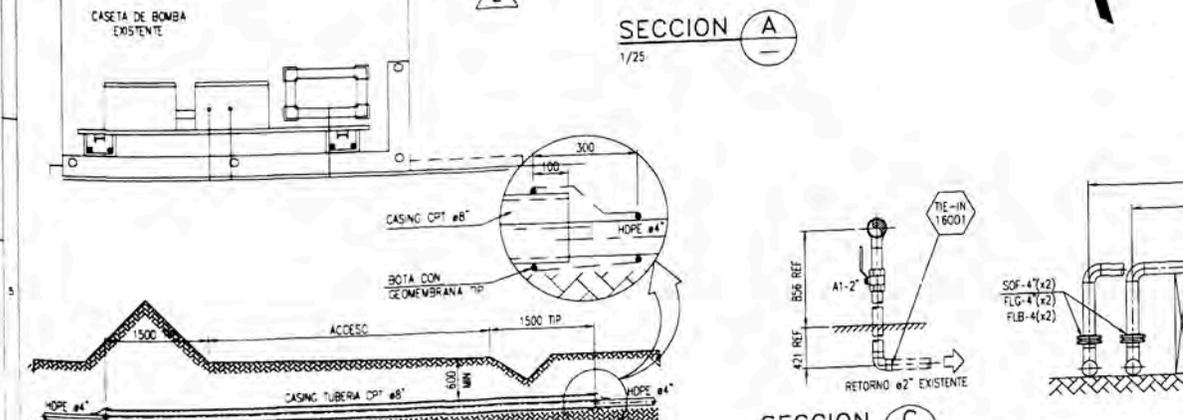
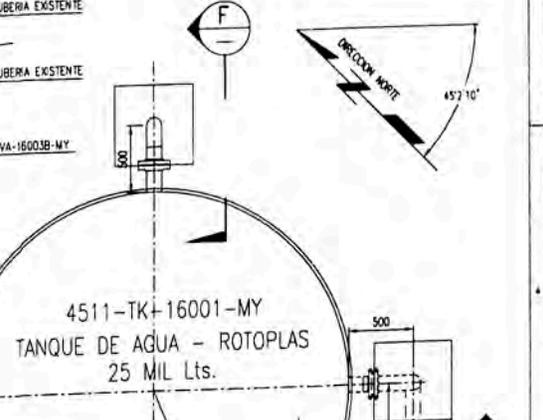
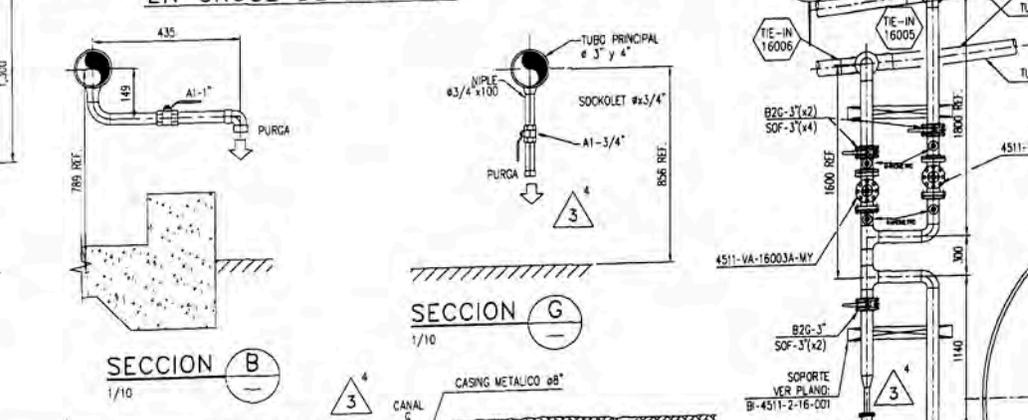
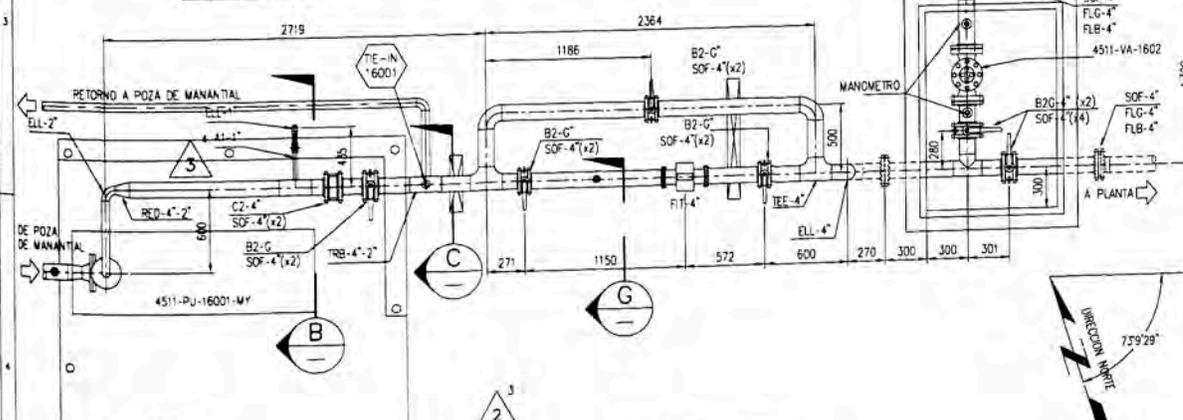
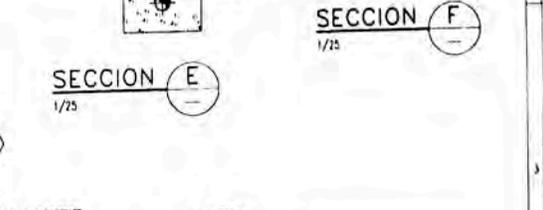
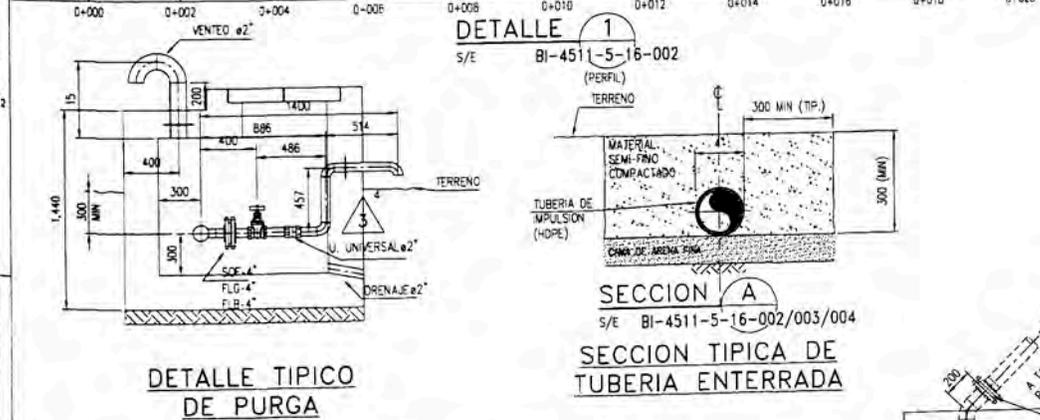
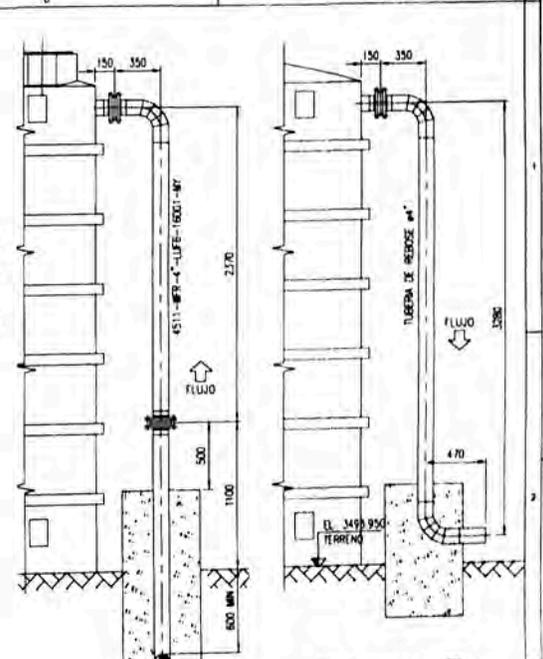
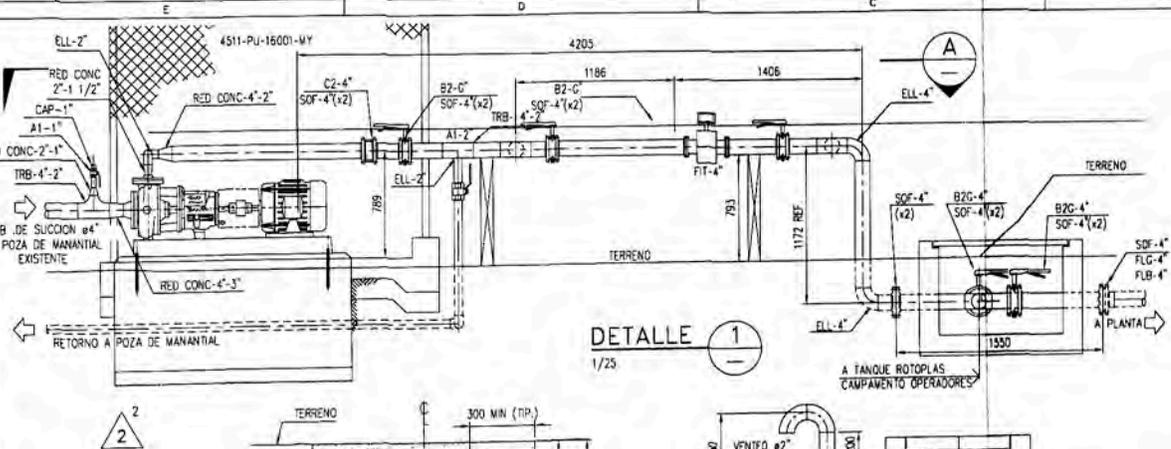
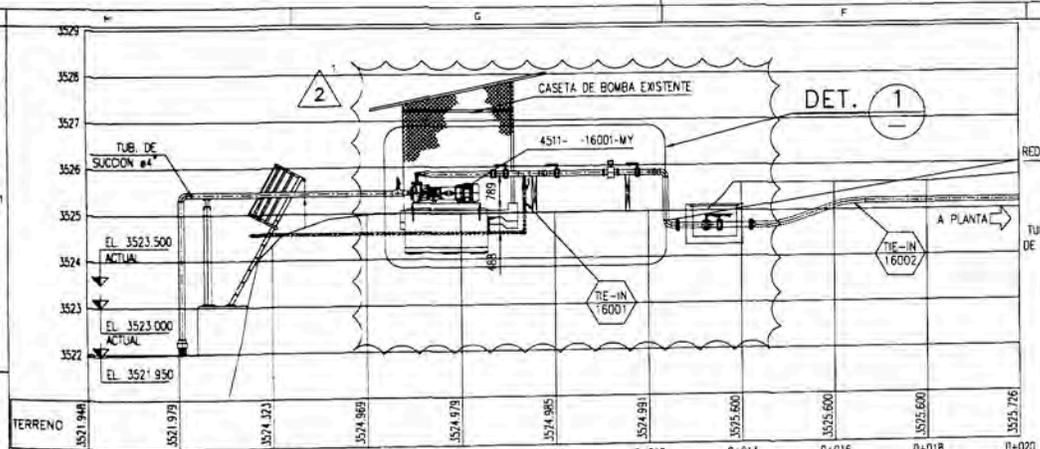
FECHA	DESCRIPCION	PROYECTANTE	REVISOR	APROBADO
05FEB09	AS BUILT	E.E.	M.J.	C.N.
02JUL08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	P.Z.	M.J.	C.N.
18JUN08	EMITIDO PARA APROBACION	P.Z.	M.I.	C.N.
05JUN08	EMITIDO PARA REVISION INTERNA / APROBACION DE RUTEO.	P.Z.	M.I.	C.N.

CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS Y ASA. SU USO SIN PREVIA AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACION O ADAPTACION DE LOS DATOS EN EL PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BSA.

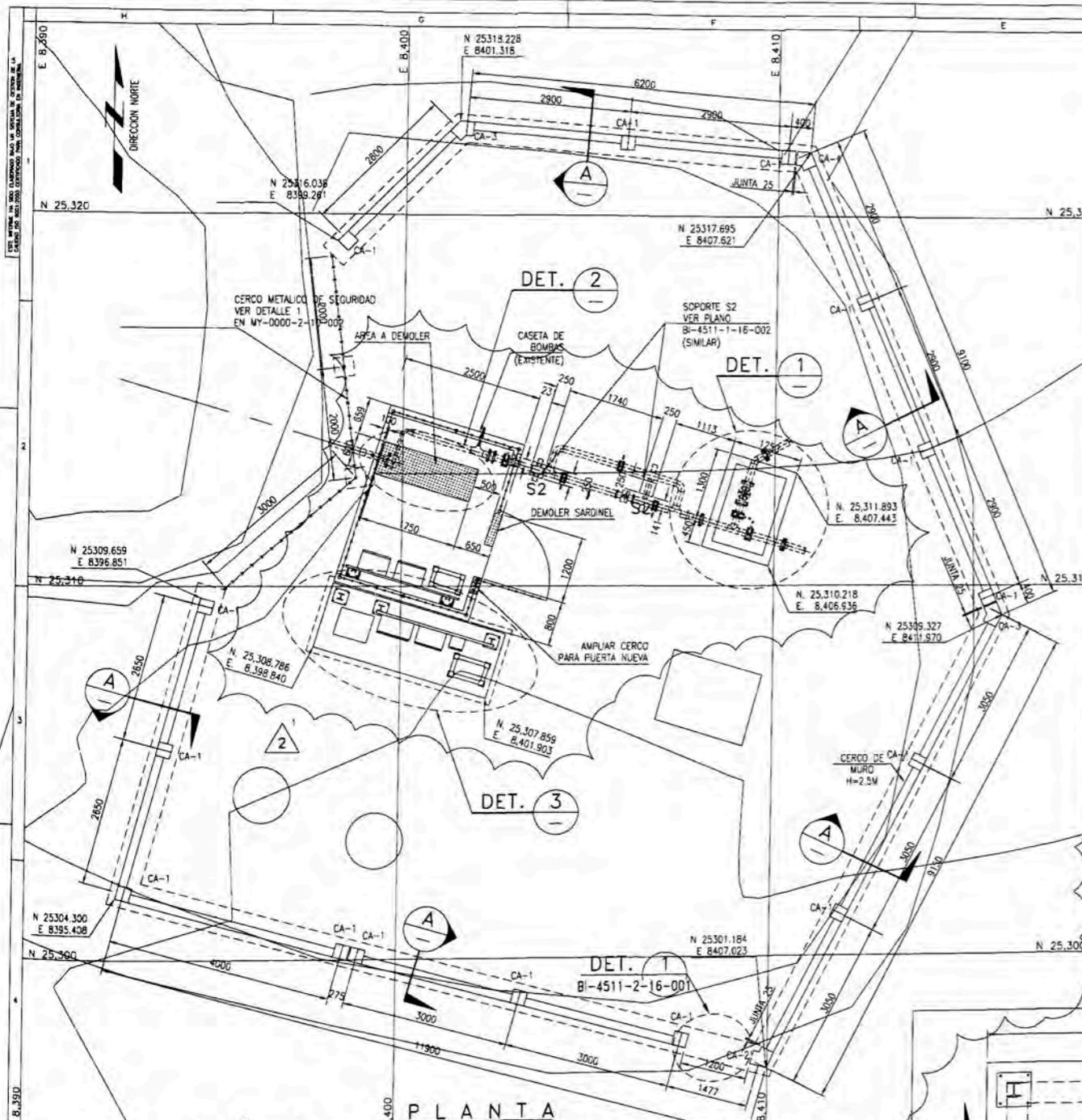
APROBACION	FECHA	FIRMAS	NOMBRES	FECHA	FIRMAS
CLIENTE			DISEÑADO POR: MARRIBARREN	05JUN08	
DISEÑADOR			REVISADO POR: P.ZECARRA	05JUN08	
PROYECTANTE			REVISADO POR: MARRIBARREN	05JUN08	
PROYECTANTE			APROBADO POR: C. HESTARES	05JUN08	
PROYECTANTE			GTE. INC.		

PLANO N° 005GP0095HJ-711-05-004
 COO.PROY.CLIENTE 08660010
 ESC. INDICADA
 PLANO CLIENTE N° BI-4511-5-16-004
 REV. 1

CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO
 CAPTACION DE MANANTIALES
 CERRO NEGRO
 PLANTA Y PERFIL 3 DE 3



NOTAS		PLANO Nº		PLANOS DE REFERENCIA		DESCRIPCION DE LA REVISION		CONFIDENCIAL		CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO			
1. TODAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MM 3. LA TUBERIA DE CAPTACION DE MANANTIAL ES DE HOPE (ASTM F174) 4. FLUIDO DE DISEÑO 11.5 L/S 5. VALVULA VENTOSA VER B-05-4511-5-16-001 6. LAS VALVULAS VENTOSAS SE POSICIONARIAN EN EL PLANTO MAS ALTO DE LA ZONA INDICADA 7. VALVULAS DE CONTROL VER B-05-4511-5-16-003 8. VALVULA SOSTENEDORA DE PRESION VER B-05-4511-5-16-002 9. VER DETALLES DE SOPORTES EN PLANO B-4511-2-16-001		3 2B 1 0 B A		C5FEB09 C3SET08 C2JUL08 C2JUL08 18JUN08 05JUN08		AS BUILT CAMBIOS SEGUN REVISION EMITIDO PARA CONSTRUCCION EMITIDO PARA CONSTRUCCION EMITIDO PARA APROBACION EMITIDO PARA REVISION INTERNA / APROBACION DE RUTEO		E.D. P.M. G.G. D.L. E.E. M.J. C.N. E.E. M.J. C.N. P.Z. M.J. C.N. G.G. P.Z. M.J. C.N. POR REV. APR. CUENT.		CLIENTE: OTE. ING.: OTE. PROT.: DISEÑADO POR: L.GARCIA DIBUJADO POR: P.ZEGARRA REVISADO POR: V.RIBARRREN APROBADO POR: C. MESTARES OTE. ING.:		FECHA: 05/JUN/08 05/JUN/08 05/JUN/08 05/JUN/08 08/600/10 INDICADA	



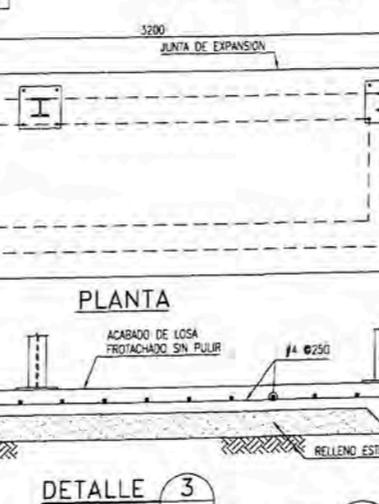
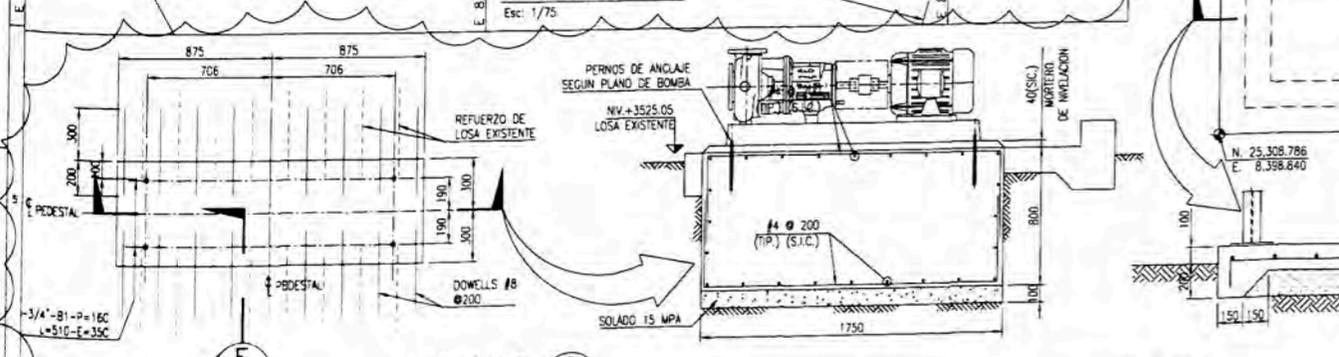
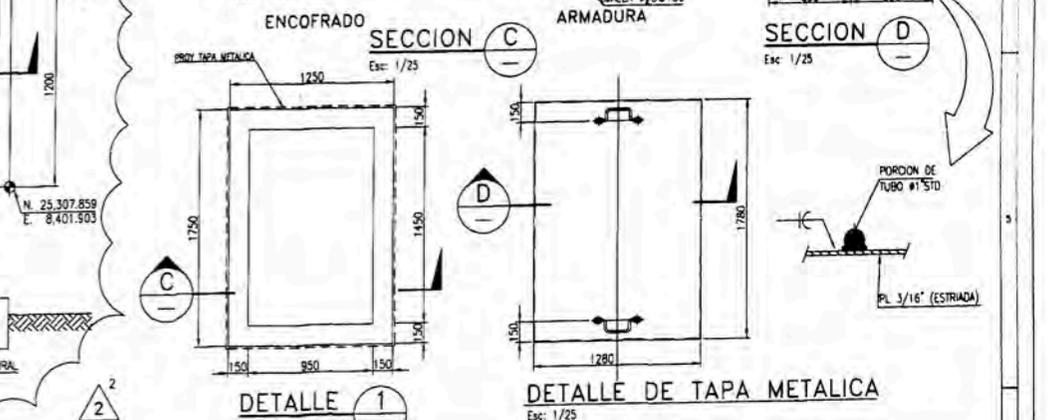
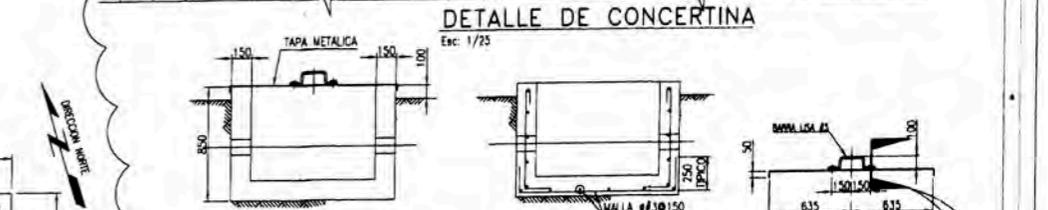
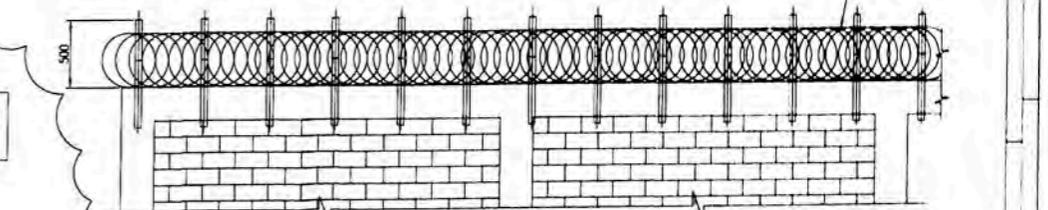
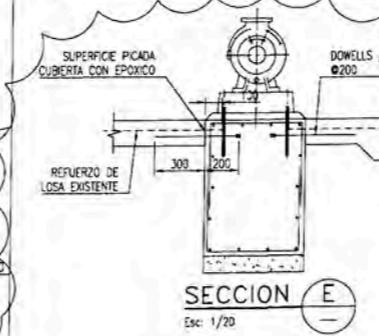
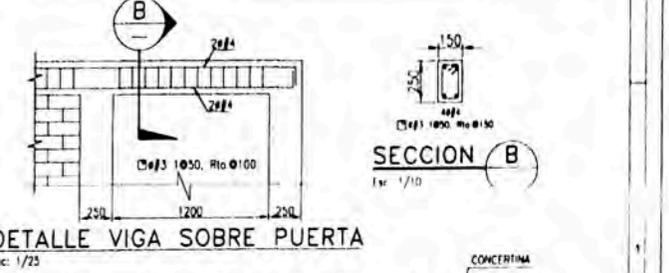
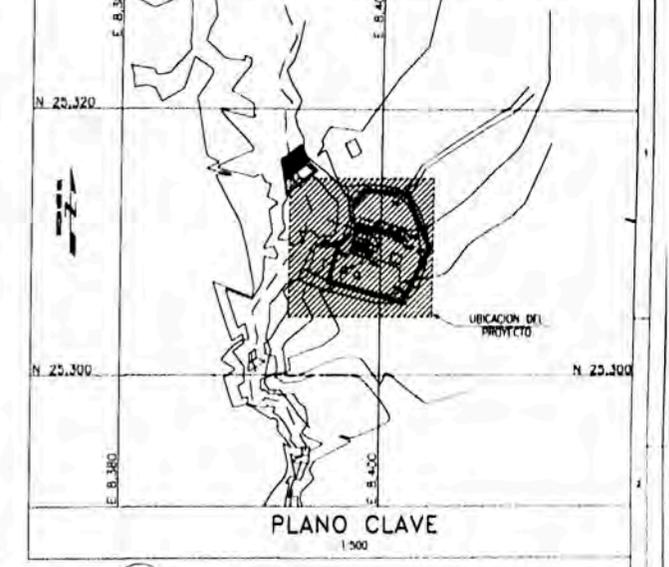
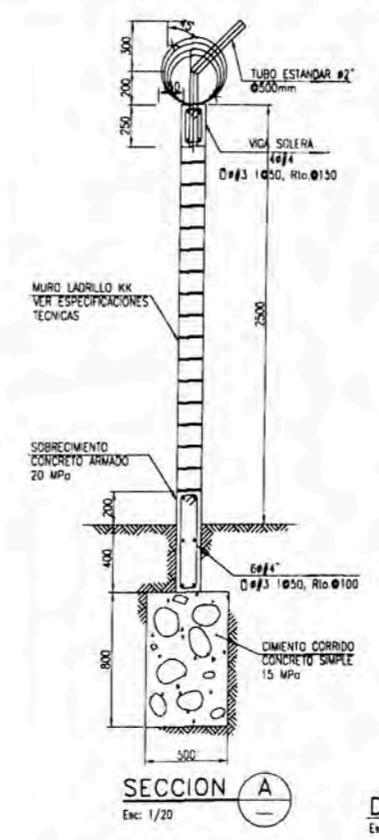
ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO
 CIMENTACION CORRIDA $f_c = 15 \text{ MPa}$
 SOBRECIMIENTO ARMADO $f_c = 20 \text{ MPa}$
 COLUMNETAS, VIGAS $f_c = 20 \text{ MPa}$
 BASE DE BOMBA $f_c = 20 \text{ MPa}$
 LOSA $f_c = 25 \text{ MPa}$
 ACERO CORUGADO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

ALBANELERIA
 LADRILLO KING KONG 18 HUECOS
 DIMENSIONES 24x12x9cm TIPO III
 SECCION MACIZO
 RESISTENCIA A LA COMPRESION $f_c = 85 \text{ Kg/cm}^2$

CUADRO DE COLUMNAS

CA-1	CA-2
CA-3	CA-4



NOTA 1:
 VERIFICAR MEDIDAS Y NIVELES DE SOPORTE DE BOMBAS CON PLANO DE LA BOMBA

REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	POR	REV.	APR.	CLIENT.
2	04SETOB	SE MODIFICA BOMBA, SE ADICIONA LOSA PARA TABLEROS ELECT.	E.D.	M.E.	G.G.	D.L.
1	24JULIO	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	SM	SM	CN	
0	03JULIO	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	JB	AR/SM	CN	
B	13JUNIO	EMITIDO PARA REVISION Y APROBACION DEL CLIENTE	D.P.	S.M.	C.N.	
A	29MAYO	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	D.P.	S.M.	C.N.	

CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVISTA INGENIEROS (B.S.A.) SU USO SIN PERMISO AUTORIZADO ESTA PROHIBIDO. CUALQUIER MODIFICACION O ADAPTACION DE LOS DATOS EN EL PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE B.S.A.

APROBACION	FECHA	FIRMAS	NOMBRES	FECHA	FIRMAS
CLIENTE			DISEÑADO POR: D. PANTA	13JUNIO	
OTE. ING.			DIBUJADO POR: J. NERIO	13JUNIO	
OTE. PROJ.			REVISADO POR: S. NEZA	13JUNIO	
			APROBADO POR: C. NESTARES	13JUNIO	

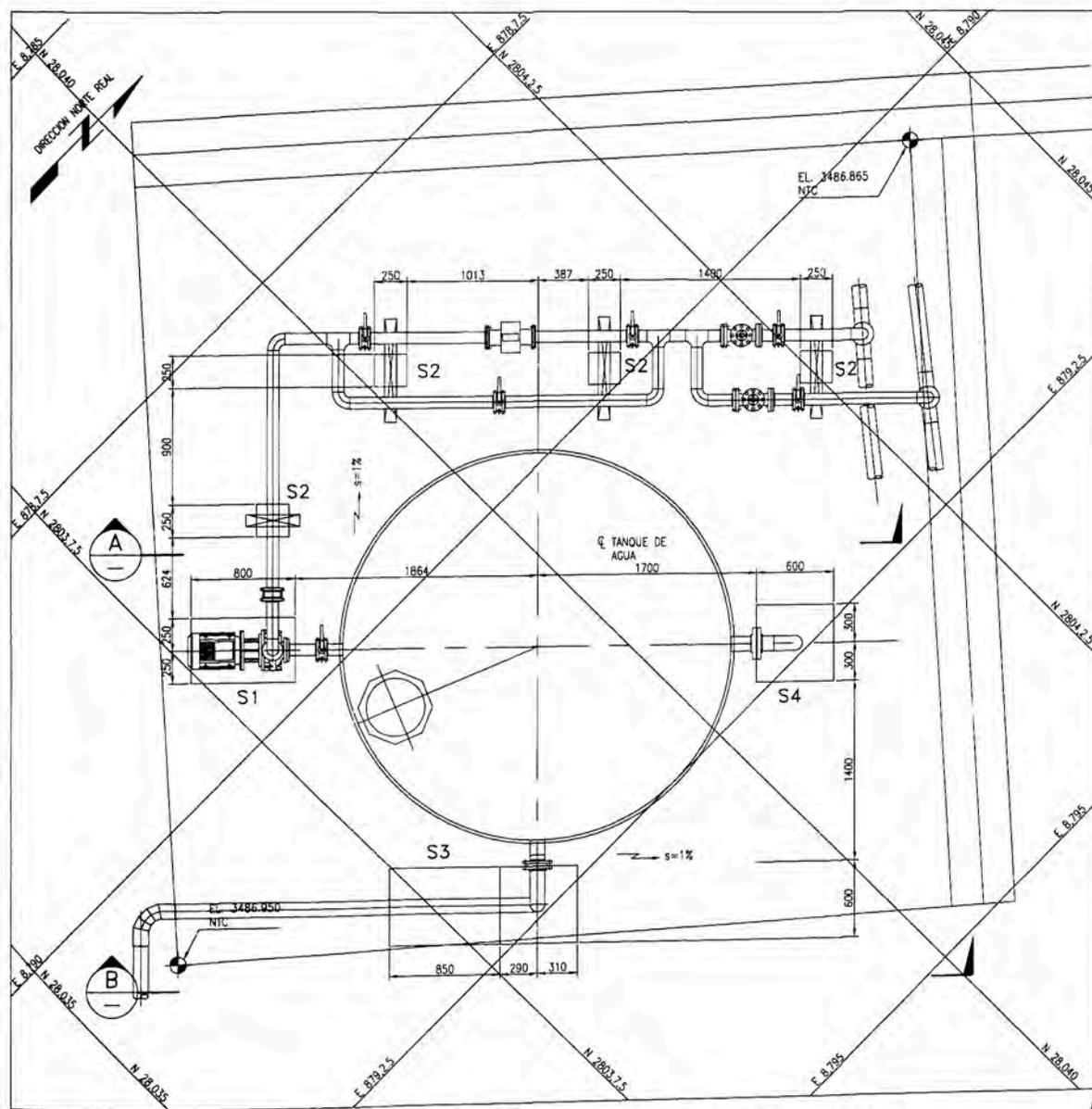
CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO

CAPTACION DE MANANTIALES CERCO PERIMETRICO PLANTA - DETALLES - SECCIONES

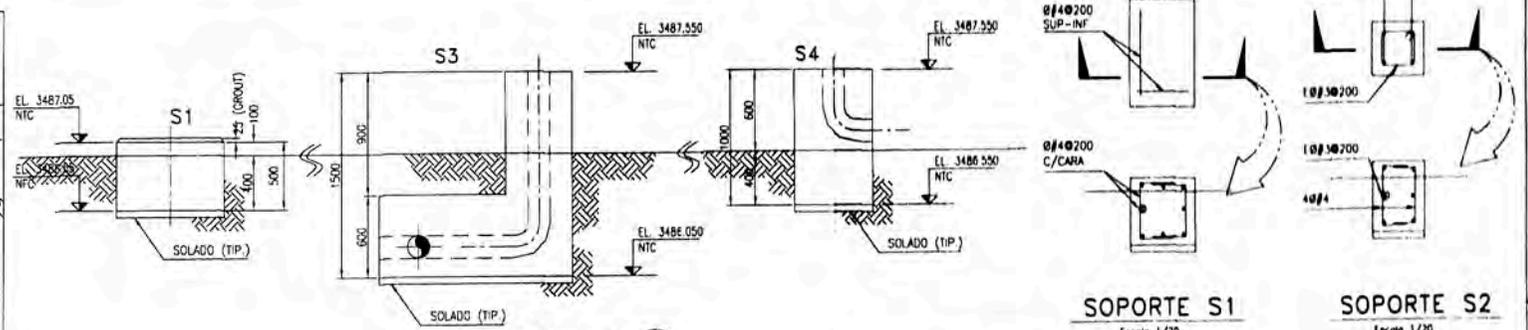
PLANO N° 005GP0095HJ-711-01-001

INDICADA

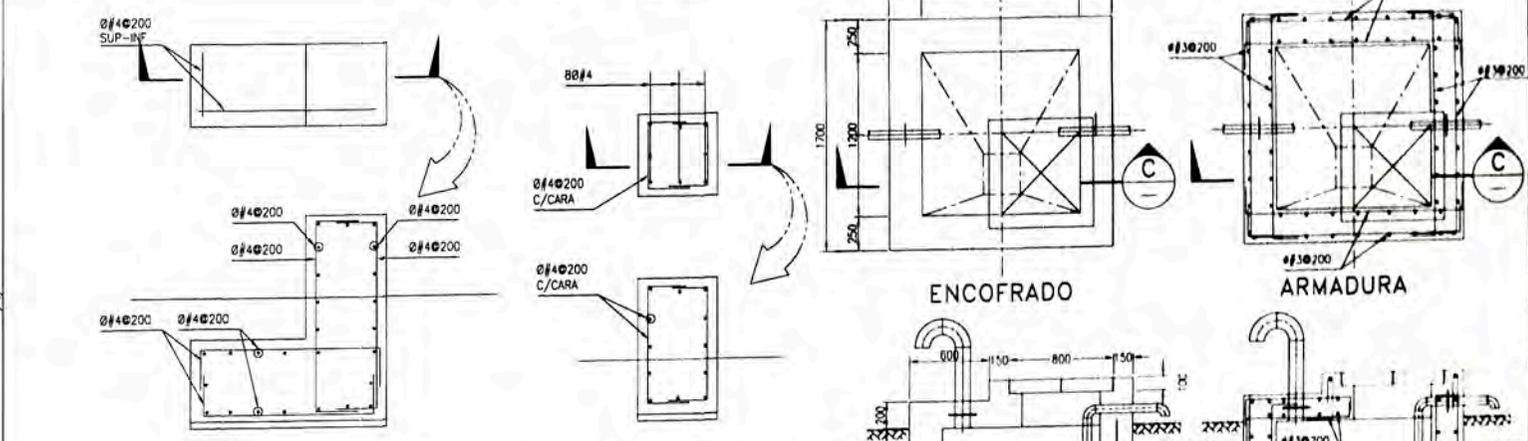
PLANO CLIENTE N° BI-4511-1-16-001



SOPORTE DE BOMBA Y TUBERÍAS - PLANTA
Escala 1/25

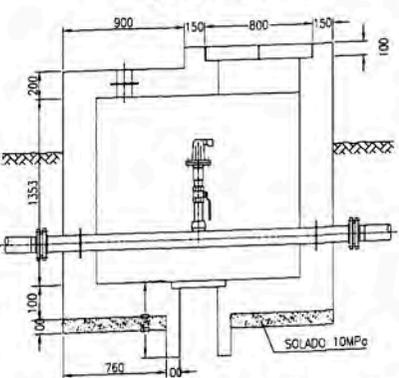
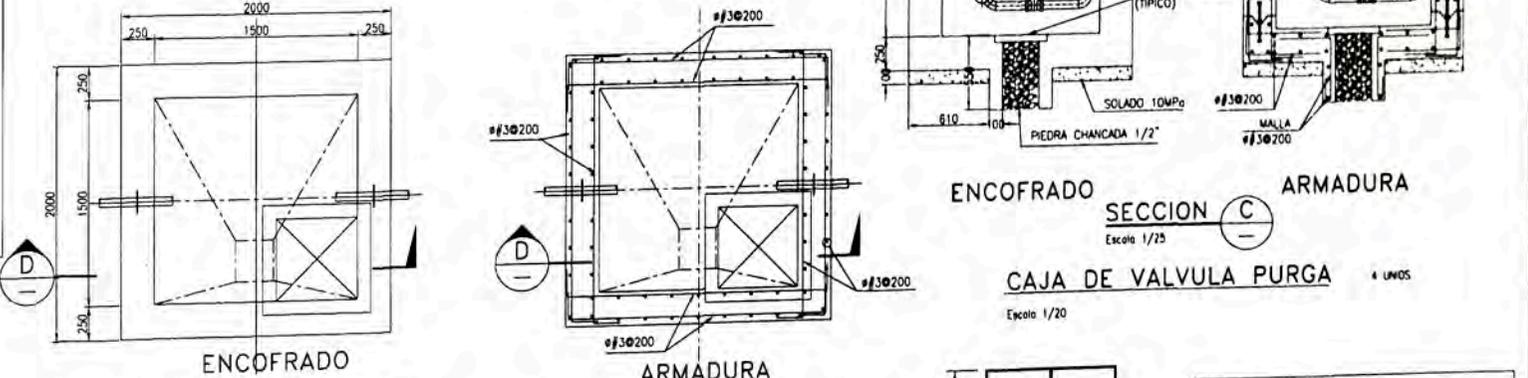


DETALLE B
Escala 1/25

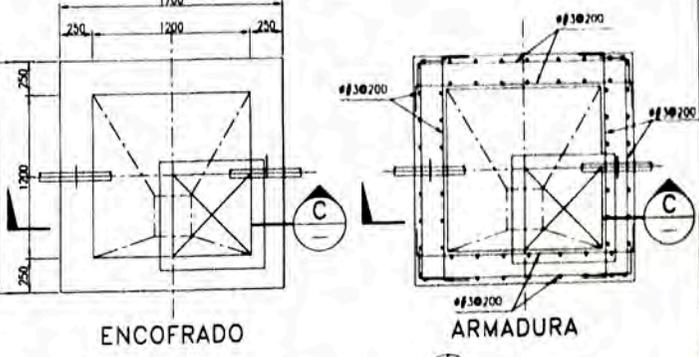


SOPORTE S3
Escala 1/20

SOPORTE S4
Escala 1/20

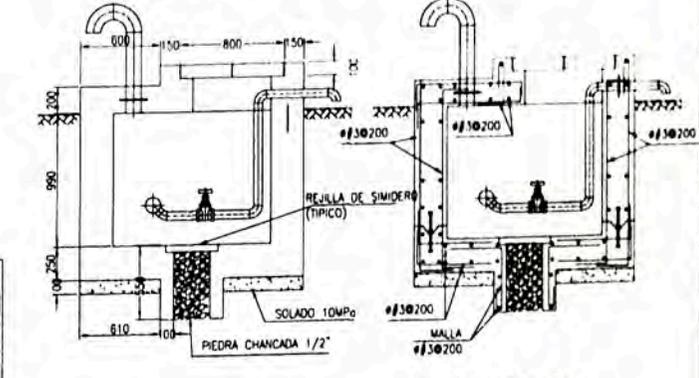


DETALLE VALVULA DE VENTOSA 8 UNIDS.
Escala 1/25



SOPORTE S1
Escala 1/20

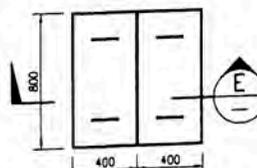
SOPORTE S2
Escala 1/20



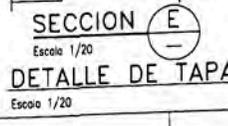
ENCOFRADO
Escala 1/25

ARMADURA
Escala 1/25

CAJA DE VALVULA PURGA 4 UNIDS.
Escala 1/20

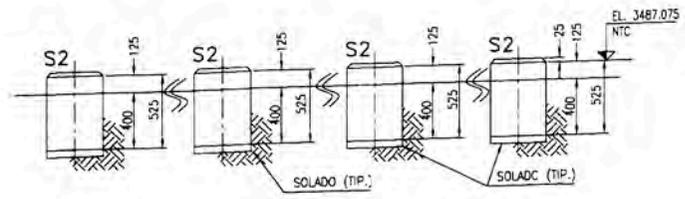


PLANTA
Escala 1/20



DETALLE DE TAPA
Escala 1/20

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO	CAMARAS f'c = 25 Mpa SOLADO f'c = 10 Mpa
ACERO DE REFORZO	GRADO 60, CORRUGADO = 42C Mpa
RECUBRIMIENTOS	LATERALES 75mm SOBRE EL TERRENO 75mm.

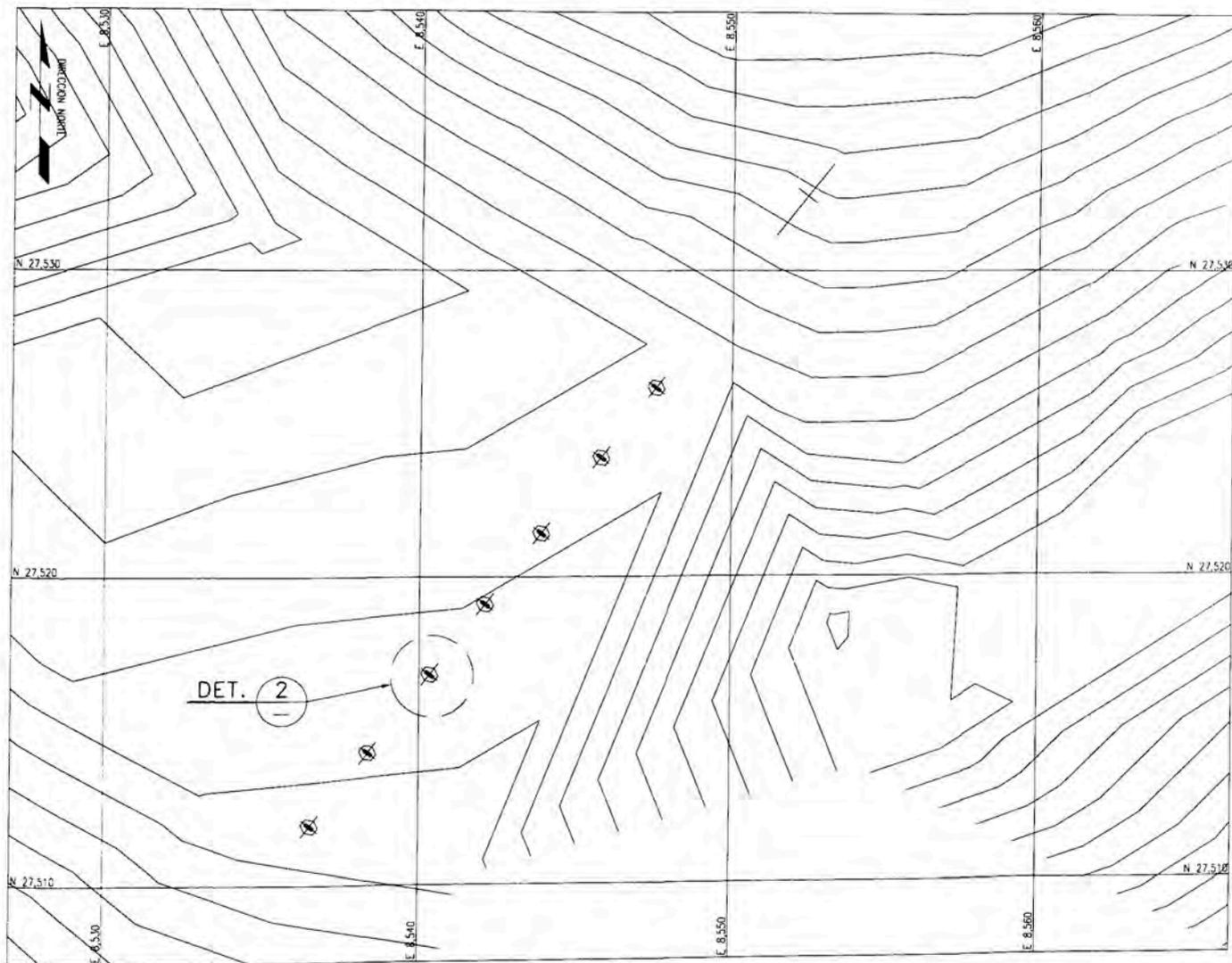


DETALLE A
Escala 1/25

REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	FOR.	REV.	APR.	CLIENT.
D	03/07/08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	A.R.	S.M.	C.N.	
B	17/06/08	EMITIDO PARA REVISION Y APROBACION DEL CLIENTE	D.P.	S.M.	C.N.	
A	17/06/08	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	D.P.	S.M.	C.N.	

CONFIDENCIAL		
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BIENVENTURA INGENIEROS (BSA). SU USO SIN PERMISO AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACION O ADAPTACION DE LOS DATOS EN EL PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BSA.		
APROBACION	FECHA	FIRMAS
CLIENTE:		
GTE. INC.:		
GTE. PROJ.:		
NOMBRES	FECHA	FIRMAS
DISEÑADO POR: D. PANTA	JUN. '08	
DIBUJADO POR: J. BAZAN	JUN. '08	
REVISADO POR: S. NEZA	JUN. '08	
APROBADO POR: S. NEZA	JUN. '08	
GTE. INC.:		
PLANO N°	005GP0095J-711-01-002	
COD. PROY. CLIENTE:		
ESC.	INDICADA	

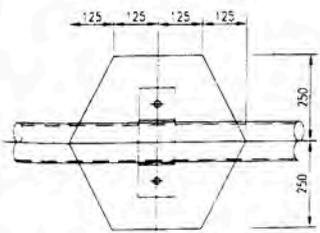
CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO	
CONCRETO	
TANQUE DE AGUA, CAJA VALVULA VENTOSA, PURGA, SOPORTE DE BOMBAS Y TUBERÍAS - PLANTA	
PLANO CLIENTE N°	BI-4511-1-16-002
REV.	0



CRUCE DE QUEBRADA

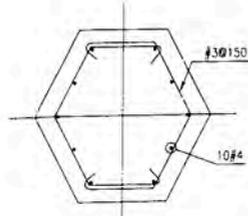
DETALLE 1

Esc: 1/100



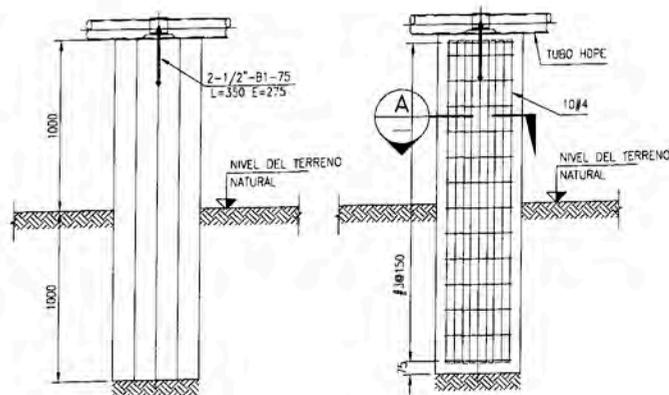
DETALLE 2

Esc: 1/100



SECCION A

Esc: 1/10



ELEVACION

Esc: 1/20

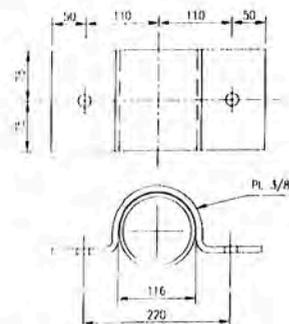
ELEVACION

Esc: 1/20

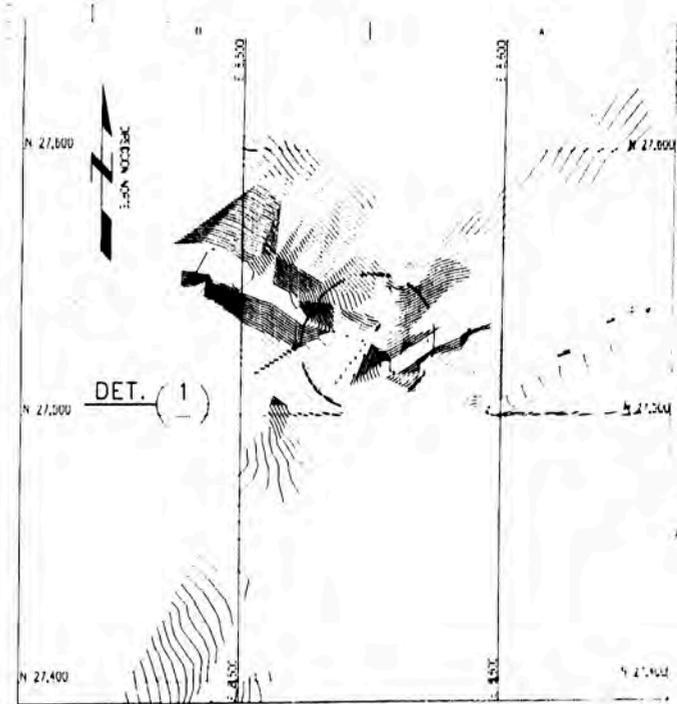
ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO	SOPORTES $f'c = 25$ Mpa
ACERO DE REFUERZO	GRADO 60, CORRUGADO $f_y = 420$ Mpa
RECUBRIMIENTOS	(OSAS) 75mm
ACERO ESTRUCTURAL	A-36

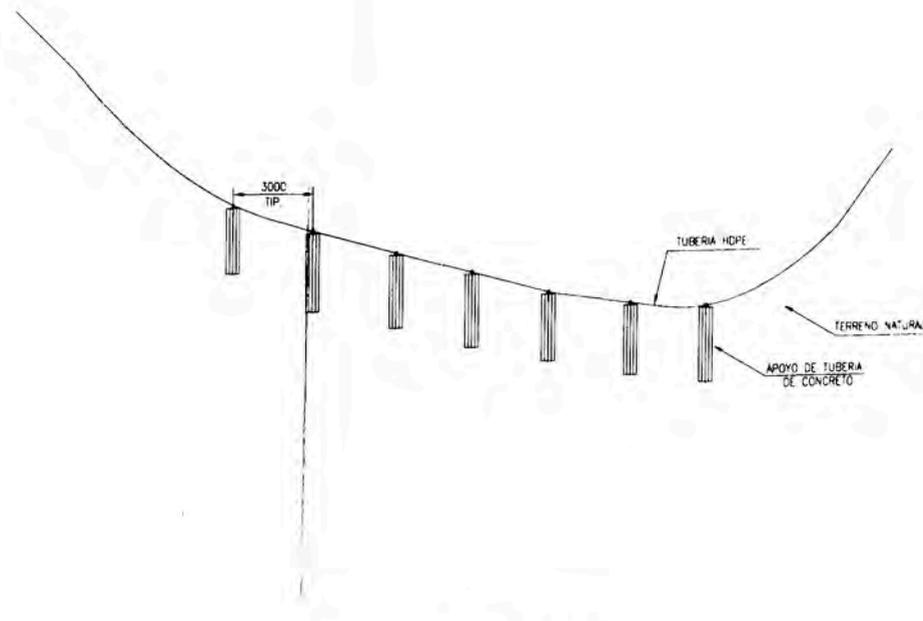


DETALLE DE PLANCHA DE ANCLAJE



PLANO CLAVE

1:250



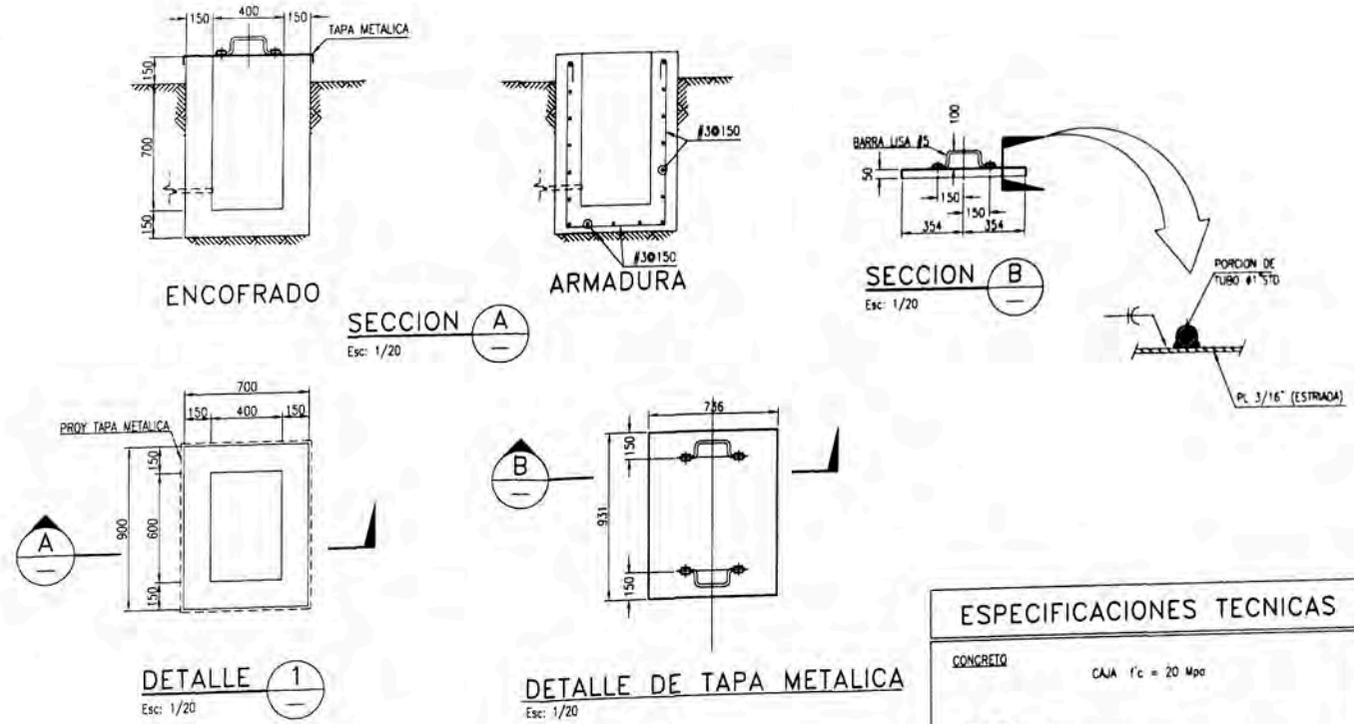
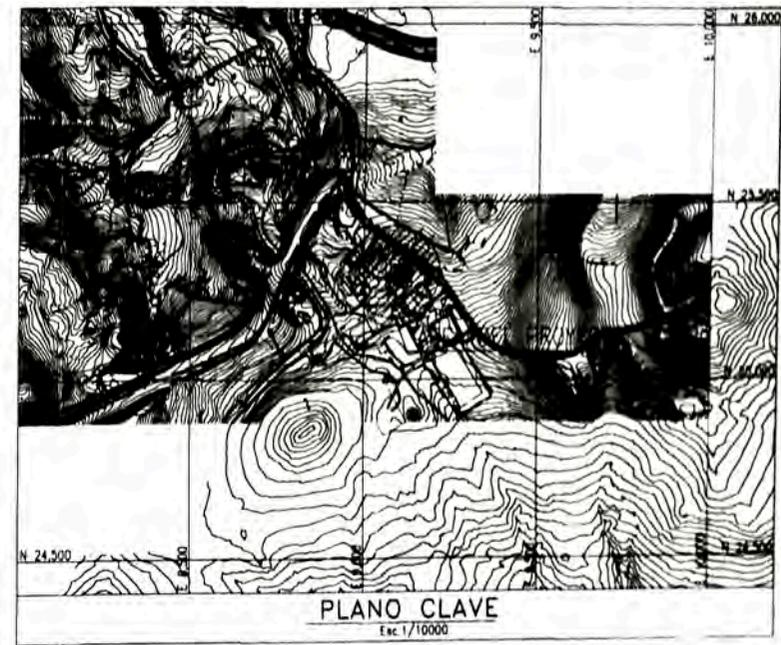
PERFIL

Esc: 1/100

					CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENVENTURA INGENIEROS (BISA). SI USAS SIN PERMISO AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACION O ADAPTACION DE LOS DATOS EN EL PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.					CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO																																								
					<table border="1"> <tr> <th>APROBACION</th> <th>FECHA</th> <th>FIRMAS</th> <th>NOMBRES</th> <th>FECHA</th> <th>FIRMAS</th> </tr> <tr> <td>CLIENTE</td> <td></td> <td></td> <td>DISEÑADO POR: D. PANTA</td> <td>10JUN08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DTE. ING.</td> <td></td> <td></td> <td>DIBUJADO POR: M. CORREA</td> <td>10JUN08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DTE. PROJ.</td> <td></td> <td></td> <td>REVISADO POR: S. MEZA</td> <td>10JUN08</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>APROBADO POR: C. NESTARES</td> <td>10JUN08</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>DTE. ING.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					APROBACION	FECHA	FIRMAS	NOMBRES	FECHA	FIRMAS	CLIENTE			DISEÑADO POR: D. PANTA	10JUN08		DTE. ING.			DIBUJADO POR: M. CORREA	10JUN08		DTE. PROJ.			REVISADO POR: S. MEZA	10JUN08					APROBADO POR: C. NESTARES	10JUN08					DTE. ING.			CAPTACION DE MANANTIALES SOPORTE DE TUBERIA PLANTA - PERFIL - SECCIONES - DETALLE				
APROBACION	FECHA	FIRMAS	NOMBRES	FECHA	FIRMAS																																													
CLIENTE			DISEÑADO POR: D. PANTA	10JUN08																																														
DTE. ING.			DIBUJADO POR: M. CORREA	10JUN08																																														
DTE. PROJ.			REVISADO POR: S. MEZA	10JUN08																																														
			APROBADO POR: C. NESTARES	10JUN08																																														
			DTE. ING.																																															
					<table border="1"> <tr> <th>PLANO N°</th> <th>005GP0095J-711-01-003</th> <th>COO.PROY.CLIENTE.</th> <th>ESC:</th> <th>INDICADA</th> <th>PLANO CLIENTE N°</th> <th>BI-4511-1-16-003</th> <th>REV</th> <th>0</th> </tr> </table>					PLANO N°	005GP0095J-711-01-003	COO.PROY.CLIENTE.	ESC:	INDICADA	PLANO CLIENTE N°	BI-4511-1-16-003	REV	0																																
PLANO N°	005GP0095J-711-01-003	COO.PROY.CLIENTE.	ESC:	INDICADA	PLANO CLIENTE N°	BI-4511-1-16-003	REV	0																																										
PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA																																																	
REV	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	FOR	REV.	APR.	CLIENT.																																												
0	03JUL08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	S.M.	AR/SM	CN	GG																																												
B	17JUN08	EMITIDO PARA APROBACION	D.P.	S.M.	C.N.	G.G.																																												
A	10JUN08	EMITIDO PARA REVISION INTERNA / APROBACION DE RUTEO.	D.P.	S.M.	C.N.	-																																												



CAMPAMENTO DE OPERADORES KM. 31
Esc: 1/200



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO	CAJA f'c = 20 Mpa
ACERO DE REFUERZO	GRADO 60, CORRUGADO fy = 420 Mpa
RECURRIMIENTOS	CAJA : 70mm.
ACERO ESTRUCTURAL	A-36

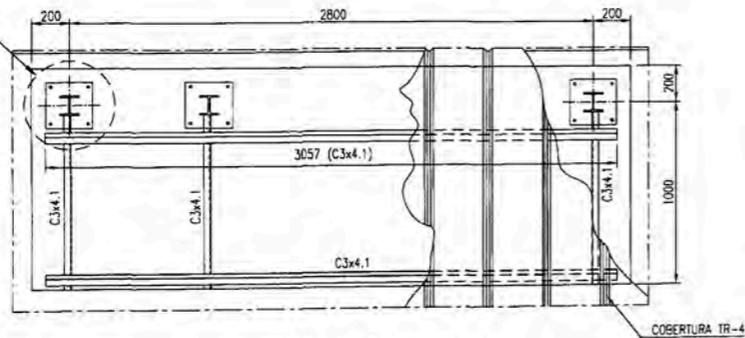
APROBACION		FECHA	FIRMAS	NOMBRES		FECHA	FIRMAS
CLIENTE:				DISEÑADO POR:	S. MESA	26JUL08	
GTE. ING.:				DEBILADO POR:	M. CORREA	26JUL08	
GTE. PROY.:				REVISADO POR:	S. MEZA	26JUL08	
				APROBADO POR:	C. NESTARES	26JUL08	

NO.	FECHA	EMISION	CONTENIDO	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
0	26JUL08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION		SM	SM	CN
				SM	SM	CN

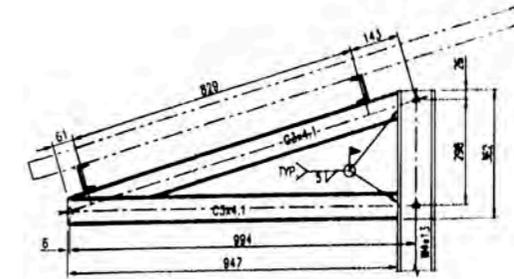
CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO
CAPTACION DE MANANTIALES
CERRO NEGRO
CAJA PARA TUBERIA DE INSTRUMENTACION

CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACION O ADAPTACION DE LOS DATOS EN EL PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO.

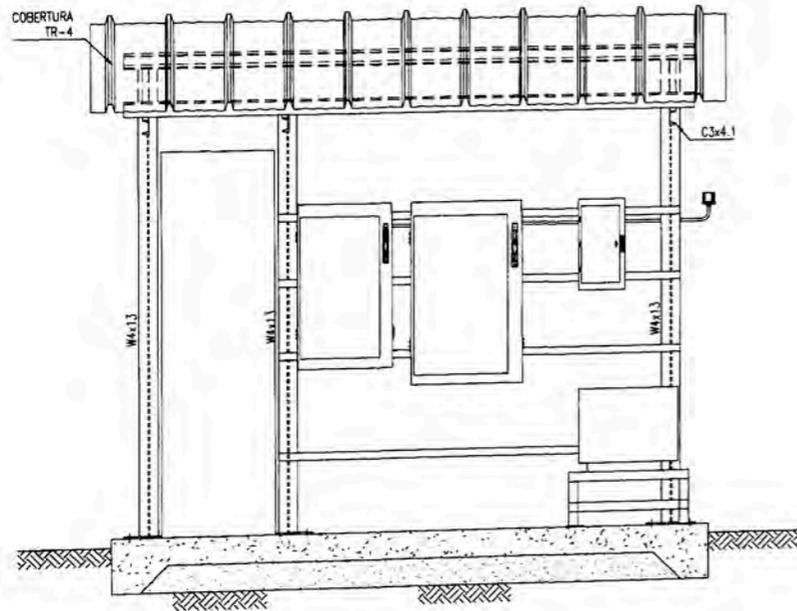
DET. S04
0000 265 5244



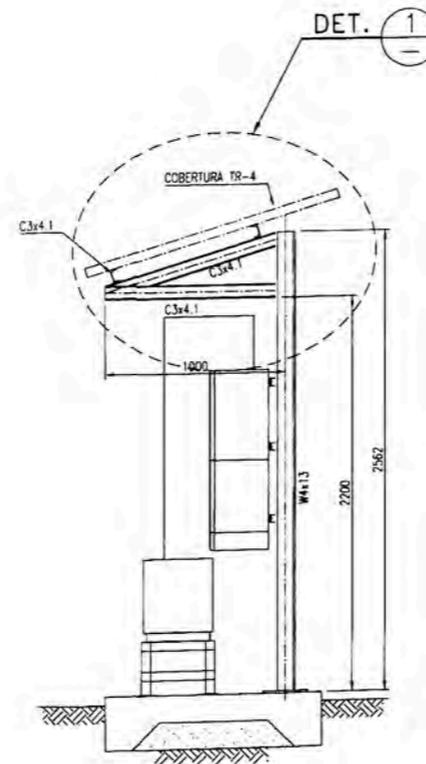
TECHO



DETALLE 1
1/10



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA

TECHO - TABLEROS ELECTRICOS
1/20

NOTAS:

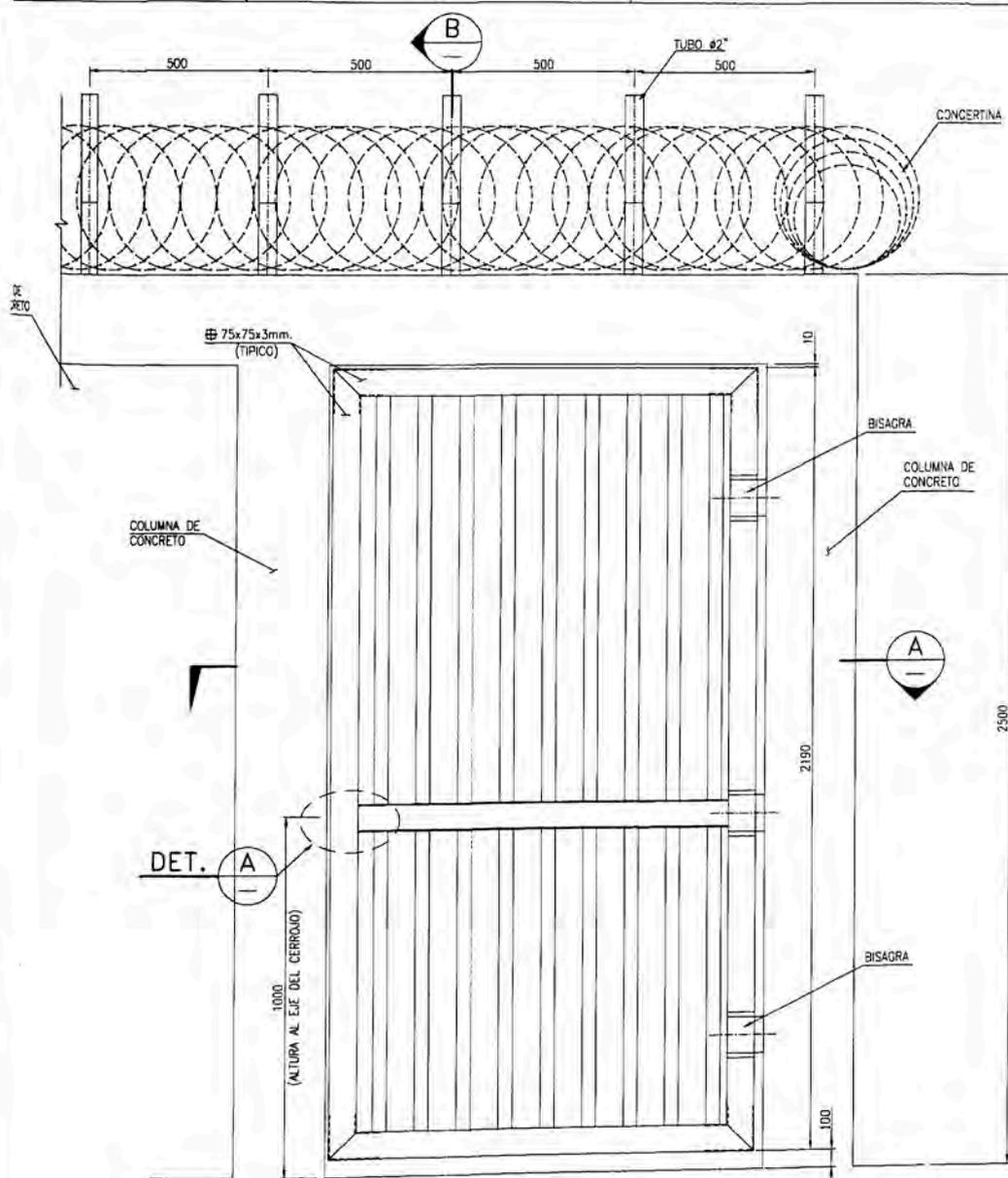
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS A MENOS SE INDIQUE LO CONTRARIO.
2. LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS.
3. VER NOTAS GENERALES Y ESTÁNDARES DE ESTRUCTURAS EN LOS PLANOS 0000-2-0001 ● 0009.

PLANO No	PLANOS DE REFERENCIA	REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	D.S.	REV.	APROB. 1	APROB. 2	CONFIDENCIALIDAD & RESPONSABILIDAD LEGAL
		A	04SET08	EMITIDO PARA REVISION INTERNA.	E.D.	M.E.	G.G.		ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE MINERA YANACOCCHA S.R.L. (MYSRL). SU USO SIN PREVIA AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER ADAPTACION O MODIFICACION DE LA INFORMACION O DEL PLANO SERA A SOLO RIESGO Y SIN NINGUNA OBLIGACION O RESPONSABILIDAD LEGAL POR MYSRL.
		O	05SET08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION.	E.D.	M.E.	G.G.	M.R.	

AFE: 07680020	
NOMBRE:	FECHA:
DISEÑADO: E. DEXTRE	25FEB08
REVISADO: E. DAVILA	25FEB08
APROB. 1: G. GUERRERO	25FEB08
APROB. 2: M. REARO	26FEB08

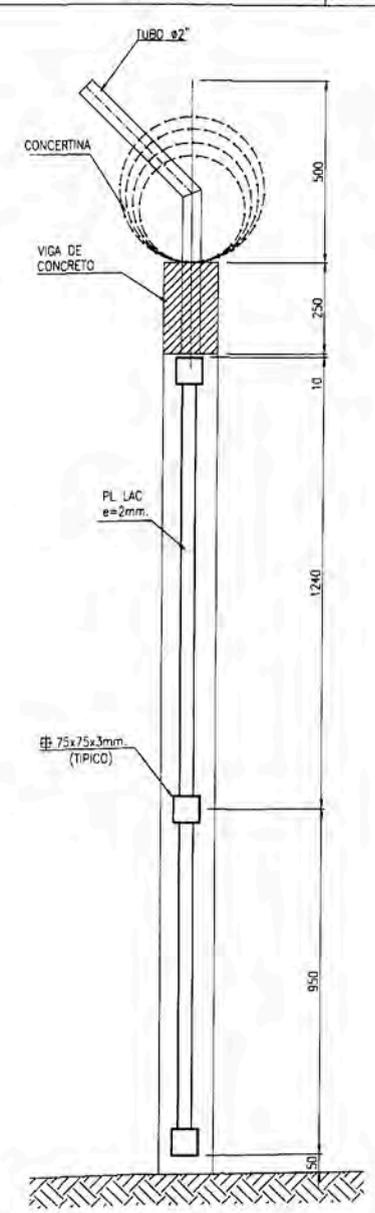
CERRO NEGRO CAPTACION DE MANANTIALES ESTRUCTURA PARA TABLEROS ELECTRICOS PLANTA TECHO - DETALLES	
ESCALA INDICADA	NUMERO DE PLANO MY-4511-2-16-001

DESARROLLO DE PROYECTOS

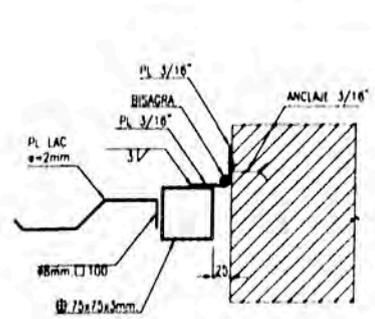
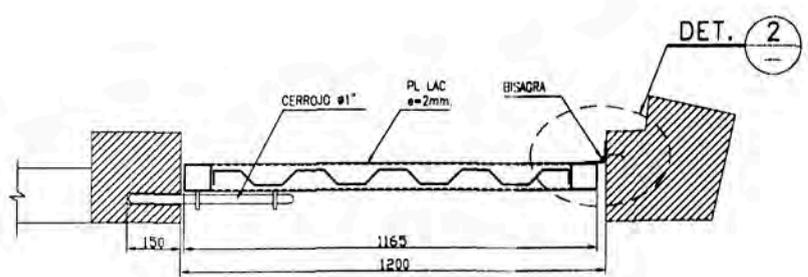


DET. A

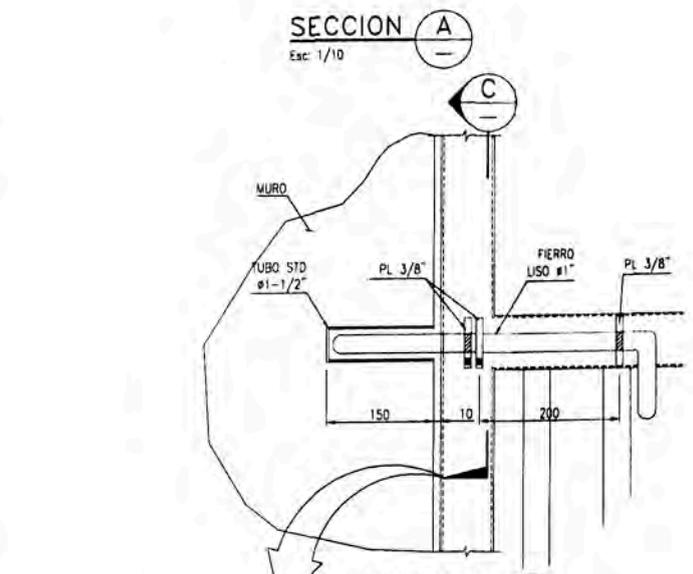
DETALLE 1
Esc: 1/10 BI-4511-1-16-001



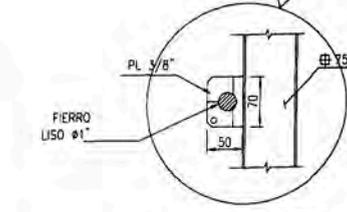
SECCION B
Esc: 1/10



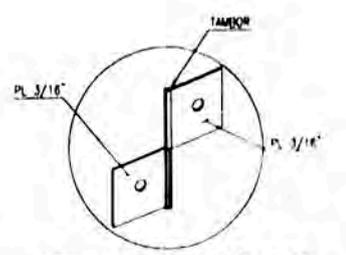
DETALLE 2
Esc: 1/5



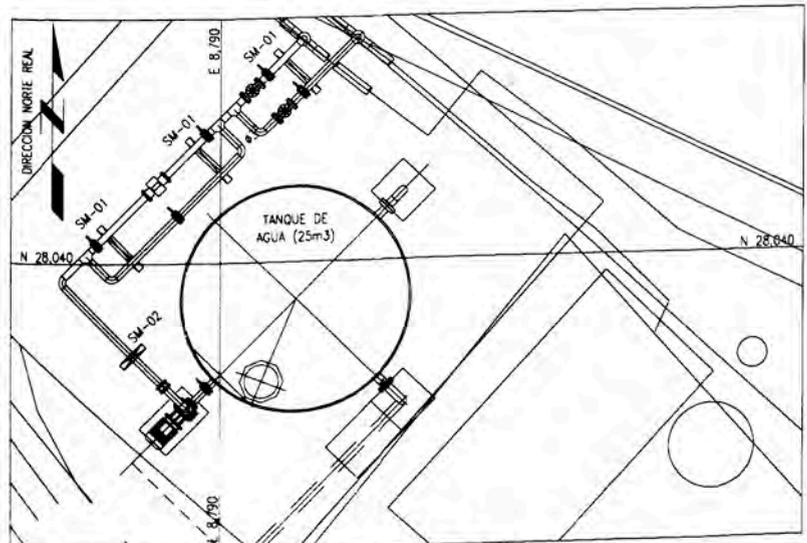
DETALLE A
Esc: 1/5



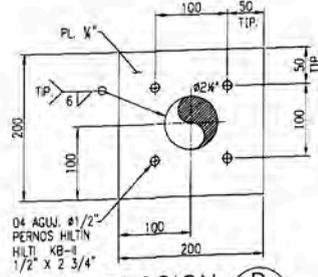
SECCION C
Esc: 1/10



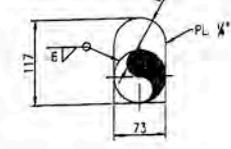
DETALLE DE BISAGRA
Esc: 5/8



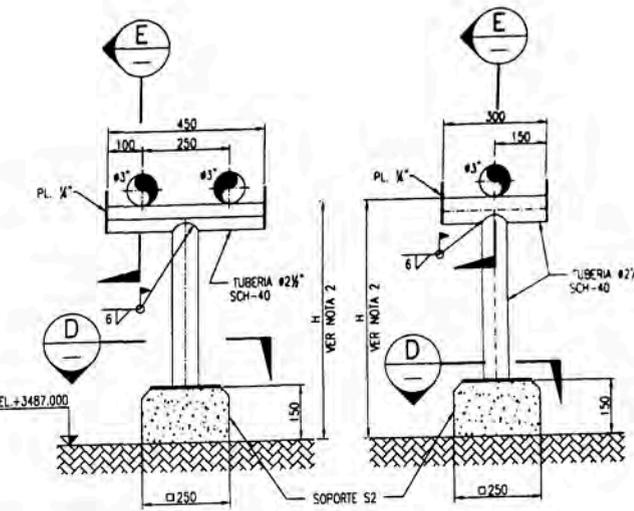
PLANTA - SOPORTE DE TUBERIAS
Esc: 1/50



SECCION D
Esc: 1/5



SECCION E
Esc: 1/5



SM-01
Esc: 1/10

SM-02
Esc: 1/10

VER DETALLE DE SOPORTE S2 VER EL PLANO BI-4511-1-16-002
A NATURA DEFINIR EN CAMPO

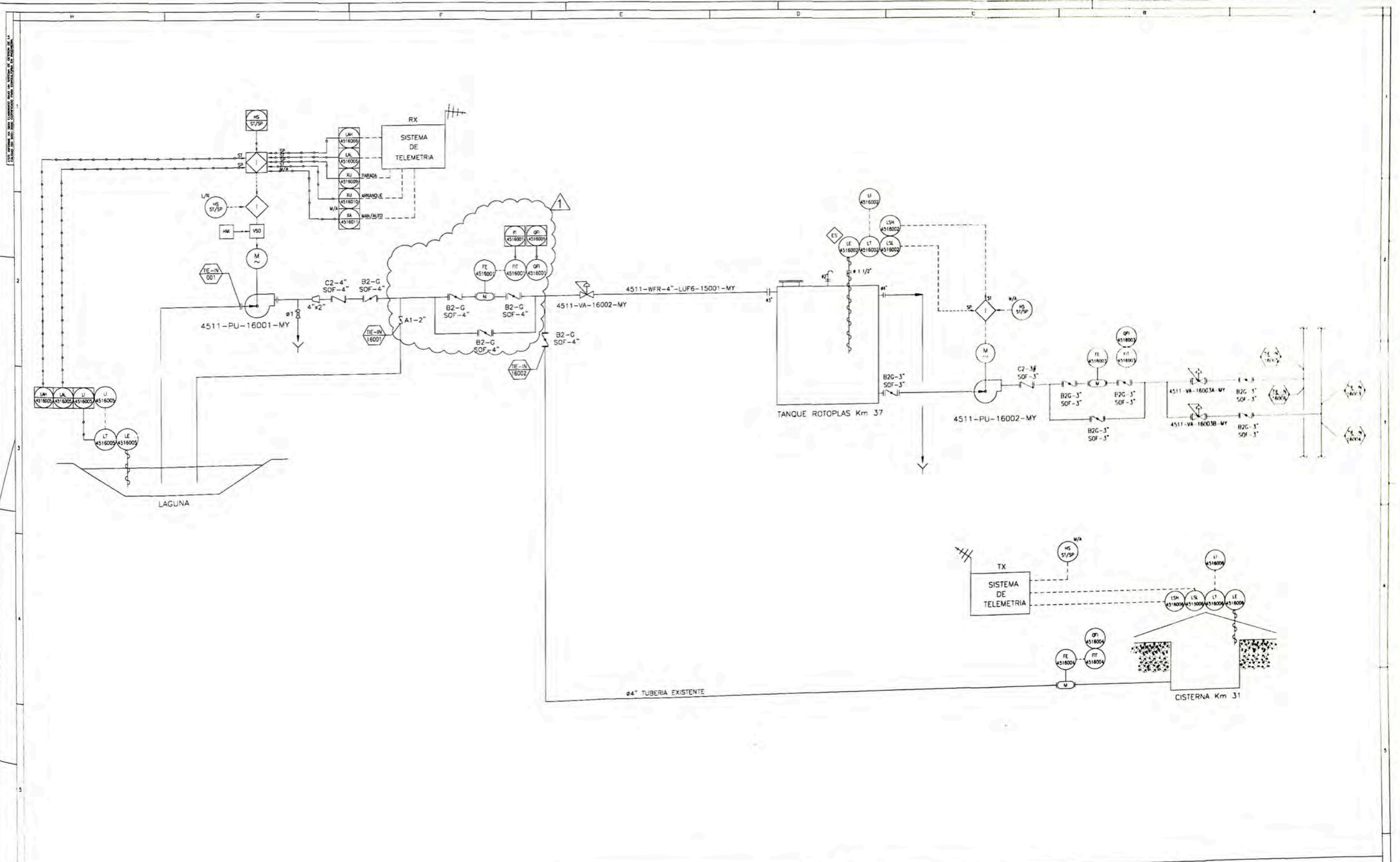
FECHA	DESCRIPCION	A.P.	S.M.	C.N.
03 JUL 08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	A.R.	S.M.	C.N.
16 JUN 08	EMITIDO PARA REVISION Y APROBACION DEL CLIENTE	D.P.	S.M.	C.N.

APROBACION	FECHA	FIRMAS	NOMBRES	FECHA	FIRMAS
CLIENTE:			DISEÑADO POR: D. PANTA	16 JUN 08	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: A. CIERTO	16 JUN 08	
GTE. PROY.:			REVISADO POR: S. MEZA	16 JUN 08	
			APROBADO POR: C. NESTARES	16 JUN 08	
			GTE. INC.:		

CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO		
CERCO PERIMETRICO PUERTA METALICA ELEVACION, PLANTA Y DETALLES		
PLANO CLIENTE N°	BI-4511-2-16-001	ESC:

CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA
INFORMACION CONTENIDA
SON
PROPIEDAD DE
BUDAVENTURA
INGENIEROS (S.R.L.), SU
USO SIN PREVIA
AUTORIZACION ESTA
PROHIBIDA. CUALQUIER
MODIFICACION O ADAPTACION
DE LOS
DATOS EN EL PLANO SERA
RESPONSABLE DEL USUARIO SIN NINGUNA
RESPONSABILIDAD LEGAL DE
GTE. INC.

FECHA PROY. CLIENTE: ESC:



PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA	REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	POR	REV.	APR.	CLIENT.
		1	30SET08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	J.G.	A.A.	C.N.	G.G.
		0	21JUL08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	J.G.	F.C.	C.N.	G.G.
		B	18JUN08	EMITIDO PARA APROBACION DEL CLIENTE	J.G.	J.S.	C.N.	G.G.
		A	13JUN08	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.G.	J.Z.	C.N.	G.G.

CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (B.S.A.) SU USO SIN PREVIA AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACION O ADAPTACION DE LOS DATOS EN EL PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE B.S.A.																				
APROBACION	FECHA	FIRMAS																		
CLIENTE																				
GTE. ING.																				
GTE. PROJ.																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRES</th> <th>FECHA</th> <th>FIRMAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESENADO POR: J. GARCIA</td> <td>30SET08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESENADO POR: J. ALVAREZ</td> <td>30SET08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>REVISADO POR: ALVARADO</td> <td>30SET08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO POR: C. NESTARES</td> <td>30SET08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>GTE. ING.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOMBRES	FECHA	FIRMAS	DESENADO POR: J. GARCIA	30SET08		DESENADO POR: J. ALVAREZ	30SET08		REVISADO POR: ALVARADO	30SET08		APROBADO POR: C. NESTARES	30SET08		GTE. ING.		
NOMBRES	FECHA	FIRMAS																		
DESENADO POR: J. GARCIA	30SET08																			
DESENADO POR: J. ALVAREZ	30SET08																			
REVISADO POR: ALVARADO	30SET08																			
APROBADO POR: C. NESTARES	30SET08																			
GTE. ING.																				
PLANO N°	005GP0095J-711-09-001	COD. PROY. CLIENTE																		
ESC.	INDICADA	PLANO CLIENTE N°																		
		BI-4511-9-16-001																		
		REV. 1																		

CAPTACION MANANTIALES CERRO NEGRO
 CAPTACION DE MANANTIALES
 CERRO NEGRO
 P&ID GENERAL

ANEXO G PROCEDIMIENTO DE MANEJO AMBIENTAL

A continuación se detalla los procedimientos de manejo ambiental implementados en la ejecución del proyecto, para captar agua de manantiales.

PROCEDIMIENTOS DE MANEJO AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE

REPORTE DE DERRAMES

1. ANTECEDENTES

En LA COMPAÑIA se trabajará con equipos de diferentes magnitudes desde equipos pequeños como grupos electrógenos hasta los vehículos de transporte de personal. Considerando la gran cantidad de combustibles y lubricantes utilizados en la mina, el potencial de ocurrencia de derrames es alto. Los derrames se pueden producir por fallas mecánicas de los equipos, por fallas en el diseño de instalaciones para el almacenamiento de hidrocarburos, por el deterioro de piezas mecánicas, por la falta de control en el transporte y muchas veces debido al incorrecto abastecimiento a los equipos y vehículos.

Así mismo, los derrames pueden ocurrir, tanto dentro de la zona de operaciones o como fuera de ella, por ejemplo durante el transporte del combustible, lubricantes o sustancias químicas desde Cajamarca hacia la mina.

2. OBJETIVO

- Minimizar los impactos debido a la exposición del derrame de productos peligrosos, residuos no peligrosos, y productos no peligrosos.
- Llevar un control estadístico de los derrames producidos dentro y fuera del área de operaciones.

3. CONCEPTOS

DERRAME.- Todo escape o caída de un material o producto químico peligroso, fuera de los sistemas de contención, o caída de un producto no peligroso durante su transporte.

RESIDUOS PELIGROSO.- Aquellos que por sus características o al manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el medio ambiente, se considerarán peligrosos los que presenten

por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.

PRODUCTOS NO PELIGROSOS.- Abarrotes, alimentos, materiales de construcción (no peligrosos) y productos llamados no peligrosos en el área de materiales y contratos.

4. RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad directa del supervisor a cargo de un determinado trabajo reportar al Departamento de Medio Ambiente, de manera exacta y apropiada los derrames que ocurran en el área bajo su supervisión, el cual deberá realizarse a través del formato de "Reporte de Derrames". Así mismo, es responsabilidad del supervisor asegurarse que las actividades de limpieza sean concluidas de manera satisfactoria.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Derrames menores a 1 litro o ¼ de galón

- Una vez identificado el derrame, se debe demarcar la zona afectada y proceder inmediatamente a controlar dicho derrame, si ello resulta seguro, con el fin de evitar su expansión y posible afectación a zonas sensibles.
- Utilizar el personal, materiales, equipos y/o herramientas apropiadas para las tareas de control y limpieza del derrame.
- Utilizar los contenedores y/o envases adecuados para la disposición de los materiales residuales (MA-PA-014, "Manejo de trapos impregnados con aceites u otros derivados del petróleo", MA-PA-021, "Manejo de suelo impregnado con hidrocarburo o sustancias químicas", MA-PA-039, "Etiquetado y señalización de contenedores de desechos"
- Evacuar el suelo/tierra impregnada con hidrocarburos a la Estación Central de Residuos Sólidos para ser dispuestos en alguna de las canchas de volatilización, acompañar el reporte de Incidentes Ambientales respectivo correctamente llenado (formato MA-FA-005).
- El reporte de Incidentes Ambientales(MA-FA-005) junto con el material a disponer deberá presentarse al operador de la Estación Central de Residuos Sólidos él a su vez verificará los datos solicitados en el formato incluyendo la

firma del Especialista de Medio Ambiente de EMPRESA MINERA, asignado al área involucrada.

5.2. Derrames mayores de 1 litro o ¼ de galón.

- Una vez identificado un derrame, proceder inmediatamente a controlar el derrame, si ello resulta seguro, con el fin de evitar su expansión y posible afectación de zonas sensibles. Se utilizará los materiales, equipo y/o herramientas adecuadas para tal efecto.
- Informar de inmediato al Especialista de Medio Ambiente de guardia y al Centro de Control de Seguridad acerca de la ocurrencia del derrame.
- Si el derrame se considera como un Nivel 2 "Medio" o de mayor magnitud, entonces solicitar además la intervención del Equipo de Respuesta de Emergencias.
- Demarcar la zona de influencia del derrame y las áreas de trabajo por razones de seguridad.
- Proceder a la limpieza del derrame y tareas de remediación utilizando el personal, materiales, equipos y/o herramientas necesarios para ejecutar el trabajo eficientemente y en el menor tiempo posible (Verificar Kits de emergencia para derrames)
- Utilizar los contenedores y/o envases adecuados para la disposición de los materiales residuales (MA-PA-014, MA-PA-021, MA-PA-039)
- Evacuar el suelo/tierra impregnada con hidrocarburos a la Estación Central de Residuos Sólidos para ser dispuesto en la cancha de volatilización, acompañar el reporte de derrame respectivo correctamente llenado (MA-FA-005).
- El reporte de Incidentes Ambientales (MA-FA-005) junto con el material a disponer deberá presentarse al operador de la Estación Central de Residuos Sólidos él a su vez verificará los datos solicitados en el formato incluyendo la firma del Especialista de Medio Ambiente de EMPRESA MINERA, asignado al área involucrada.
- Evaluar y verificar la culminación de las tareas de limpieza y remediación de las áreas afectadas conjuntamente con el representante del Departamento de Medio Ambiente, de ser necesario se ejecutarán monitoreos post limpieza para verificar la mitigación apropiada de los impactos producidos.

ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES

1. ANTECEDENTES

Normalmente, el abastecimiento de petróleo de vehículos livianos se realiza en los grifos de combustible de las estaciones de Cajamarca y también se puede realizar el abastecimiento con una camioneta y cilindro con su bomba manual para abastecimiento en el caso de equipos pesados.

2. OBJETIVOS

- Realizar un adecuado transporte y abastecimiento de combustibles o hidrocarburos en general mediante el uso de camionetas dentro de las operaciones de EMPRESA MINERA, previniendo o evitando posibles derrames.

3. RESPONSABILIDADES

Todos los Departamentos de Empresa Minera y empresas contratistas que requieran utilizar camionetas para el abastecimiento de combustibles deberán adecuar un sistema de abastecimiento apropiado para realizar esta actividad.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. Acerca de los permisos

LA COMPAÑIA cumplirá con solicitar y obtener la aprobación del departamento de Medio Ambiente, para utilizar una camioneta para el transporte y abastecimiento de combustible dentro de las operaciones de EMPRESA MINERA, mediante el formato de autorización MA-FA-003.

4.2. Acerca de las medidas de contingencia y limpieza

- Se deben realizar continuamente chequeos a la tolva y limpiar en caso existan derrames sobre esta.
- Se deben realizar continuamente inspecciones al sistema de abastecimiento.

- La camioneta deberá contar con un kit de emergencia ante un posible derrame.
- Los implementos del *kit de emergencia* deben ser suficientes y adecuados para dar una respuesta rápida ante un derrame total del tanque.
- se deberá contar con una bomba manual fija. sobre todo para abastecer equipos que se encuentren a diferente nivel (altura) del sistema de abastecimiento de la camioneta.
- El abastecimiento se debe realizar tomando todas las medidas ambientales y de seguridad necesarias.
- Se deberá hacer uso de una bandeja de contención de posibles derrames durante las tareas de abastecimiento de hidrocarburos.
- En caso de accidentes reportar inmediatamente a UMY, Prevención de Pérdidas y Medio Ambiente indicando perfectamente la magnitud y consecuencias del accidente (daños al personal, daños a la propiedad y daños al medio ambiente).

KIT Básico (camiones, cisternas, equipo de abastecimiento de combustibles)

- 01 Pico
- 01 Pala.
- 20 Bolsas negras
- 10 Bolsas rojas
- 10 Costales.
- 1/4 de rollo de Paño absorbente.
- 5 Kg de Trapo industrial.
- 01 bandeja o balde.
- 01 par de guantes de Neopreno.



SISTEMAS DE CONTENCION

1. ANTECEDENTES

Las grandes cantidades de maquinarias utilizadas en las operaciones mineras exigen un adecuado manejo, mantenimiento y cuidado de estas. Cada maquinaria es un elemento de riesgo ambiental debido a la potencialidad para provocar, entre otras cosas, derrames de hidrocarburos. Por ello, **LA COMPAÑIA** pone especial atención en la mitigación de derrames y la acción o respuesta en caso que estos sucedan.

Se consideran como sistemas de contención a recipientes, bandejas, pozas plastificadas, etc. que sean impermeables, en tamaños y dimensiones adecuados para evitar que el contenido de los motores, tanques y cilindros se viertan sobre el suelo y por ende evitar que los posibles derrames o fugas lleguen a impactar al medio ambiente y la salud.

2. OBJETIVOS

- Evitar que los derrames o fugas de hidrocarburos o lubricantes, de no ser controlados, se conviertan en un riesgo al medio ambiente y a la salud.
- Prever lo necesario para evitar derrames o fugas de hidrocarburos o lubricantes mediante el uso de sistemas de contención.

3. RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del supervisor de cada una de las áreas por el mantenimiento, las inspecciones, la limpieza de los sistemas de contención, los cuales siempre deben mantenerse drenados y libres de fugas o derrames.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. SISTEMAS DE CONTENCION PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS, LUBRICANTES.

- Se denomina como tanques de almacenamiento a todos aquellos contenedores fijos de dimensiones variables que se implementan para el almacenamiento, distribución a surtidores o talleres y también para el acopio de hidrocarburos, lubricantes o aceites residuales.
- En LA COMPAÑIA todos los tanques de almacenamiento de hidrocarburos, lubricantes o aceites residuales contarán obligatoriamente con un sistema de contención para fugas o derrames.
- La capacidad del sistema de contención deberá exceder por lo menos en un 10% a la capacidad del tanque.
- La forma del sistema de contención y los materiales a emplear para su construcción quedan a criterio del interesado, siempre y cuando esté asegurada la impermeabilización del sistema.
- Las áreas de almacenamiento de hidrocarburos y lubricantes deberán estar techadas.
- Los sistemas de contención deben ser periódicamente inspeccionados.
- El buen estado de funcionamiento implica, en primer lugar, la limpieza de los derrames contenidos para luego proceder a la evacuación del agua de lluvia acumulada si es que la hubiera.
- Todos los sistemas deberán contar con una marca que indique el nivel al 5% de la capacidad del sistema.
- La evacuación del agua acumulada se realizará previa limpieza de posibles derrames contenidos y con la autorización del Supervisor de Medio Ambiente del área.

- Los hidrocarburos deben ser retomados a sus tanques o cilindros de almacenamiento.
- Los lubricantes y aceites residuales deben ser evacuados a los tanques de aceites residuales para su eliminación.

BAÑOS PORTÁTILES

1. ANTECEDENTES

El uso de los baños portátiles se ha convertido en una parte integral de la protección al medio ambiente y a **LA COMPAÑIA** no es ajeno de la habilitación de mejores condiciones de trabajo y sanitarias.

Es de interés de la empresa contar con servicios higiénicos adecuados a las normas de salubridad y medio ambiente, en cantidad y tamaño suficiente para satisfacer la demanda de todo el personal, así como también proveer de una aceptable comodidad higiénica del trabajador, se proporcionará 01 baño químico por cada 20 trabajadores.

Los servicios higiénicos portátiles son limpiados con un compuesto químico líquido que degrada las materias depositadas en ellos formando un residuo no contaminante, biodegradable y libre de olores.

2. OBJETIVOS

- Brindar a los trabajadores que laboran en **LA COMPAÑIA** las condiciones higiénicas necesarias en sus frentes de trabajo, manteniendo un ambiente limpio y en buenas condiciones.
- Asegurar el cuidado de la calidad de agua en las quebradas manteniendo estándares que no comprometan a la salud humana dentro y fuera de nuestras instalaciones.
- Minimizar los malos olores generados en los baños portátiles y pozos sépticos.

3. RESPONSABILIDADES

Están involucradas en el cumplimiento al presente procedimiento todas las personas que laboran en **LA COMPAÑIA** que requieran de este servicio.

El mantenimiento y limpieza de los baños portátiles son de responsabilidad de la compañía.

4. PROCEDIMIENTO

- Cada área de trabajo debe contar con servicios higiénicos
- Se debe considerar una cantidad de baños portátiles adecuada según el número de trabajadores en el área. Se recomienda un baño portátil por cada 20 trabajadores como máximo.

Del trabajador

- Es obligatorio utilizar el baño portátil.
- Informar al supervisor inmediato sobre las malas condiciones en que pueda encontrarse el baño portátil.

DESECHOS DE CONSTRUCCION

ANTECEDENTES

En la construcción de losas de concreto, oficinas, cimentaciones de tanques y sistemas de contención, obras civiles en general, entre otros tipos de obras e inclusive durante el desensamblaje o demolición de las construcciones son necesariamente fuentes potenciales donde se generan de desperdicios de construcción.

Los desperdicios de construcción pueden ser clasificados como metálicos y no metálicos.

Dentro de los desperdicios clasificados como metálicos podemos encontrar a los fierros de construcción, en sus variedades de fierro corrugado y el liso. Así mismo encontramos a los clavos, alambres, chatarra, entre otros.

Dentro del grupo de los desperdicios clasificados como no metálicos podemos encontrar al cemento, ladrillos, losas, bloques de concreto, madera, plásticos, entre otros.

LA COMPAÑIA dispondrá que todos los desperdicios, del tipo que sean, deban tener una adecuada disposición y eliminación con el fin de evitar impactos negativos al medio ambiente.

2. OBJETIVOS

Almacenar y disponer adecuadamente los desperdicios de construcción

3. RESPONSABILIDADES

El supervisor del proyecto será el encargado de disponer adecuadamente los desperdicios generados durante la actividad a desarrollar.

El supervisor de la construcción tiene la responsabilidad de mantener su área de trabajo en forma ordenada y limpia, para ello se deberá almacenar temporalmente los desperdicios generados durante la obra civil hasta su disposición final.

4. DESCRIPCIÓN

Las áreas habilitadas para el almacenamiento temporal de los desperdicios de construcción deberán ser señalizadas.

Los fierros de construcción mayores a 20 cm de longitud deberán ser dispuestos en forma ordenada en las áreas de almacenamiento temporal designadas por el supervisor.

Antes de ser llevados a la cancha para chatarra, los fierros de construcción mayores a 20 cm, deberán agruparse en paquetes de tamaño y peso no mayor de 20 kg y luego atarlos firmemente para su traslado hacia la cancha para chatarra.

El material producto del picado de concreto, será dispuesto en los botaderos respectivos asignados por EMPRESA MINERA.

No está permitido llevar a la cancha de chatarra o a los botaderos materiales impregnados con hidrocarburos o sustancias químicas.

PRODUCTOS QUIMICOS

1. ANTECEDENTES

LA COMPAÑIA evaluará estos productos químicos para ser aceptados previamente para que puedan ser utilizados en las operaciones.

Cada producto químico tiene una hoja de seguridad conocida como *hoja MSDS* la cual explica las características, riesgos y medidas de contingencia en caso de incidentes y accidentes. Los Departamentos de Prevención de Pérdidas, Logística y Medio Ambiente están comprometidos en la elaboración de *planes de contingencia* para cada producto químico.

La adquisición de productos químicos nuevos debe ser especialmente atendida por los Departamentos antes mencionados ya que el desconocimiento y desinformación sobre estos productos incrementa el riesgo potencial de contaminación al medio ambiente y la salud.

2. OBJETIVOS

Asegurar que los productos químicos a adquirir no representen algún peligro o riesgo a la salud y al medio ambiente.

3. REFERENCIA

Para mayor información acerca de: Adquisición de Productos Químicos Nuevos y Registro de Entrenamiento de Uso del Nuevo Producto Químico deberá revisar: Manual de Prevención de Pérdidas, PROCEDIMIENTO PP-P-31-01 CONTROL DE MATERIALES Y QUÍMICOS

3. RESPONSABILIDADES.

Del trabajador:

- El trabajador no manipulará ningún producto químico si no tiene la capacitación adecuada para realizar un trabajo con MATPEL.
- Revisar las hojas MSDS, para tener conocimiento de los peligros del MATPEL así como, el EPP a utilizar y a los riesgos a los que se enfrenta.
- El trabajador no manipulará ningún producto químico si este no se encuentra debidamente etiquetado.

Del supervisor:

- El supervisor instruirá a los trabajadores en el uso y almacenamiento de productos químicos, indicándoles los peligros a los que están expuestos, proporcionándoles como mínimo la información contenida en las hojas MSDS y las recomendaciones de higiene industrial.

4. PROCEDIMIENTO.

- Todo el personal que trabaje con MatPel, debe tener acceso a las hojas de seguridad (MSDS).
- Para la aprobación del Formato de Control (Anexo PP-F-31.01-01), adjuntar la hoja MSDS en español, la cual deberá seguir la norma ANSI Z400.1 y deberá contener la siguiente información:
 - ✓ Identificación del MatPel: Nombre, dirección y teléfonos de emergencias del fabricante.
 - ✓ Ingredientes peligrosos; identificación química con número de CAS.
 - ✓ Potencial de fuego y explosión.
 - ✓ Primeros auxilios y tratamiento debido a intoxicación. Los datos de peligros a la salud, incluyendo los límites de exposición y síntomas; caminos críticos hacia el cuerpo.
 - ✓ Medidas en caso de incendio y derrames.
 - ✓ Almacenamiento y uso seguro.
 - ✓ Límites de exposición (por ejemplo, TLV, IDLH) y equipo de protección personal requeridos.

- ✓ **Propiedades físicas y químicas.**
 - ✓ **Datos de Estabilidad y Reactividad.**
 - ✓ **Información toxicológica, ecológica, y residuos peligrosos y prácticas de desecho.**
 - ✓ **Requerimientos de Transporte, normas aplicables e información adicional.**
-
- **Se tendrá un inventario de sistema de inventario para controlar todos los MatPel almacenados en el lugar de operaciones, esto incluye su ubicación y cantidad.**
 - **Todas las áreas de almacenamiento deben estar marcadas y claramente delimitadas.**
 - **Los recipientes usados y vacíos deberán ser reciclados o eliminados siguiendo el Plan de Manejo de Desechos Peligrosos de Minera Empresa Minera.**

SUELO CONTAMINADO

1. ANTECEDENTES

Dentro de las actividades que se desarrollaran en el área de operaciones de la mina existe el riesgo que ocurran derrames tanto de hidrocarburos como de sustancias químicas. Cualquier derrame puede traer como consecuencia la contaminación del ecosistema en donde se desarrollan animales y plantas e inclusive el hombre, es por ello que **LA COMPAÑÍA** exigirá que todos los derrames, ya sean de hidrocarburos como de sustancias químicas, deban ser limpiados, contenidos y reportados en el menor tiempo posible.

Como resultado de los trabajos de limpieza de los derrames de hidrocarburos se tiene la generación de tierra o *suelo contaminado* el cual debe disponerse en las *canchas de volatilización* de las *estaciones de acumulación de desechos* y para el caso de los derrames de sustancias químicas la neutralización de la sustancia química será un paso previo antes que la tierra o suelo contaminado sea dispuesto en los lugares previamente diseñados por Empresa Minera.

2. OBJETIVOS

- Disponer la tierra o suelo contaminado con sustancias químicas en las canchas o lugares diseñados por Empresa Minera.
- Disponer la tierra o suelo contaminado con hidrocarburos en las canchas de volatilización de las estaciones de acumulación de desechos.

3. RESPONSABILIDADES

El responsable del área donde ocurrió el derrame debe reportar el suceso al supervisor de Medio Ambiente y a la jefatura de su área, inmediatamente ocurrido el derrame.

El responsable del área donde ocurrió el derrame deberá presentar el formato de *Reporte de Derrames* debidamente llenado y dentro de las 24 horas después de ocurrido el suceso.

El responsable del área donde ocurrió el derrame es el encargado de los trabajos de limpieza y remediación del suelo contaminado por hidrocarburos o sustancias químicas.

El responsable del área donde ocurrió el derrame de hidrocarburos deberá disponer el suelo contaminado dentro de la cancha de volatilización de las estaciones de acumulación de desechos.

Es responsabilidad del área de Respuesta a Emergencias de Prevención de Pérdidas dar el apoyo y la asesoría necesaria frente a derrames o situaciones que puedan potencialmente derivar en emergencias.

4. PROCEDIMIENTO

- La tierra o suelo contaminado con hidrocarburos debe ser llevado a la cancha de volatilización de las estaciones de acumulación de desechos de Empresa Minera.
- El responsable del área donde ocurrió el derrame deberá presentar al operador de la estación de acumulación de desechos una copia del formato de Reporte de Derrame antes de disponer el suelo contaminado en la cancha de volatilización.
- El responsable del área donde ocurrió el derrame deberá asegurarse que el suelo quede completamente libre de hidrocarburos y deberá solicitar el visto bueno final del Departamento de Medio Ambiente antes de abandonar el área impactada.
- La tierra o suelo contaminado con hidrocarburos puede almacenarse temporalmente dentro cilindros de color amarillo antes de ser llevada a la cancha de volatilización.
- Los trapos impregnados con hidrocarburos deberán ser colocados en bolsas negras y cilindros color rojo para su posterior disposición en las casetas de acumulación de trapos impregnados de Empresa Minera.
- El hidrocarburo recuperado en estado líquido deberá disponerse en los tanques negros para aceites usados de Minera Empresa Minera.
- No está permitido iniciar cualquier trabajo de limpieza y remediación sin contar con el equipo de protección personal adecuado para el derrame que se requiera manejar.

TRAPOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS

1. ANTECEDENTES

Durante el trabajo diario de **LA COMPAÑIA** será común el uso de trapos o paños absorbentes para la limpieza de maquinarias, piezas metálicas y derrames debido a fallas mecánicas o accidentes inesperados que pueden provocar derrames que necesitan ser inmediatamente limpiados. Es común el uso de trapo industrial, trapo o paño absorbente y salchichas absorbentes, los cuales luego de ser utilizados en las limpiezas, deben ser dispuestos a través de un adecuado manejo.

Se le denomina trapo impregnado a aquel trapo, paño o salchicha que ha sido utilizado para limpieza de maquinarias, piezas metálicas y/o derrames de aceite o hidrocarburo en general, el cual debe ser dispuesto en la caseta de acumulación de trapos impregnados

2. OBJETIVOS

- Disponer de manera adecuada los trapos impregnados con hidrocarburos o derivados del petróleo con la finalidad de evitar *impactos negativos al medio ambiente*

3. RESPONSABILIDADES

Las áreas de mantenimiento, así como todo el personal de **LA COMPAÑIA** que por circunstancias del trabajo generen trapos impregnados con aceite o hidrocarburos, deben disponer adecuadamente los trapos impregnados en las casetas de acumulación de trapos impregnados preparadas para este fin.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. Disposición temporal de los trapos impregnados

- Los trapos impregnados, previamente exprimidos, deben ser almacenados temporalmente en cilindros de color rojo acondicionados para este fin, antes de su disposición en la caseta de acumulación.
- Posteriormente, los trapos acumulados en los cilindros rojos, deben ser colocados en bolsas negras para su disposición en la caseta de acumulación de trapos impregnados.

MANEJO DE CHATARRA

1. ANTECEDENTES

La acumulación de desechos metálicos en las áreas, generan condiciones sub estándares de orden y limpieza, no dan un buen aspecto al área de trabajo y lo más importante es que reducen el área efectiva de operación.

Los desechos metálicos al cual llamamos *chatarra* cuentan con áreas especiales destinadas para este fin denominadas *canchas para chatarra* en las cuales son almacenados todas aquellas piezas que en principio pueden ser reutilizables.

2. OBJETIVOS

➤ Disponer y manejar adecuadamente la chatarra generada.

3. RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del personal de **LA COMPAÑIA** disponer adecuadamente la chatarra en las canchas destinadas para este fin.

Es responsabilidad del personal de **LA COMPAÑIA** de verificar que la chatarra se encuentre libre de contaminantes antes de ser llevada a la cancha para chatarra.

4. PROCEDIMIENTO

- La cancha para chatarra se encontrará en el área de Empresa Minera.
- Los materiales considerados como chatarra son tuberías de metal, piezas o partes mecánicas, escorias, desperdicios metálicos de construcción y cilindros vacíos, principalmente (todos estos con posibilidad de ser reutilizados).
- Piezas metálicas pequeñas como retazos de soldadura, fibra de metal, alambre, clavos, tornillos, tuercas, fierro de construcción pueden ser dispuestos en la cancha para chatarra siempre y cuando estén contenidos en cajas metálicas o cilindros metálicos en lo posible cerrados.
- La chatarra en general debe estar libre de contaminantes, debe ser previamente limpiada y verificada por el Departamento de Medio Ambiente antes de llevarla a la cancha para chatarra.

CONTROL DE LA EROSION Y SEDIMENTOS

1. ANTECEDENTES

Los diferentes trabajos de construcción, operación y movimiento de tierras desarrollados en Empresa Minera, sumado a las fuertes precipitaciones pluviales y la topografía accidentada del área, hacen que el potencial de erosión de los suelos se incremente y ocasione la generación de sedimentos en las áreas disturbadas.

En primer lugar **LA COMPAÑIA** presentará e implementará de un *Plan de Manejo Ambiental y Social - PMAS* para el proyecto que implique la perturbación de áreas, con la finalidad de identificar los peligros ambientales potenciales de la zona de trabajo y la manera en que estos impactos deben ser mitigados.

En segundo lugar se han establecido algunos criterios que pueden ayudar en el control de la erosión y sedimentos, por ejemplo la adecuada y oportuna planificación de las operaciones, la programación de los trabajos de movimiento de tierras durante épocas de escasa precipitación pluvial y por supuesto, la implementación de estructuras para el control de erosión y sedimentos; criterios que tienen la finalidad de evitar *impactos negativos al medio ambiente*.

2. OBJETIVO

Minimizar o reducir la erosión potencial de las áreas disturbadas por el desarrollo y operación del proyecto.

Disminuir la generación y arrastre de sedimentos en las áreas disturbadas por el desarrollo y operación del proyecto.

3. RESPONSABILIDADES

Implementar un Plan de Manejo Ambiental y Social - PMAS, en donde se indiquen las medidas para el control de la erosión y sedimentos en el área de trabajo.

El Departamento de Medio Ambiente tiene la responsabilidad de revisar y aprobar el Plan de Manejo Ambiental y Social - PMAS antes de la ejecución de la obra o proyecto.

4. PROCEDIMIENTOS

- Todos los proyectos de construcción, apertura de accesos y expansiones en general deben contar con Plan de Manejo Ambiental y Social -PMAS, previamente aprobado por el Departamento de Medio Ambiente.
- Todos los proyectos deben *incluir Elementos para el Control de la Erosión (ECE)*.
- Todos los proyectos deben *incluir Elementos para el Control de Sedimentos*.
- En el caso de raspar *suelo orgánico* o Top Soil, sólo se disturbará lo estrictamente necesario para la realización del proyecto. Se debe evitar dejar áreas disturbadas o perturbadas por largos periodos de tiempo.
- Para evitar que el agua de escorrentía ingrese a las áreas de construcción de vías o accesos, a los taludes de canteras, a las excavaciones de pozas en general, entre otras estructuras, se recomienda la construcción de *canales de derivación*.
- En vías y accesos en general se recomienda la construcción de *canales de coronación* con la finalidad de evitar que el agua de escorrentía se desplace por los taludes de corte.

4.1 Acerca de los Elementos para el Control de Erosión (ECE)

Revegetación: Puede ser de carácter temporal o definitivo, consiste en el establecimiento de plantas sobre el suelo orgánico o sobre algún sustrato adecuado para el desarrollo de las plantas. Nota: Se recomienda la reclamación sobre suelo orgánico y la revegetación de las áreas que vayan a permanecer disturbadas por más de un año o durante la temporada de lluvias.

Mantas Plastificadas: Pueden ser de geomembrana o de lona plástica, son usadas para cubrir áreas temporales que requieren ser impermeabilizadas. También son recomendadas para cubrir pilas de material que requiera ser protegido.

Revestimiento de sangrías, cunetas, canales y rápidas: Se recomienda el revestimiento de las estructuras de drenaje con la finalidad de evitar que la

fuerza del agua genere erosión y transporte sedimentos. Frecuentemente, para estos revestimientos se utilizan geomembranas, rocas, concreto, rip rap, entre otras.

Barreras en general: Tienen la finalidad de reducir la velocidad del agua que circula sobre la superficie disturbada, así como retener parte del sedimento transportado en el flujo de agua. Los tipos de barreras comunes son:

Las barreras Silt Fence (barrera para sedimentos finos): Normalmente usados en áreas perturbadas y sin cobertura alguna. Trabaja perfectamente en zonas que estarán expuestas a la erosión por cortos períodos de tiempo.

Para todos los casos de barreras en general, la separación entre las barreras es un parámetro que debe ser considerado dependiendo del talud del terreno y otros parámetros importantes.

BIBLIOGRAFIA

STERLING FLUID SYSTEMS GROUP

**Principios Básicos para el diseño e instalación de bombas centrífugas
STERLING SIHI 7ma Edición 2003**

Ing. Eduardo Mendoza G. Ing. Luis Villanueva V.

Bombas Hidráulicas, Selección Operación y Mantenimiento

BOMBAS, Selección, uso y mantenimiento.

Kenneth. Mc.Naughton

McGraw-Hill Edición 1992

**CENTRIFUGAL PUMPS FOR PETROLEUM, PETROCHEMICAL AND
NATURAL GAS INDUSTRIES - API 610**

American Petroleum Institute – Ninth Edition, January 2003

**QUALIFICATION SATANDARD FOR WELDING AND BRAZING
PROCEDURES, WELDERS, BRAZERS, AND WELDING AND BRAZING
OPERATORS – ASME SECC IX**

Asme Boiler and Pressure Vessel Code Section XI Edición 2001

NONDESTRUCTIVE EXAMINATION – ASME SECC V

Asme Boiler and Pressure Vessel Code Section V Edición 2000

**STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID PENETRANT EXAMINATION
ASTM E165**

American Society for Testing and Materials Edición 1995

STRUCTURAL WELDING CODE – STEEL, ASW D1.1

American Welding Society Edición 2008

PROCES PIPING - ASME B31.3

Asme Boiler and Pressure Vessel Code, Edición 1999

SCLAIRPIPE® KWH PIPE

Tubería de Polietileno de Alta Densidad

**GUIA DE LOS FUNDAMENTOS DE LA DIRECCION DE PROYECTOS -
PMBOK**

ANSI/PMI 99-001-2004

COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRA

Ing. Miguel Salinas Seminario

Instituto de la Construcción y Gerencia

COSTOS Y PRESUPUESTOS EN EDIFICACIONES

Ing. Jesus Ramos Salazar

Cámara Peruana de la Construcción – CAPECO – Octubre 2003